

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА**

**ФАКУЛЬТЕТ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ**



**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета гидромелиорации

М. А. Бандурин

*25 апреля 2022 г.*

**Рабочая программа дисциплины**

**«ХИМИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ ВОДЫ»**

**Направление подготовки**

20.03.02 Природообустройство и водопользование

**Направленность подготовки**

«Инженерные системы с/х водоснабжения,  
обводнения и водоотведения»

**Уровень подготовки**

(академический бакалавриат)

**Форма обучения**

Очная, заочная

**Краснодар 2022**

Рабочая программа дисциплины «Химия и микробиология воды» разработана на основе ФГОС ВО по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 06.03.2015 г. № 160, профиль подготовки «Инженерные системы с/х водоснабжения, обводнения и водоотведения» (программа академический бакалавриат).

Автор:

доцент, доцент ВАК



С. А. Пестунова

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры неорганической и аналитической химии от 14.03.2022 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой,  
профессор



Е. А. Кайгородова

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета водоснабжения и водоотведения 25.04.2022 г., протокол № 8.

Председатель  
методической комиссии  
доктор техн. наук, доцент



М. А. Бандурин

Руководитель  
основной профессиональной  
образовательной программы  
к.т.н., доцент



В.В. Ванжа

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Химия и микробиология воды» является обобщение, систематизация, углубление теоретических знаний по химии воды и водных растворов, теоретическим основам химических, физико-химических и микробиологических процессов очистки воды в искусственных и природных условиях;

— развитие практических умений и навыков решения конкретных производственных задач, связанных с оценкой качества воды и выбором способов обработки природных и сточных вод различного состава.

### **Задачи:**

— дать обучающимся необходимые знания об основных свойствах воды, ее строении, о физико-химических процессах, протекающих при очистке и обеззараживании природных и обработке сточных вод; о химических, физико-химических, микробиологических и санитарно-гигиенических параметрах качества природных вод и загрязненности сточных вод;

— научить способам получения этой информации в лабораторных условиях, выработать умения использовать полученные знания и навыки в технологических и проектных решениях для расчета головных сооружений водопровода и станций аэрации по улучшению качества природных вод, в решении экологических проблем;

— выработать у обучающихся способность к самоорганизации и самообразованию;

— научить ориентироваться в химической характеристике природных сточных вод, в многообразии микроорганизмов, обитающих в водной среде, понимать взаимоотношения между различными их видами;

— сформировать представления о современных технологических методах обработки природных вод, способов их обеззараживания, о бактериологическом анализе вод;

— определять качество воды по результатам химического и бактериологического анализа.

## **2 Перечень планируемых результатов по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

ОК-7— способностью к самоорганизации и самообразованию;

ОПК-1 — способность предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности

ПК-16— способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

### 3 Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

«Химия и микробиология воды» является дисциплиной вариативной части ОП подготовки обучающихся по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», направленность «Инженерные системы сельско-хозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения» (академический бакалавриат).

### 4 Объем дисциплины (108 часов, 3 зачетных единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Контактная работа</b>	59	11
в том числе:		
↓ аудиторная по видам учебных занятий	58	10
↓ лекции	20	4
↓ лабораторные	38	6
↓ внеаудиторная	1	1
↓ зачет	1	1
↓ экзамен		
↓ защита курсовых работ (проектов)		
<b>Самостоятельная работа</b>	49	93
в том числе:		
↓ курсовая работа (проект)		
↓ прочие виды самостоятельной работы	49	93
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

### 5. Содержание дисциплины

По итогам изучаемого курса студенты сдают зачет.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 4 семестре.

### Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость(в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа

1	<p><b>Введение.</b> Роль воды на планете и в жизни водоемов, почвы, растительного и животного мира. Производственная деятельность и промышленное водоснабжение. Взаимосвязь водоснабжения, обводнения, водоотведения и глобального круговорота веществ. Отбор проб воды. Технический прогресс и охрана водных ресурсов.</p> <p><b>Вода как химический индивидуум</b></p> <p>Физические, химические и биологические свойства воды, явление ассоциации воды, аномалии воды и их связь со структурой. Значение свойств воды для процессов, протекающих в живой природе. Окислительно-восстановительные процессы в водной среде. Воздействие воды на материалы: коррозия металлов и бетона в водной среде.</p>	ПК-16; ОК-7; ОПК-1	4	2	8	8
2	<p><b>Водные растворы электролитов</b></p> <p>Вода – слабый электролит - амфолит. Активная реакции среды - pH. Кислотность, щелочность воды. Вода универсальный растворитель. Растворимость различных веществ в воде.</p> <p><b>Концентрации растворов</b></p>	П-16; ОК-7; ОПК-1	4	2	4	4

<p>Формулы и зависимости, используемые при приготовлении растворов (растворение, разбавление, концентрирование, смешение).</p> <p>Произведение растворимости. Условия образования и растворения осадка.</p> <p>Влияние одноименных ионов на растворимость. Солевой эффект.</p> <p>Взаимодействия в растворах (растворы неэлектролитов и электролитов).</p> <p><b>Химическая термодинамика и химическая кинетика</b></p> <p>Скорость химической и биохимической реакции.</p> <p>Равновесие гомогенных и гетерогенных систем в растворе.</p> <p>Влияние температуры воды на скорость реакции.</p> <p><b>Гидролиз солей</b> (механизм процесса, управление процессом)</p> <p>Количественные характеристики гидролиза. Зависимость их от различных факторов.</p> <p>Особенности протекания гидролиза в природных водах.</p> <p>Комплексообразование в растворах. Углекислотное равновесие в воде.</p> <p><b>Буферные растворы (искусственные и природные)</b></p> <p>Роль буферных растворов в отдельных технологических и биохимических процессах при очистке природных и сточных вод. Основные виды буферных растворов</p>					
--	--	--	--	--	--

	в практике водоподготовки.					
3	<p><b>Природные воды</b>  <b>Факторы формирования природных вод:</b> (физико-географические, геологические, физико-химические, физические, биологические, техногенные).  Классификация по солесодержанию, по размеру примесей.  Природные воды – дисперсные системы.  Дисперсное состояние вещества, дисперсные системы их классификация.  Состояние вещества на границе раздела фаз.  Поверхностные явления.  Сорбция, адсорбция и хемосорбция.  Поверхностно-активные вещества.  Электрокинетические явления. Строение межфазной границы.  Двойной электрический слой. Коллоидные растворы, их свойства.  Факторы агрегативной устойчивости коллоидных систем и причины ее нарушения.  Коллоидное загрязнение воды. Мутные и окрашенные воды.  Строение коллоидной мицеллы. Сущность процесса коагуляции.  Коагулянты.  Нейтрализационная и концентрационная коагуляция коллоидной системы. Разрушение дисперсных систем.</p>	ПК-16; ОК-7; ОПК-1	4	2	2	6
4	<b>Физико-химическая характеристика природных вод</b>	ПК-16;	4	2	6	8

	<p>Особенности химического состава природных вод. Мутность, цветность, запах, привкус природной воды, температура, величины рН природных вод. Химический состав природных вод. Жесткость природных вод (общая, карбонатная, некарбонатная, постоянная, временная, остаточная). Катионы металлов – железа и марганца, а также анионы: сульфаты и хлориды, ухудшающие качество воды. Кислотность и щелочность природных вод. Классификация природных вод и их примесей. Микрокомпоненты и макрокомпоненты природных вод. Изотопный и газовый состав природных вод. Органические вещества в природных водах. Источники химических элементов в природных водах. Неорганические и органические примеси природных вод. Высокомолекулярные гумусовые вещества. Цикл пероксида водорода. Донные отложения.</p> <p>Коллоквиум № 1</p>	<p>ОК-7; ОПК-1</p>				
5	<p><b>Питьевая вода. Гигиенические требования к ее качеству</b> Стандарт качества питьевой воды. Классификация показателей качества питьевой воды и ее</p>	<p>ПК-16; ОК-7; ОПК-1</p>	4	2	6	7

	<p>контроль СанПиН 2.1.4.1074-01. Требования, предъявляемые к воде, предназначенной для питья. Органолептические, вещества, обуславливающие органолептические качества питьевой воды. токсичные, бактериологические показатели. Химические показатели качества воды: (взвешенные вещества, сухой остаток, прокаленный остаток, электропроводность, окисляемость, биохимическое потребление кислорода, растворенный кислород, свободный хлор, активная реакция среды). Предельно-допустимые концентрации для ряда соединений. Анализ воды, выражение результатов анализа. Контроль качества воды, принципы нормирования, химический и санитарно-химический анализ.</p>					
6	<p><b>Характеристика бытовых и производственных сточных вод</b>  Происхождение бытовых сточных вод и их характеристика.  Непостоянство состава сточных вод. Природа примесей сточных вод. Дисперсность примеси. Органические вещества в сточной воде: углеводы, жиры, белки и продукты их распада. Цикл превращения азотистых веществ. Характеристика степени загрязнения</p>	ПК-16; ОК-7; ОПК-1	4	2	2	4

	<p>сточных вод:  окисляемость воды,  биохимическое  потребление кислорода  (БПК), химическое  потребление кислорода  (ХПК). Минеральные  вещества в сточной воде:  аммиак, нитриты,  нитраты, хлориды,  растворенный кислород.  Санитарно-химический  анализ примесей сточных  вод. Показатели качества  воды по данным  санитарно-химического  анализа. Условия сброса  сточных вод в городскую  водопроводную сеть.  Условия сброса сточных  вод в водоем.  Определение требований  эффективности очистки  сточных вод</p>					
7	<p><b>Физико-химические  процессы, используемые  в технологии обработки  природных и сточных  вод</b></p> <p>Отстаивание,  фильтрование,  коагуляция,  обеззараживание,  дегазация. Обработка  воды коагулянтами.  Значение солевого  состава и рН. Коагуляция  с подщелачиванием.  Использование  закономерностей  коагуляции при очистке  воды. Обеззараживание  воды. Главнейшие  свойства хлора,  гидрохлоритов, хлорной  извести и хлорамина.  Гидролиз хлора.  Активный хлор.  Хлоропоглощаемость  воды при хлорировании  и значение дозы  вводимого хлора и</p>	<p>ПК-  16;  ОК-7;  ОПК-  1</p>	4	2	2	4

	<p>времени контакта.  Графический метод определения хлор поглощаемости.  Хлорирование с аммонизацией.  Дехлорирование и расчет доз реактивов.  Процесс фторирования воды. Угольные сорбенты. Озонирование.  Ультрафиолетовые лучи, ультразвук и другие методы обеззараживания.  Физико-химическая сущность процессов обезжелезивания, обескремнивания, обесфторивания и деманганации природных вод. Удаление из природной воды сероводорода.  Дезодорация, дегазация и стабилизация воды.  Умягчение жесткой воды.  Обессоливание воды.  Опреснение воды. Метод ионного обмена.  Характеристика ионитов.  Метод электродиализа.  Метод обратного осмоса.  Дистилляция.  Экстракция.  Перспективы использования новых реагентов в процессе очистки и кондиционирования воды.</p>					
8	<p><b>«Микробиология питьевых и сточных вод»</b>  <b>Основы общей микробиологии</b>  Микроорганизмы и их положение в системе живого мира.  Систематика и морфологические характеристики основных групп микроорганизмов.</p>	<p>ПК-16;  ОК-7;  ОПК-1</p>	4	2	2	2

	<p>Физиология микроорганизмов. Химический состав клетки. Ферменты микроорганизмов. Конструктивный и энергетический метаболизм. Аэробы и анаэробы. Автотрофы и гетеротрофы. Влияние на микробы факторов внешней среды: физических, химических и биологических. Адаптация микроорганизмов к факторам окружающей среды. Процесс самоочищения водоема и его отдельные компоненты: разбавление, механическая составляющая, химическая, физико-химическая и биохимическая очистка. Роль высшей водной растительности, водных животных, насекомых и микроорганизмов в процессах самоочищения водоемов. Система оценки степени загрязненности водоема с использованием организмов-индикаторов.</p>					
9	<p><b>Основы санитарной микробиологии природных и сточных вод</b>  Постоянная микрофлора человека и животных. Патогенные микроорганизмы и инфекции, распространяющиеся через воду. Микробное население природных вод. Микробиологические показатели санитарной</p>	<p>ПК-16;  ОК-7;  ОПК-1</p>	4	2	2	2

	<p>оценки качества воды. Санитарно-показательные микроорганизмы: бактерии группы кишечных палочек, клостридии, энтерококки, бактериофаги, стафилококки. Гельминты. Общая характеристика и представление об этих организмах. Санитарно-показательное значение кишечной палочки, термофильных микробов, бактериофага, планктона и бентоса, высшей водной растительности. Коли-тест. Биологический контроль обеззараживания питьевой воды. Санитарно-эпидемиологическая опасность сточных вод. Назначение очистных сооружений водопровода и канализации в предупреждении распространения инфекционных заболеваний. Роль санитарно-технических сооружений в борьбе с водяными эпидемиями.</p>					
10	<p><b>Роль микроорганизмов в процессах очистки природных и сточных вод, обработки осадка сточных вод, самоочищения водоемов. Влияние гидробионтов на работу водопроводных очистных сооружений</b> Биохимическое окисление органических веществ в аэробных условиях. Использование компонентов сточных вод в процессах метаболизма</p>	<p>ПК-16; ОК-7; ОПК-1</p>	4	2	4	4

<p>микроорганизмов – обитателей очистных сооружений.</p> <p>Аэробное окисление клетчатки, жиров и азотсодержащих соединений, процесс нитрификации.</p> <p>Микрофлора и микрофауна активного ила и биологической пленки, их зависимость от состава и свойств очищаемой сточной жидкости. Физико-химическая, химическая и микробиологическая характеристика активного ила и биологической пленки. Оценка процесса аэробной биохимической очистки по результатам химико-биологического анализа и индикаторным микроорганизмам.</p> <p>Компостирование осадков сточных вод, твердых бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов органического происхождения.</p> <p>Анаэробные биохимические процессы в очистке сточных вод и обработке осадков.</p> <p>Превращение сложных органических соединений в анаэробных условиях.</p> <p>Метановое брожение - условия процесса и его характеристики микрофлоры кислой и щелочной стадий брожения.</p> <p>Характеристика микрофлоры анаэробных реакторов. Характер и источники загрязнения водоемов. Роль биогенных элементов в процессах эвтрофикации.</p>					
--	--	--	--	--	--

<p>Биоценозы открытых водоемов. Система сапробности организмов и ее применение для оценки степени загрязнения водоема. Вредная деятельность микроорганизмов: цветение водоема, его влияние на работу водоотводных очистных сооружений и меры борьбы с ними. Развитие микрофитов в водохранилищах – охладителях, меры борьбы с ним. Микробиологическая коррозия. Сине-зеленые водоросли. Эвтрофикация водоемов. Биологические помехи в системах водоснабжения, вызываемые аллохтонными и автохтонными организмами. Коллоквиум № 2</p>					
Итого			Итого лекционных часов 20	Итого лабораторных часов занятий 38	Итого самостоятельной работы 49

Данная таблица детализирует информацию из таблицы «Объем дисциплины» по очной форме обучения отдельно.

### Содержание и структура дисциплины по заочной форме обучения

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа

1	<p><i>Вода как химический индивидуум</i>  Изотопный состав воды. Строение молекулы воды. Структура жидкой воды, водородные связи в воде. Формы нахождения воды в природе. Физические свойства воды. Плотность, вязкость, поверхностное натяжение природных водных растворов веществ и сточных вод. Диэлектрические свойства воды. Электропроводность воды. Аномальные свойства воды и их связь со структурой. Диаграмма состояния воды. Окислительно-восстановительные свойства воды. Основные химические свойства воды. Воздействие воды на материалы: коррозия металлов в водной среде; коррозия бетона и железобетона в водной среде. Классификация показателей качества питьевой воды и ее контроль СанПиН 2.1.4.1074-01. Органолептические, токсичные, бактериологические и химические показатели качества воды. Предельно-допустимые концентрации для ряда соединений.</p> <p>Анализ воды, выражение результатов анализа. Контроль</p>	ПК-16; ОК-7; ОПК-1	5	2	6	93
2	<p>Контроль СанПиН 2.1.4.1074-01. Органолептические, токсичные, бактериологические и химические показатели качества воды. Предельно-допустимые концентрации для ряда соединений.</p> <p>Анализ воды, выражение результатов анализа. Контроль</p>		5	2		

	качества воды, принципы нормирования, химический и санитарно-химический анализ. Вещества, обуславливающие органолептические качества питьевой воды. Требования, предъявляемые к воде, предназначенной для питья.					
Итого				Итого лекционных часов 4	Итого лабораторных занятий 6	Итого самостоятельной работы 93

**Содержание и структура дисциплины: практические (лабораторные) занятия по формам обучения**

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Очная форма обучения, час.	Заочная форма обучения, час.
-------	---	-------------------------	---------	----------------------------	------------------------------

1	Ознакомление с техникой безопасности работы в химической лаборатории. Химическая посуда и оборудование лаборатории для проведения анализов воды и водных растворов. Ознакомление с составами и рецептурой приготовления хромовых смесей для мытья химической посуды. Пробоотбор вод для аналитического контроля.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1	5	2	
2	Воздействие воды на материалы: коррозия металлов в водных средах и защита от нее.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
3	Изучение состава и свойств твердеющего цемента, определяющих стойкость	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	

	строительных изделий и сооружений на его основе, к воздействию внешней среды. Главные виды и причины коррозии искусственного камня минералов строительных материалов. Коррозия цементного камня, бетона и железобетона в водных средах. Тестовый контроль знаний.				
4	Способы приготовления растворов. Выражения концентраций в титриметрическом (объёмном) анализе. Примеры расчетов в титриметрии. Освоение общих приемов титрования.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
5	Коллоидное состояние веществ. Получение и свойства коллоидных растворов. Коагуляция и седиментация коллоидных растворов. Контрольная работа № 1.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	2
6	Оценка качества природной и питьевой воды по физическим и органолептическим показателям. Определение температуры воды. Определение цветности воды с помощью шкалы стандартов и фотометрическим методом. Определение мутности воды фотометрическим методом, прозрачности по шрифту. Анализ запаха воды при 20 °С и 60 °С. Химические показатели качества питьевой воды. Определение содержания хлоридов с приближенной количественной оценкой.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	2
7	Прямое потенциометрическое определение концентрации водородных ионов и величины рН исследуемых водных растворов. Определение рН и ОВП (редокс) природных и вод, предназначенных для питья.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
8	Комплексонометрическое определение общей жесткости питьевой воды. Раздельное определение содержания кальция и магния.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	2
9	Коллоквиум № 1.	ПК-16; ОК-7;		2	

		ОПК-1			
10	Приготовление и стандартизация раствора хлороводородной кислоты по стандартному раствору тетрабората натрия (Используется в работе № 11). Контроль подготовки докладов и реферативных работ обучающимися.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
11	Определение гидрокарбонатной щелочности воды.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
12	Методы умягчения воды. Устранение временной и постоянной видов жесткости. Умягчение воды ионообменным способом.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
13	Анализ природной и питьевой воды на отдельные катионы и анионы с приближенной количественной оценкой. Определение содержания сухого остатка воды гравиметрическим расчетным методом. Контрольная № 2.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
14	Определение содержания хлорид-ионов в водопроводной воде титриметрическим методом.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
15	Фотометрическое определение содержания меди (II) в воде.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
16	Фотоколориметрическое определение железа (III) в водном растворе в виде тиоцианатного комплекса.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
17	Изучение <i>устройства микроскопа</i> и техники микроскопирования. Приобретение умений и навыков работы с микроскопом. Ознакомление с <i>морфологией</i> микроорганизмов и методами их изучения под микроскопом.	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	
18	Ознакомление с принципами приготовления питательных сред и методами выращивания микроорганизмов в лабораторных условиях для исследования <i>физиологических</i> свойств. Коллоквиум № 2.			2	
19	Ознакомление с методами исследования микрофлоры воды	ПК-16; ОК-7; ОПК-1		2	

(водопроводной, дистиллированной и из открытого водоема). Итоговый тестовый контроль знаний.				
<b>Итого</b>		38	6	

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Химия и микробиология воды»**

### 6.1 Методические указания (собственные разработки)

1. Пестунова С. А. Растворы и другие дисперсные системы: учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. С. Костенко, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : 2013. – 479 с.  
[http://edu.kubsau.ru/file.php/105/04\\_Rastvory\\_i\\_drugie\\_dispersnyye\\_sistemy\\_Pestunova\\_Kostenko\\_Kaigorodova.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/04_Rastvory_i_drugie_dispersnyye_sistemy_Pestunova_Kostenko_Kaigorodova.pdf)
2. Пестунова С. А. Комплексные соединения. Комплексообразование в водных растворах: учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. С. Костенко, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 161 с.  
[http://edu.kubsau.ru/file.php/105/01\\_Kompleksnyye\\_soedinenija\\_Pestunova\\_Kostenko\\_Kaigorodova.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/01_Kompleksnyye_soedinenija_Pestunova_Kostenko_Kaigorodova.pdf)
3. Теоретические основы физико-химических методов анализа : учеб. пособие / Е.А. Кайгородова [и др.]. - Краснодар : КубГАУ, 2017. – 188 с.
4. Кайгородова Е. А. Неорганическая и аналитическая химия/ Е. А. Кайгородова, И. И. Сидорова. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 88 с.

### 6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Косянок Н. Е. Справочник по общей и неорганической химии / Н. Е. Косянок., Е. С. Костенко, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : КубГАУ. - 19,6 п.л., 2013 [Электронный ресурс]  
[http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/15\\_Spravochnik\\_po\\_obshchei\\_i\\_neorganicheskoj\\_khimii\\_Kosjanok\\_Kostenko\\_Kaigorodova.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/15_Spravochnik_po_obshchei_i_neorganicheskoj_khimii_Kosjanok_Kostenko_Kaigorodova.pdf)
2. Наумова Г. М. Техника ведения химического эксперимента в лаборатории химии / Г. М. Наумова, Е. К. Яблонская, Е.А. Кайгородова. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 80 с.
3. Александрова Э. А. Аналитическая химия : учеб. и практикум для прикл. бакалавриата. В 2 кн. Кн. 1 : Химические методы анализа / Александрова Э. А., Гайдукова Н. Г. ; Куб. гос. аграр. ун-т . - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 551 с.

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам,
----------------	--

	практикам в процессе освоения ОП
<b>ОК-7↓ способность к самоорганизации и самообразованию;</b>	
Дисциплины	
1	Начертательная геометрия
1	Химия
1,2,3,4	Математика
2	Философия
2,3	Физика
5	Основы математического моделирования
5	Менеджмент
7	Производственная практика
7	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности ( в том числе технологическая)
7	Научно-исследовательская работа
<b>ПК-16↓ способность использовать основные законы естественных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</b>	
Дисциплины	
1	Начертательная геометрия
1	Химия
1,2,3,4	Математика
2,3	Физика
2	Инженерная графика
2	Топографическое черчение
5	Основы математического моделирования
<b>ОПК-1↓ способность предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности</b>	
1	Гидрогеология и основы геологии
2	Экология
2	Инженерная геодезия
3	Почвоведение
3	Основы гидротехнических мелиораций
3	Ландшафтоведение
5	Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства
6	Инженерное оборудование сельскохозяйственных ландшафтов
2,4,6	Учебная практика
7,8	Производственная практика

8	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности( в то м числе и технологическая)
---	--

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	

<b>ОК-7 способность к самоорганизации и самообразованию</b>					
<b>Знать</b> пути повышения саморазвития, закономерности химических и физико-химических процессов.	Фрагментарные представления о путях повышения саморазвития, закономерностях химических и физико-химических процессов.	Иметь неполные представления о путях повышения саморазвития, закономерностях химических и физико-химических процессов.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о путях повышения саморазвития, закономерностях химических и физико-химических процессов.	Сформированные систематические представления о путях повышения саморазвития, закономерностях химических и физико-химических процессов.	Контрольные работы (коллоквиумы) Кейс-задания Тестирование Реферат
<b>Уметь</b> критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков, планировать и проводить наблюдения и эксперименты, ставить конкретные задачи, обоснованно выбирать задаваемые и исходные параметры.	Фрагментарное использование умений планировать и проводить наблюдения и эксперименты, ставить конкретные задачи, обоснованно выбирать задаваемые и исходные параметры.	Несистематическое использование умений планировать и проводить наблюдения и эксперименты, ставить конкретные задачи, обоснованно выбирать задаваемые и исходные параметры.	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы использование умений проводить наблюдения и эксперименты, ставить конкретные задачи, обоснованно выбирать	Сформированное использование умений критически оценивать, планировать проводить наблюдения и эксперименты, ставить конкретные задачи, обоснованно выбирать задаваемые	Контрольные работы (коллоквиумы) Кейс-задания Тестирование Реферат

задаваемые и исходные параметры.			задаваемые и исходные параметры.	и исходные параметры.	
<b>Владеть</b> методами теоретического и экспериментального исследования.	Отсутствие владения методами теоретического и экспериментального исследования.	Фрагментарное владение методами теоретического и экспериментального исследования.	В целом успешное, но несистематическое владение методами теоретического и экспериментального исследования.	Успешное и систематическое владение методами теоретического и экспериментального исследования.	Контрольные работы (коллоквиумы) Кейс-задания Тестирование Реферат
<b>ПК-16 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</b>					
<b>Знать:</b> - основные химические понятия, законы, фундаментальные разделы химии; свойства химических элементов и их соединений.	Фрагментарные представления об основных понятиях, законах и фундаментальных разделах химии, свойствах химических элементов и их соединений.	Неполные представления об основных понятиях, законах и фундаментальных разделах химии, свойствах химических элементов и их соединений.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных химических понятиях, законах и фундаментальных разделах химии; свойствах химических элементов и их соединений.	Сформированные систематические представления об основных химических понятиях, законах и фундаментальных разделах химии; свойствах химических элементов и их соединений.	Контрольные работы (коллоквиумы) Кейс-задания Тестирование Реферат
<b>Уметь:-</b> использовать свойства химических веществ в лабораторной и производственной практике.	Фрагментарное умение использовать свойства химических веществ в лабораторной и производстве	Несистематическое умение использовать свойства химических веществ в лабораторной и производственной практике.	В целом успешное умение, но содержащие отдельные неточности в умении использовать	Сформированное умение использовать свойства химических веществ в лабораторной и	Контрольные работы (коллоквиумы) Кейс-задания

	нной практике.		ть свойства химически х веществ в лабораторн ой и производст венной практике.	производст венной практике.	Тестир ование Рефера т
<b>Владеть</b> навыками работы с учебной и научной литературой, ведения химического эксперимента, методикой химических расчетов.	Отсутствие навыков работы с учебной и научной литературой, ведения химического эксперимента, методикой химических расчетов.	Фрагментарное владение навыками работы с учебной и научной литературой, ведения химического эксперимента, методикой химических расчетов.	В целом успешное, но несистемат ическое владение навыками работы с учебной и научной литературо й, ведения химическо го экспериме нта методикой химически х расчетов.	Успешное и систематич еское владение навыками работы с учебной и научной литературо й, методикой химически х расчетов.	Контро льные работы (колло квиум ы) Кейс- здание я Тестир ование Рефера т

### **7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

ОК-7— способностью к самоорганизации и самообразованию;

ОПК-1 — способность предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности

ПК-16— способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

*Для текущего контроля*

#### **Кейс-задания**

**Изучение особенностей состава и свойств твердеющего цемента, определяющих стойкость строительных изделий и сооружений на его основе, к воздействию внешней среды**

**Цель:** изучение особенностей состава и свойств твердеющего минерального вяжущего вещества – портландцемента (ПЦ), определяющих стойкость строительных изделий и сооружений на его основе, к воздействию внешней среды.

Ознакомление с современными представлениями о процессах твердения неорганических вяжущих веществ, выявление относительной роли минералов клинкера ПЦ – алита, белита, целита и алюмоферрита в формировании минерально-фазового состава цементного камня, выявление компонента цементного камня, определяющего стойкость к коррозионному воздействию факторов внешней среды.

### **Задание 1. Определение реакции среды цементного теста**

**Реактивы и материалы:** портландцемент нормального типа (ПЦ) порошкообразный, вода дистиллированная, индикатор фенолфталеин: спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %.

**Посуда:** фарфоровые чашки, шпатели, стеклянные палочки.

**Выполнение задания.** В фарфоровую чашку поместите около 4 см<sup>3</sup> ПЦ и прилейте, при перемешивании стеклянной палочкой, к нему по каплям воду до получения густого клейкого теста. После этого отделите небольшое количество теста в другую фарфоровую чашку и добавьте к нему 2–3 капли фенолфталеина.

**Запись результатов.** Отметьте окраску индикатора. На что указывает ее изменение? Какова роль *pH* в процессах, происходящих при *затворении* минералов, составляющих основу клинкера ПЦ, водой?

Запишите соответствующие уравнения реакций. Объясните, почему в обычных условиях твердения портландцементного бетона гидролиз останавливается на первой ступени. Дайте название продуктам реакций. Укажите, какой главный компонент портландцементного камня придает ему плотность, коррозионную стойкость и другие ценные технические свойства.

### **Задание 2. Определение ионного состава водной вытяжки твердеющего портландцемента**

**Реактивы и материалы:** порошкообразный ПЦ; вода дистиллированная; индикатор фенолфталеин спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %; 0,1 н раствор карбоната натрия Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

**Посуда и другие принадлежности:** пробирки, воронки, стеклянные палочки, фильтровальная бумага.

**Выполнение задания.** В пробирку насыпьте ПЦ (на 0,5 см от ее дна), прилейте 10–15 см<sup>3</sup> воды, перемешайте стеклянной палочкой полученную суспензию. После 3–4 мин отстаивания не растворившуюся часть отфильтруйте, фильтрат разделите

на две порции. К одной из них прилейте раствор карбоната натрия, к другой – добавьте одну каплю раствора фенолфталеина.

**Запись результатов.** Запишите соответствующее уравнение реакции взаимодействия с водой минерала алита, учитывая, что он преобладает в составе клинкера ПЦ и определяет переход из одной стадии гидратационного твердения в другую.

Объясните наблюдаемые явления: (помутнение жидкости в одной пробирке и окрашивание – в другой). Укажите, какие ионы присутствуют в водной вытяжке твердеющего ПЦ. Составьте уравнения соответствующих реакций.

**Задание 3. Влияние карбонизации на интенсивность процесса гидратационного твердения портландцемента**

**Реактивы:** суспензия ПЦ (0,1 г цемента, 8–10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды), индикатор фенолфталеин спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %; оксид углерода (IV).

**Приборы и материалы:** аппарат Киппа, пробирки.

**Выполнение задания.** В пробирку с суспензией ПЦ добавьте одну каплю раствора фенолфталеина и погрузите в нее стеклянную трубку от аппарата Киппа, в котором вырабатывается углекислый газ (CO<sub>2</sub>).

**Запись результатов.** Первоначально наблюдайте ослабление окраски жидкой фазы. Составьте уравнение реакции, свидетельствующее об уменьшении щелочности суспензии ПЦ.

Затем жидкая фаза полностью обесцвечивается, начинается растворение карбоната кальция. Составьте соответствующее уравнение реакции.

**Продолжите выполнение задания.** Установите пробирку в штатив и зафиксируйте, через какой промежуток времени восстановится малиновая окраска жидкости.

**Запись результатов.** Сделайте вывод о характере влияния карбонизации на интенсивность гидратационного твердения ПЦ, пояснив наблюдаемые явления.

**Задание 4. Определение «фронта» карбонизации бетона**

**Реактивы и материалы:** наружные куски железобетона (бывшего в употреблении длительное время в бетонных массивах сравнительно малой плотности на воздухе), индикатор фенолфталеин спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %.

**Инструменты:** молоток и зубило.

На бетон могут разрушающе действовать не только вода и растворы солей. Даже обычный воздух вызывает процессы, отражающиеся на стойкости железобетона. Здесь рассмотрите действие воздуха только на бетон. Азот,

кислород и инертные газы практически не действуют на цементный камень. Углекислота действует, прежде всего, на поверхностный слой бетона и постепенно нейтрализует  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  во все более глубоких слоях. При этом происходит некоторое уплотнение бетона. Глубину перерождения бетона в результате действия углекислоты воздуха можно обнаружить при помощи индикаторов.

Для определения щелочности среды применяют фенолфталеин, имеющий точку перехода при водородном показателе  $pH$  около 8. В растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  фенолфталеин бывает окрашен в малиновый цвет, а в нейтральной и кислой среде с  $pH$  меньше 7 он бесцветен.

**Выполнение задания.** Пользуясь инструментами, отделите от бетона небольшой скол. Нанесите на свежий скол бетона несколько капель фенолфталеина, смочив его таким образом.

**Запись результатов.** Отметьте участки цементного камня, содержащие свободный гидроксид кальция и участки, на которых прошла карбонизация. Углекислый газ, содержащийся в воздухе в ничтожном количестве, заметно влияет на бетон. Дайте этому объяснение. Напишите уравнение реакции взаимодействия углекислоты со щелочными соединениями цементного камня, и прежде всего с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Существует ли своеобразный «фронт», т. е. достаточно четко обозначенная разница между наружным нейтрализованным слоем и внутренним щелочным телом в исследованном образце бетона? Или карбонизация захватила весь защитный слой бетона? Что может произойти в этом случае с арматурой во влажном воздухе? Почему в качестве арматуры в бетоне не используется алюминий?

### Кейс-задания

#### Главные виды и причины коррозии искусственного камня минералов строительных материалов

**Цель:** ознакомление студентов с основными видами и причинами коррозии искусственного камня строительных материалов на основе минеральных вяжущих веществ.

Среди внешних факторов, вызывающих коррозию материалов и сооружений на основе минеральных вяжущих веществ, выделяют действие напорной пресной воды, длительное воздействие минерализованной, например морской воды, влияние сточных вод и кислот, техногенных примесей воздуха кислотного характера и др.

#### Задание 1. Моделирование сульфатной коррозии

**Реактивы:** известковый раствор в виде кирпичиков; растворы гипсовой воды  $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  и сульфата алюминия  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  с концентрациями 0.5 М.

**Посуда:** пробирки.

**Выполнение задания.** В реальных условиях признаки коррозии появляются после длительного пребывания бетона в коррозионной среде (неделя или месяц). Для рассмотрения процесса коррозии используется менее прочный известковый раствор, содержащий гидроалюминат кальция, и коррозионное действие гипсовой воды усиливается введением в него сульфата алюминия  $Al_2(SO_4)_3$ . Кирпичик известкового раствора поместите в пробирку и прилейте 8–10 см<sup>3</sup> раствора сульфатов кальция и алюминия. Изменение кирпичиков будет заметно уже через 20–30 минут.

**Запись результатов.** Объясните наблюдаемое. Составьте уравнение реакции сульфатной коррозии.

### **Задание 2. Карбонизация и углекислотная коррозия известкового раствора**

**Реактивы и материалы:** известковый раствор в форме кирпичиков; вода дистиллированная; оксид углерода (IV).

**Посуда и приборы:** аппарат Киппа, пробирки.

**Выполнение задания.** Известковый раствор, приготовленный заранее в форме кирпичиков, поместите в сухую пробирку. После чего пропустите в пробирку  $CO_2$  до момента появления капелек воды на ее стенках.

**Запись результатов.** Определите тип протекающей реакции (экзо или эндотермический) и составьте уравнение реакции.

**Продолжите выполнение задания.** По окончании карбонизации достаньте кирпичик из пробирки, отделите от него кусочек размером 3–4 мм, опустите его в другую пробирку, залив ее наполовину дистиллированной водой. Затем, опустив в воду трубку от работающего аппарата Киппа по получению  $CO_2$  и, пропускайте газ до распада кусочков на отдельные частички.

**Запись результатов.** Составьте уравнение реакции. Поясните, когда карбонизация играет положительную роль, а когда – отрицательную.

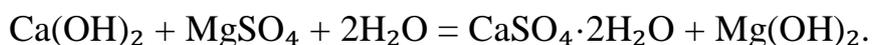
### **Задание 3. Влияние растворов магниевых солей на гидратацию портландцемента и выявление причины магниевой коррозии портландцементного камня**

**Реактивы и материалы:** суспензия ПЦ (0,2 г цемента, 16–20 мл дистиллированной воды); индикатор фенолфталеин спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %; раствор хлорида магния  $MgCl_2$  концентрированный (растворимость  $MgCl_2$  54,6 г на 100 г  $H_2O$  при 20 °С, при 100 °С – 73,4 г/100 г  $H_2O$ ).

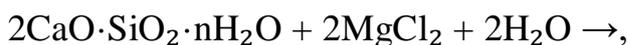
**Посуда:** пробирки, стеклянные палочки.

**Выполнение задания.** В две пробирки поместите равное количество суспензии ПЦ, добавьте по капле фенолфталеина в каждую. Содержимое перемешайте и дайте отстояться осадку (5–10 мин) при этом верхняя часть слоя жидкой фазы

становится прозрачной, малиновая ее окраска сохраняется. В одну из пробирок осторожно (по стенке) прилейте 2–3 капли концентрированного раствора хлорида магния. Сейчас же происходит ослабление окраски и легкое помутнение верхнего слоя жидкости. Ослабление окраски жидкой фазы указывает на снижение концентрации ионов  $\text{OH}^-$ , а ее помутнение – на образование труднорастворимого гидроксида магния  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  (растворимость  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  в воде около 0,1 г/л, а  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  около 1,3 г/л). Поэтому образование гидроксида магния и приводит к резкому снижению концентрации ионов  $\text{OH}^-$ . Следовательно, в ходе гидратации ПЦ протекают основные реакции магниальной коррозии портландцементного камня под действием морской воды:



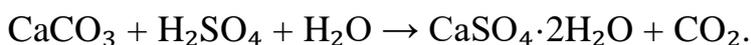
Затем осуществляется разложение гидросиликатов и гидроалюминатов кальция по уравнениям:



**Запись результатов.** Допишите приведенные уравнения реакции (на примере действия морской воды на бетон). В каком направлении смещены равновесия в указанных реакциях? Каковы причины разрушения прочного цементного камня?

#### **Задание 4. Коррозия мрамора**

Мрамор – разновидность известняков и доломитов с зернами  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ , скрепленных непосредственно сцеплением кристаллов. Мрамор широко применяется в качестве облицовочного материала. Однако мрамор не атмосферостойкий и в наружных облицовках поддается разрушению, которое быстро развивается на неполированных поверхностях. Коррозия мрамора возникает при наличии в воздухе сернистых газов и влаги. На поверхности мрамора в реальных условиях под действием сернистых газов и влаги образуется вначале сернистая, а потом серная кислоты, превращающие карбонат кальция в растворимый гипсовый камень по реакции:



**Реактивы и материалы:** мраморная плитка (кусочки), 2 н серная кислота разбавленная.

**Посуда:** пробирки и фарфоровые чашки, пипетки.

**Выполнение задания.** Налейте серную кислоту на мраморные кусочки, помещенные в пробирку, и закройте пробирку пробкой с газоотводной

трубкой, которую опустите в другую пробирку со свежеприготовленным раствором гидроксида кальция.

**Запись результатов.** Отметьте все изменения, происходящие в опыте. О чем они свидетельствуют? Запишите уравнения протекающих при этом реакций. Обратите внимание на происходящее разрыхление кальцита с увеличением его объема ( $\approx$  на 10–15 %). Поэтому укажите, какой еще вид коррозии дополняет процесс химической коррозии мрамора.

### Кейс-задания

#### Получение и свойства коллоидных растворов

Выполнение кейс-заданий предусматривает предварительную теоретическую проработку материала темы, на базе которой студент может самостоятельно проводить экспериментальные исследования по предлагаемой методике, описывать аналитические сигналы реакций, суть реакций с помощью соответствующих уравнений, формулировать выводы по выполненной работе, отвечать на тестовые задания.

**Цель работы:** ознакомиться с конденсационным методом получения коллоидных растворов, выяснить влияние внешних факторов на их стабильность; получить представление о строении мицелл золей, коагуляции коллоидных растворов действием растворами электролитов.

**Задание 1.** Получение геля кремниевой кислоты

Поместите в пробирку 5–6 капель раствора  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  и добавьте 2–3 капли 2 н раствора  $\text{HCl}$ . Отметьте характерные признаки полученного геля. Какие условия этого опыта исключили получение золя кремниевой кислоты?

**Задание 2.** Получение золя кремниевой кислоты конденсационным методом.

Поместите в две пробирки по 1–2 капли раствора  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  и прибавьте 2–3 мл раствора  $\text{HCl}$  плотностью 1.05. Наблюдайте образование прозрачного раствора слегка меньшей подвижности, чем у истинных растворов.

Укажите тип реакции, лежащей в основе конденсационного метода получения коллоидного раствора кремниевой кислоты.

Составьте формулу мицеллы золя кремниевой кислоты, укажите заряд гранулы. Какие факторы обуславливают устойчивость мицеллы коллоидного раствора кремниевой кислоты?

**Задание 3.** Коагуляция коллоидного раствора при его нагревании.

Поместите одну пробирку с коллоидным раствором кремниевой кислоты, полученной во втором опыте, на нагретую водяную баню. Объясните

появление студенистого осадка в пробирке. Чем вызвано нарушение кинетического фактора устойчивости коллоидного раствора?

Раствор во второй пробирке используйте в опыте 5.

**Задание 4.** Получение золя гидроксида трехвалентного железа.

Нагрейте 20 мл дистиллированной воды до кипения в химическом стаканчике емкостью 50 мл на электроплите. Снимите с плиты нагретый стакан и, постепенно перемешивая стеклянной палочкой, внесите 30 капель раствора хлорида железа (III). Полученный раствор снова нагрейте и кипятите в течение 1–2 мин. Сохраните коллоидный раствор гидроксида железа (III) для опыта № 5.

Укажите тип реакции, лежащей в основе конденсационного метода получения коллоидного раствора. Поясните роль воды, введенной в большом избытке по условию опыта. Отметьте цвет полученного раствора  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  в коллоидном состоянии. Объясните наличие положительного заряда гранулы мицеллы золя гидроксида трехвалентного железа.

Составьте формулу мицеллы золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Что произойдет, если к аликвоте полученного коллоидного раствора добавить по каплям раствор сульфата алюминия? Ответ мотивируйте с позиции правила Шульце-Гарди и сути процесса гидролиза, в котором примет участие соль алюминия. Напишите уравнения соответствующих реакций.

**Задание 5.** Совместная коагуляция коллоидных растворов.

К коллоидному раствору кремниевой кислоты, полученному во втором опыте, прилейте коллоидный раствор гидроксида трехвалентного железа до появления студенистого осадка. Отметьте полученный в опыте результат и дайте ему мотивированное пояснение.

### Кейс–задания

**Задание. Определение величины pH исследуемой воды с помощью pH-метра**

**Цель:** освоение методик потенциометрического метода анализа, приобретение навыков работы на pH-метре или иономере.

**Приборная техника, реагенты, химическая посуда:** pH-метр или иономер; измерительная ячейка; стеклянный и хлоридсеребряный электроды; мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup>; конические колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup>; пипетки вместимостью 10 см<sup>3</sup>; раствор NaOH 0,1 н; раствор HCl 0,1 н; раствор CH<sub>3</sub>COOH 0,1 н.

**Выполнение задания.** Определение концентрации водородных ионов по методу *прямой потенциометрии* проводят со стеклянным индикаторным электродом. Электрод сравнения – хлоридсеребряный электрод. Изменение потенциала

индикаторного электрода (показания гальванометра) пропорционально активной концентрации водородных ионов.

### **Прямое потенциометрическое определение концентрации водородных ионов и рН исследуемых растворов**

**Задание 1.** Из 10 см<sup>3</sup> каждого 0,1 н раствора HCl, CH<sub>3</sub>COOH и NaOH приготовьте по 3 разведения в мерной колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Каждое последующее разведение выполните из 10 см<sup>3</sup> предыдущего. В стеклянный стаканчик налейте раствор уксусной кислоты с концентрацией C = 0,01 н. Определите с помощью рН-метра величину рН этого раствора (см. инструкцию к рН-метру или иономеру).

Уксусная кислота в растворе диссоциирует по схеме:



Равновесие, которое устанавливается в растворе, можно охарактеризовать константой диссоциации:

$$K_{\text{д}} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}.$$

Из схемы диссоциации видно, что  $[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ . Так как диссоциации подвергается лишь незначительная часть молекул кислоты, то  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$  можно считать равной исходной концентрации кислоты C. Тогда выражение для константы диссоциации можно записать в виде:

$$K_{\text{д}} = \frac{[\text{H}^+]^2}{C}.$$

Отсюда, по величине  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ , можно рассчитать константу диссоциации кислоты. Проведите этот расчет для величины рН, измеренной с помощью рН-метра. Сравните найденную величину константы диссоциации с табличным значением  $K_{\text{д}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,86 \cdot 10^{-5}$  и рассчитайте процент ошибки. Определите степень диссоциации уксусной кислоты  $\alpha$  по формуле:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}.$$

**Задание 2.** Приготовленные растворы, начиная с исходных растворов, поочередно залейте в стакан, в который опустите стеклянный электрод, хлоридсеребряный электрод и термокомпенсатор.

**Задание 3.** Измерьте и запишите значения рН растворов, затем по значению рН вычислите активную концентрацию водородных ионов (в моль/дм<sup>3</sup>).

**Задание 4.** Постройте график зависимости рН от концентрации кислоты и основания. Установите влияние степени диссоциации электролита и его природы на величину рН.

**Задание 5.** Приготовьте буферную смесь из одного объема 0,1 н СН<sub>3</sub>СООН и 0,5 объема 0,1 н NaOH. Измерьте рН приготовленного буферного раствора и проверьте его буферное действие, добавляя немного (1–2 см<sup>3</sup>) 0,1 н HCl или NaOH, и измеряя рН раствора.

**Запись результатов.** Оформите отчет по работе с выводами по каждому пункту. В чем сущность потенциометрического метода анализа; прямой потенциометрии? Укажите применение метода прямой потенциометрии в гидротехнике.

### Кейс–задание

#### Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) воды и водных растворов

**Задание 1.** Измерьте значения рН холодной и горячей водопроводной воды. Замените стеклянный электрод платиновым и измерьте окислительно-восстановительный потенциал холодной и горячей водопроводной воды.

**Задание 2.** Измерьте аналогичным способом значения рН и ОВП речной и родниковой воды.

**Задание 3.** Измерьте значения рН и ОВП гидролизующихся солей (растворов хлорида меди (II), сульфита натрия).

**Запись результатов.** Составьте уравнения соответствующих реакций гидролиза солей.

Сведите экспериментальные данные в таблицу и сделайте выводы о влиянии температуры, природы соли, минерализации природных вод на величину водородного и окислительно-восстановительного показателей исследуемых сред.

### Кейс–задание

#### Определение общей жесткости воды комплексонометрическим титрованием

Оборудование и реактивы: колбы конические вместимостью 250 см<sup>3</sup>; бюретка на 25 мл, укрепленная в штативе; фарфоровый стаканчик для слива; раствор комплексона III; буферный раствор; хромоген черный специальный ET-00 (индикатор).

**Выполнение анализа.** Прежде, чем воспользоваться бюреткой, ее вымойте, добываясь, чтобы жидкость стекла со стенок равномерно, не оставляя капель.

Затем бюретку три раза ополосните рабочим раствором, которым будете титровать (раствором комплексона III). С помощью воронки бюретку наполните раствором выше нулевого деления, заполните оттянутую трубку («носик»), следя, чтобы в ней не оставалось воздуха. После этого обязательно уберите воронку и установите раствор на нулевое деление (по нижнему мениску).

Выполняя титрование, следует соблюдать следующие правила.

1. Каждое титрование начинают с нулевого деления шкалы, так как при этом компенсируются погрешности калибровки бюретки.

2. Титрование проводят не очень быстро (3–4 капли в секунду), иначе раствор не будет вовремя стекать со стенок и отсчет окажется неверным.

3. Объем расходуемого на титрование раствора не должен превышать емкости одной бюретки. Отсчет объема после вторичного наполнения сильно снижает точность определения.

**Ход определения.** В тщательно вымытую колбу для титрования отмерьте пипеткой Мора  $100,0 \text{ см}^3$  исследуемой воды и прилейте  $5 \text{ см}^3$  аммонийной буферной смеси. Внесите на конце шпателя  $\approx 20\text{--}30$  мг сухой смеси индикатора с хлоридом натрия до появления хорошо заметной, но не очень темной винно-красной окраски.

Титрование. Прибавляйте по каплям комплексон к воде медленно, постоянно встряхивая колбу с водой, наблюдая за окраской раствора. Титруйте до перехода окраски из винно-красной в голубую окраску от одной лишней капли титранта. Данные занесите в таблицу. Повторите титрование 2–3 раза и из сходящихся отсчетов возьмите среднее значение.

Таблица 7.2 – Данные титрования

№ п/п	$V_B, \text{ см}^3$	$V_T, \text{ см}^3$	$C_T, \text{ моль/дм}^3$
1	100		0,05
2	100		
3	100		

$$V_T(\text{ср}) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

Общую жесткость воды ( $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на 1 л) вычислите по формуле:

$$Ж = \frac{C_T V_T \cdot 1000}{V_B}, \text{ ммоль/дм}^3 \text{ или } \text{°Ж}$$

где  $C_T$  – молярная концентрация эквивалентов раствора комплексона III;

$V_T$  – средний объем рабочего раствора комплексона, затраченный на титрование, см<sup>3</sup>;

$V_B$  – объем воды, взятый для определения жесткости, см<sup>3</sup>.

1000 – коэффициент пересчета на 1 дм<sup>3</sup>.

Сравните результаты расчета с данными таблицы показателей качества вод и сделайте вывод о жесткости исследуемой воды.

### Определение гидрокарбонатной жесткости воды

Одним из важнейших показателей качества воды является щелочность (символ – Щ, единица – ммоль/л). Общая щелочность определяется суммой анионов слабых кислот, способных реагировать с хлороводородной или серной кислотами. Общая щелочность включает, в основном, гидрокарбонатную и карбонатную щелочности. Если величина рН не превышает величину 8,4, то щелочность определяется концентрацией гидрокарбонат-ионов. Предельно допустимая концентрация (ПДК) гидрокарбонат-ионов в питьевой воде составляет 60 мг/дм<sup>3</sup>.

Обучающиеся должны усвоить основные приемы кислотно-основного титрования: уметь правильно выбирать индикатор при титровании различных кислот и оснований, самостоятельно выполнять расчеты, уметь анализировать полученные экспериментальные данные, делать выводы.

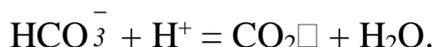
*Посуда и реактивы:* бюретка на 25 см<sup>3</sup>, закрепленная в штативе; колба Эрленмайера для титрования на 250 см<sup>3</sup>; фарфоровый стакан для слива; пипетки на 10 см<sup>3</sup> и 100 см<sup>3</sup>; воронка диаметром 3 см; мерная колба на 100 см<sup>3</sup>.

Раствор хлороводородной кислоты HCl; индикатор – метиловый оранжевый; колба с анализируемой водой; тетраборат натрия кристаллический (бура) Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O; вода дистиллированная.

Содержание гидрокарбонат-ионов определяют титрованием воды раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Химизм процесса выражается уравнениями:



Ионно-молекулярное уравнение реакции:



Экспериментальная работа включает несколько этапов:

- 1) приготовление вторичного стандартного раствора хлороводородной кислоты;
- 2) приготовление первичного стандартного раствора тетрабората натрия;
- 3) стандартизация раствора хлороводородной кислоты по тетраборату натрия;
- 4) определение концентрации гидрокарбонат-ионов.

1. *Приготовление 250 мл приблизительно 0,1 н раствора хлороводородной кислоты*

Массу HCl в 250 мл вычисляют по уравнению:

$$m_{(\text{HCl})} = M_{\text{эк}} \cdot C_{\text{эк}} \oplus V_{\text{р}}$$

Молярная масса эквивалентов HCl равна 36,46 г/моль, в 250 мл 0,1 н раствора ее должно содержаться:

$$m_{(\text{HCl})} = 36,46 \oplus 0,1 \oplus 0,25 = 0,912 \text{ г.}$$

Для дальнейших вычислений необходимо определить плотность имеющейся в лаборатории концентрированной кислоты, опустив ареометр в цилиндр с кислотой.

Но взвешивать кислоту неудобно, поэтому ее массу пересчитывают на объем:

$$V_{(\text{HCl})} = m / \rho$$

Растворы приблизительно концентрации кислот можно готовить следующим образом.

1. Находят объем дистиллированной воды  $V_{(\text{H}_2\text{O})}$ , необходимый для приготовления раствора:

$$V_{(\text{H}_2\text{O})} = V_{\text{р}} - V_{(\text{HCl})}$$

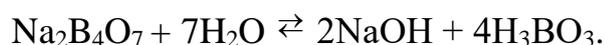
Мерным цилиндром отмеряют нужный объем дистиллированной воды и переносят его в склянку для приготовления раствора.

2. Мерным цилиндром (или мерной пробиркой) отмеряют нужный объем кислоты и переносят кислоту **в склянку с водой (!)**. Затем закрывают склянку пробкой и содержимое тщательно перемешивают.

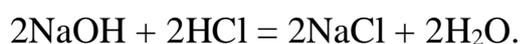
На склянке должна быть сделана надпись: HCl; 0,1 н, дата, фамилия того, кто приготовил раствор.

2. *Приготовление 100 мл стандартного раствора тетрабората натрия*

Исходным веществом, наиболее удобным для установки титра хлороводородной кислоты, считают тетраборат натрия  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \oplus 10\text{H}_2\text{O}$ . Водный раствор его вследствие протолиза имеет щелочную реакцию:



Поэтому его можно титровать кислотами:



Из суммарного уравнения:



видно, что в результате реакции накапливается слабая ортоборная кислота. Следовательно, рН раствора в точке эквивалентности будет несколько меньше 7 и для титрования следует взять метиловый оранжевый (или метиловый красный).

Поскольку один моль тетрабората натрия  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \oplus 10\text{H}_2\text{O}$  в этой реакции взаимодействует с 2 моль ионов водорода, молярная масса эквивалентов равна:

$$M_{\text{эк}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \oplus 10\text{H}_2\text{O}) = 381,4 : 2 = 190,7 \text{ г/моль.}$$

Для приготовления 100 мл 0,1 н раствора требуется тетрабората натрия

$$m = M_{\text{эк}} \oplus C_{\text{эк}} \oplus V = 190,7 \oplus 0,1 \oplus 0,1 = 1,907 \text{ г.}$$

Однако точно взвесить вычисленную массу буры трудно. Поэтому в маленькой пробирке или на часовом стекле необходимо взять навеску свежеперекристаллизованного тетрабората натрия, около 2 г (с точностью до 0,0002 г), перенести при помощи воронки в мерную колбу вместимостью 100 мл и, обмывая воронку, прилить немного горячей воды, так как в холодной он растворяется плохо. Добившись полного растворения, следует охладить колбу водой под краном и довести объем раствора дистиллированной водой до метки. Не забудьте при этом убрать воронку, и прибавление воды заканчивайте с помощью пипетки осторожно, по каплям (глаз на уровне метки). Если все-таки воды будет прилито больше, чем следует, то отливать ее нельзя, нужно повторить весь процесс приготовления раствора. Приготовленный раствор тщательно перемешивают, закрыв колбу пробкой.

Титр раствора вычисляют по уравнению:

$$T (B) = \frac{m_{(B)}}{V_P} .$$

Зная титр, молярную концентрацию эквивалентов тетрабората натрия в растворе рассчитывают по уравнению:

$$C_{\text{эк}} = \frac{T \cdot 1000}{M_{\text{эк}}} .$$

Величины титра и молярной концентрации эквивалентов раствора всегда должны иметь *четыре значащих цифры*.

3. Стандартизация раствора хлороводородной кислоты по тетраборату

натрия

В процессе стандартизации можно выделить следующие этапы.

**1. Подготовка бюретки к работе.** Тщательно вымытую бюретку дважды ополаскивают небольшими порциями кислоты для удаления остатков воды. Пользуясь воронкой, наполняют бюретку кислотой так, чтобы ее мениск был несколько выше нулевого деления. Заполняют раствором резиновую трубку и наконечник, вытеснив из них пузырьки воздуха. Затем воронку убирают, так как с нее может капать раствор, и, выпуская лишнюю кислоту, устанавливают нижний край мениска на нулевом делении. В таком состоянии бюретка готова к работе.

**2. Взятие точного объема тетрабората натрия.** Чистую пипетку вместимостью 10 см<sup>3</sup> ополаскивают раствором тетрабората натрия, наполняют её раствором так, чтобы уровень жидкости в ней оказался выше метки примерно на 2 см. После этого зажимают верхнее отверстие пипетки указательным пальцем и поднимают её над раствором. Затем слегка приоткрывают отверстие пипетки, чтобы стекла лишняя жидкость и нижний край мениска коснулся метки (10 мл). Переносят отмеренный раствор буры в коническую колбу для титрования, прикасаясь концом ее к стенке колбы. Приливают к раствору тетрабората натрия одну каплю метилового оранжевого, перемешивают (желтая окраска).

**3. Приготовление «свидетеля».** Для повышения точности титрования в другой конической колбе готовят «свидетель»: отмеривают в нее 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, прибавляют 1 каплю метилового оранжевого и 1–2 капли кислоты. При этом раствор должен приобрести очень слабое, но заметное розовое окрашивание.

**4. Титрование.** На основание штатива, на котором укреплена бюретка, ставят колбу с раствором тетрабората натрия под бюретку и приступают к титрованию, приливая кислоту в колбу медленно, по каплям, перемешивая раствор. Титрование прекращают при появлении устойчивой бледно-розовой окраски от одной лишней капли кислоты. Первое титрование считают ориентировочным.

Титрование повторяют до получения сходящихся результатов, т. е. пока отсчеты будут отличаться друг от друга не более чем на 0,1 мл. Все результаты титрования записывают в журнал.

Таблица 7.3 – Данные титрования при стандартизации HCl

№	V(буры), мл	V(HCl), мл	c <sub>эк</sub> (буры), моль/дм <sup>3</sup>	c <sub>эк</sub> (HCl), моль/дм <sup>3</sup>
1	10			
2	10			
3	10			
		V <sub>ср</sub> =		

Найдите среднее арифметическое объема HCl и вычислите молярную концентрацию эквивалентов хлороводородной кислоты.

Молярную концентрацию эквивалентов кислоты вычислите по уравнению титриметрии:

$$c_{\text{ЭК}}(X) \oplus V_{\text{ЭК}}(X) = c_{\text{ЭК}}(T) \oplus V_{\text{ЭК}}(T);$$

$$c_{\text{ЭК}}(\text{HCl}) = c_{\text{ЭК}}(T) \oplus V_{\text{ЭК}}(T) / V_{\text{ЭК}}(X)$$

Титрованный раствор хлороводородной кислоты используйте для определения щелочности воды.

### 5. Определение гидрокарбонатной щелочности воды

*Ход определения.*

Чистой мерной пипеткой Мора вместимостью 100 см<sup>3</sup> перенесите 100 см<sup>3</sup> анализируемой воды в коническую колбу. Прибавьте 2–3 капли метилового оранжевого. Раствор окрасится в желтый цвет.

Приступая к титрованию, проверьте уровень раствора кислоты в бюретке. Он должен быть на нулевой отметке по нижнему мениску.

Титруйте воду раствором HCl до перехода желтой окраски индикатора в бледно-розовую. Повторите титрование 2–3 раза и занесите результаты титрования в таблицу.

Таблица 7.4 – Данные титрования воды хлороводородной кислотой

№ п/п	V(H <sub>2</sub> O), мл	V(HCl), мл	C <sub>ЭК</sub> (HCl), моль/л	Щ (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), ммоль/л
1	100			
2	100			
		V <sub>ср.</sub>		

Для вычисления гидрокарбонатной жесткости (щелочности) воды найдите молярную концентрацию эквивалентов гидрокарбонат-ионов и умножьте ее на 1000:

$$\text{Щ}(\text{HCO}_3^-) = \frac{V(\text{HCl}) \cdot c(\text{HCl})}{V(\text{H}_2\text{O})} 1000, \text{ ммоль/дм}^3.$$

### Расчетные кейс-задания

1. На заводе, производящем свинцово-никелевые аккумуляторы, произошел аварийный сброс сточных вод в закрытый водоем. Оцените экологическую обстановку в водоеме. Каковы вероятные последствия аварии для обитателей водоема и здоровья человека?

2. Объясните явления-процессы, происходящие в природной воде естественным способом или вызванные хозяйственной деятельностью человека:

Почему в зимнее время обитатели водоемов не погибают?

Объясните факт отравления людей съедобными морскими моллюсками, выловленными в зоне, загрязненной нефтепродуктами.

Магний – основа зеленого пигмента хлорофилла. В питательной среде, которой выращивается растение методом гидропоники, вместо ионов магния присутствуют ионы кальция. Вызовет ли это какие-либо изменения в организме растения? Если да, то, какие и почему? Какие причины могут обусловить аналогичный процесс в природной среде?

3. В основе самоочищения водоемов от органических загрязнителей лежит процесс окисления этих веществ. Если органических веществ в воде немного, то они окисляются растворенным в воде кислородом. Этот процесс ускоряется под действием солнечного света. Способствуют окислению и некоторые микроорганизмы. Существуют химические методы интенсификации процесса окисления органических загрязнителей в воде. Какой из предложенных ниже реагентов вы выберете для ускорения этого процесса: а) пероксид водорода; б) хлор и или его кислородсодержащие производные; в) смесь озона с воздухом? Дайте обоснованный ответ.

4. Сточные воды некоторого промышленного предприятия содержат соли тяжелых металлов, неорганические кислоты, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и другие загрязнители окружающей среды. Они в виде взвеси поступают на очистные сооружения. В процессе их очистки происходят процессы нейтрализации, коагуляции, осаждения, фильтрации и извлечения веществ, которые могут быть реализованы или использованы повторно.

Для осаждения большинства ионов тяжелых металлов из сточных вод часто применяется гидроксид кальция (гашеная известь). Если годовой объем очищаемой воды равен  $2000 \text{ м}^3$ , а содержание в нем ионов  $\text{Ni}^{2+}$  составляет  $147,5 \text{ мг/дм}^3$ , то с учетом 10%-го избытка реагента, необходимого для полного осаждения, расход гидроксида кальция составит \_\_\_\_\_ кг в год. (Ответ привести с точностью до целых;  $\text{Ar}(\text{Ni}) = 59$ )

### Задания для контрольной (самостоятельной) работы

**(варианты)**

**Самостоятельная работа 1.** «Введение. Теоретические основы химии воды. Вода как химический индивидуум и как дисперсная система»

1. Перечислите аномальные физические свойства воды.
2. Напишите уравнения качественных реакций на катион калия и карбонат-анион с указанием аналитического эффекта. Назовите реактивы и продукты реакции.
3. Приведите уравнения реакций, характеризующие окислительно-восстановительные свойства воды.
4. Приведите расчетные формулы и зависимости, используемые при приготовлении растворов, связанные с разбавлением, концентрированием и смешением.

**Самостоятельная работа 2.** «Водные растворы электролитов»

1. Дайте пояснение термину «коагуляция». Как можно вызвать коагуляцию коллоидов? Сформулируйте правило коагуляции коллоидных систем различными электролитами – правило знака и зарядности (Шульце-Гарди).
2. Рассчитайте pH буферного раствора, содержащего 0,1 моль  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 0,1 моль  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Как измениться pH: а) при добавлении к 1 л раствора 0,01 моль  $\text{HCl}$ ; б) при добавлении 0,01 моль  $\text{NaOH}$ ; в) при разбавлении раствора водой в 10 раз? Константа диссоциации гидроксида аммония  $K_k = 1,79 \cdot 10^{-5}$ ,  $pK_o = 4,75$ .
3. Определите pH 0,1М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ , если степень диссоциации принять равной 0,01 %.
4. Вычислите произведение растворимости карбоната стронция, если в 10 л насыщенного раствора содержится 0,1 г этой соли.

**Самостоятельная работа 3.** «Физико-химическая характеристика природных вод. Качество питьевой воды»

1. Факторы формирования природных вод.
2. Дайте пояснения терминам: водородный показатель, минерализация воды, окисляемость воды.
3. Какие вещества обуславливают органолептические качества питьевой воды? Что понимается под цветностью воды? Как ее определяют?

**Контрольная работа № 1**

**«Химия питьевых и сточных вод»**

**Основные темы, выносимые на контроль**

– Растворы, их приготовление, растворимость, расчет содержания растворенного вещества и осмотического давления растворов, произведение растворимости солей;

- Гидролиз солей, расчет величины рН гидролизующихся типов солей, констант гидролиза;
- Искусственные и природные буферные системы, их значение;
- Расчет эквивалентов веществ;
- Кислотно–основные и окислительно–восстановительные свойства веществ;
- Дисперсные системы, расчет доз коагулянта, поверхностные явления на границе раздела фаз, адсорбция;
- Расчет скоростей химических реакций и определение их направленности;
- Формирование, состав, динамика состава природных вод;
- Основные показатели качества (состава) природных, сточных вод.
- Расчет щелочности воды;
- Коагуляция, расчет дозы коагулянта;
- Обеззараживание;

#### Вариант

1. Напишите уравнение качественной реакции на фосфат-анион с указанием аналитического эффекта. Назовите реактив и продукты реакции.
2. Как можно определить формы углекислоты, содержащиеся в воде?
3. Что понимают под стабильностью воды? Как ее можно оценивать?
4. Химизм устранения временной и постоянной видов жесткости воды.
5. Физико-химическая сущность процессов обезжелезивания.
6. Перечислите основные этапы приготовления фиксированного окрашенного препарата.

### **Контрольная работа № 2** **«Микробиология питьевых и сточных вод»** **Основные темы, выносимые на контроль**

- Методы биологической очистки;
- Характеристики микробов;
- Методы борьбы с поверхностным бактериальным загрязнением;
- Морфология вирусов, микромицетов, бактерий;

- Основные факторы, определяющие жизнедеятельность микроорганизмов (физические, биологические, химические);
- Физиология микроорганизмов. Функции микроорганизмов процессе очистки сточных вод.

#### Вариант

1. Микробные сообщества, как фактор самоочищения водоемов и приемы технического воздействия на микробное население воды;
2. Методы изучения микроорганизмов;
3. Цветение природных водоемов. Организмы-обрастатели и борьба с ними;
4. Расщепление органических веществ микроорганизмами в анаэробных условиях.

#### Коллоквиум № 1 (пятнадцать вариантов заданий)

##### Вариант

1. Строение молекулы воды. Структура жидкой воды. Межмолекулярные водородные связи (продемонстрировать рисунками и схемами).
2. Природные воды как дисперсные системы. Поверхностные явления. Адсорбция на поверхности твердых тел, десорбция. Адсорбент, адсорбтив, адсорбат, (раскрыть смысловое содержание).
3. Растворимость газов воде (от каких факторов зависит). Закон Генри.
4. Вычислите концентрацию ионов водорода в растворе с концентрацией гидроксид-ионов  $10^{-5}$  моль/л.

##### Вариант

1. Вода – амфолит. Диссоциация воды, ионное произведение воды, водородный и гидроксильный показатели. Значение величины рН для физико-химических и биологических процессов.
2. Факторы, от которых зависит обогащение воды кислородом. Сезонные и сточные колебания концентраций кислорода в воде. Положительная и отрицательная роль кислорода (проиллюстрировать примерами в виде схем и уравнений процессов).
3. Электрокинетический (дзета-потенциал) и термодинамический потенциалы. Поясните, почему дзета-потенциал является мерой устойчивости коллоидных систем?
4. Приведите качественный состав ацетатной буферной смеси и поясните механизм ее действия при прибавлении небольшого количества раствора щелочи NaOH.

## Коллоквиум № 2 (пятнадцать вариантов заданий)

### Вариант

- 1 Влияние внешних условий на развитие микроорганизмов (температуры, света, реакции среды). Факторы роста.
2. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Механизм метанового брожения. Сбраживание в метантенках.
3. Биоценозы биологической пленки.
4. Строение бактериальной клетки. Питание и дыхание бактерий.

### Тесты

По дисциплине «Химия и микробиология воды» предусмотрено проведение письменного и компьютерного тестирования.

Варианты тестового задания приведены ниже.

#### № 1

Задание 1. Допустимый диапазон рН воды для водоемов хозяйственного значения

А) 3-10; Б) 4-9,5; В) 5-8; Г) 6,5-8,5.

Задание 2. Способность гидробионтов жить в воде с определенной степенью загрязнения органическими соединениями называется

А) толерантность; Б) специфичность; В) сапробность; Г) хемотрофность.

Задание 3. На скорость процесса самоочищения водоема оказывает влияние

А) температура; Б) биологическое разнообразие водоемов; В) кислородный режим; Г) окислительно-восстановительный потенциал; Д) интенсивность действия человека; Е) рН воды.

Задание 4. Метод очистки сточных вод, состоящий в удалении суспензий и эмульсий за счет захвата их пузырьками воздуха и выноса на поверхность, называется

А) флотация; Б) экстракция; В) адсорбция; Г) коагулирование.

Задание 5. Сточные воды бывают

А) ливневые; Б) бытовые; В) сельскохозяйственные; Г) промышленные.

Задание 6. Молярную концентрацию эквивалентов рассчитывают по формуле:

$$1) \quad T = \frac{m(\text{раств.вещества})}{V(\text{раствора})}$$

$$2) \quad \omega = \frac{m(\text{раств.вещества})}{m(\text{раствора})}$$

$$3) \quad C = \frac{n(\text{раств.вещества})}{V(\text{раствора})}$$

$$4) \quad C = \frac{n_{\text{ЭКВ}}(\text{раств.вещества})}{V(\text{раствора})}$$

Задание 7. К химическим методам очистки сточных вод относят

А) нейтрализацию; Б) электролиз; В) гидролиз; Г) окисление.

Задание 8. Чем опасны неорганические кислоты как загрязнители природных вод

А) растворяют породы, слагающие дно водоема; Б) повышают рН воды; В) понижают рН воды; Г) способствуют цветению воды.

Задание 9. К биологическим загрязнителям воды относят

А) нефть; Б) диоксины; В) водоросли; Г) тяжелые металлы; Д) лигнины.

Задание 10. Карбонатную жесткость обеспечивают ионы

А)  $\text{HCO}_3^-$ ; Б)  $\text{Cl}^-$ ; В)  $\text{Ca}^{2+}$ ; Г)  $\text{HSO}_4^-$ .

Задание 11.

ПДК железа в питьевой воде

А) 50 мг/л; Б) 100 мг/л; В) 150 мг/л; Г) 175 мг/л.

Задание 12. Олигодинамия – это метод обеззараживания воды с использованием

А) меди; Б) фтора; В) хлора; Г) серебра.

Задание 13. Кокки, располагающиеся в виде цепочек, называются

А) стрептококки; Б) диплококки; В) сарцины; Г) микрококки.

Задание 14. Клеточного строения не имеют

А) вирусы; Б) риккетсии; В) амёбы; Г) сарцины.

Задание 15. Анализ воды начинается с

А) химического анализа; Б) органолептического исследования; В) отбора проб;

Г) бактериологического анализа; Д) радиологического анализа.

## ТЕСТ № 2

1. Клеточного строения не имеют

А) вирусы; Б) риккетсии; В) амёбы; Г) сарцины.

2. Вирусы не могут

А) иметь белковую оболочку; Б) иметь сферическую форму;

В) размножаться вне организма хозяина; Г) вызывать заболевания растений.

3. Кокки, делящиеся в разных плоскостях и располагающиеся в виде грозди винограда, называются

А) стрептококки; Б) диплококки; В) сарцины; Г) стафилококки.

4. Кокки, располагающиеся в виде цепочек, называются

А) стрептококки; Б) диплококки; В) сарцины; Г) микрококки.

5. Кокки, делящиеся в трех взаимно перпендикулярных плоскостях и образующие пакеты по 8-16 клеток, называются  
 А) стрептококки: Б) диплококки: В) сарцины: Г) клостридии.
6. Вибрионы относятся к  
 А) палочковидным микроорганизмам: Б) вирусам:  
 В) извитым микроорганизмам: Г) коккам.
7. Возбудитель лептоспироза относится к  
 А) спириллам: Б) спирохетам: В) вибрионам: Г) корнебактериям.
8. Энергия ассимилированной клетки фиксируется в виде  
 А) белков: Б) цитоплазмы: В) АТФ: Г) ферментов.
9. Микроорганизмы, осуществляющие перевод солнечной энергии в энергию химических связей называются  
 А) автотрофы: Б) микротрофы: В) гетеротрофы: Г) хемотрофы.
10. Микроорганизмы, использующие для своей жизнедеятельности энергию в форме химических реакций, называются  
 А) автотрофы: Б) хемотрофы: В) гетеротрофы: Г) фототрофы .
11. АТФ в микробной клетке является источником  
 А) энергии: Б) питания: В) генетической информации: Г) света.
12. АТФ в клетке синтезируется за счет присоединения к АДФ  
 А) остатка серной кислоты: Б) остатка нуклеиновой кислоты:  
 В) остатка фосфорной кислоты: Г) остатка пальмитиновой кислоты.
13. Рост и развитие культуры микроорганизмов в закрытой системе лимитируется  
 А) наличием в питательной среде тяжелых металлов: Б) концентрацией питательных веществ: В) наличием посторонней микрофлоры Г) накоплением продуктов обмена .
14. Наименьший объем воды, при посеве которого на глюкозную среду обнаруживают газообразование, называют  
 А) коли-титр: Б) коли-индекс: В) бродильный титр: Г) общее микробное число.
15. Минимальный объем воды, в котором обнаруживается 1 кишечная палочка, называется  
 А) коли-титр: Б) коли-индекс: В) титр фекального стрептококка: Г) общее микробное число.
17. Для крупных городов России коли-индекс не должен превышать  
 А) 1: Б) 2: В) 5: Г) 10.
18. Способность гидробионтов жить в воде с определенной степенью загрязнения органическими соединениями называется  
 А) толерантность: Б) специфичность: В) сапробность: Г) хемотрофность.

### Темы рефератов

№ п/п	Наименование темы реферата
----------	----------------------------

1	Значение химии и микробиологии в практике сельского хозяйства.
2	Проблемы водоснабжения в сельском хозяйстве.
3	Экология воды, пути решения проблемы загрязнения воды.
4	Вода в жизни человека, технике и сельском хозяйстве. Экология воды.
5	Значение воды в жизнедеятельности живых организмов.
6	Вода - это жизнь.
7	Зависимость ОВП и рН воды от её ионного состава.
8	Проблемы очистки и использования воды для мелиорации земель.
9	Источники водоснабжения. Показатели качества воды.
10	Химико-экологическая оценка водных экосистем.
10.1	Нормирование экологического состояния водных экосистем.
10.2	Тяжёлые металлы в водных экосистемах: поступление, формы нахождения, аккумуляция.
10.3	Органические вещества в водных экосистемах: поступление, трансформация, токсическое действие на биоту.
11	Технология улучшения качества природных вод.
11.1	Седиментационное осветление природных вод.
11.2	Современные технологии осветления природных вод фильтрованием.
11.3	Современные методы обезжелезивания подземных вод.
11.4	Защита водоисточников от сброса сточных вод.
12	Системы водоотведения и очистки сточных вод.
12.1	Современные технологические процессы очистки сточных вод
12.2	Биологическая очистка сточных вод.
12.3	Общие аспекты аэробной биологической очистки сточных вод.
12.4	Методы обработки осадков сточных вод и их использование.
13.	Воздействие водной среды на технологические материалы: металлы, древесину, бетон и железобетон.
14.	Культивирование, посев и хранение препаратов микроорганизмов.
15.	Микробные сообщества, как фактор самоочищения водоемов и приемы технического воздействия на микробное население воды.

### Темы научных дискуссий (круглых столов)

Вода, как универсальный растворитель – основная причина загрязнения природных источников пресной воды.

### Задания для контрольных работ студентов заочной формы обучения

Каждый студент заочной формы обучения должен выполнить одну контрольную работу. Вариант задания определяется двумя последними цифрами номера зачетной книжки (таблица).

Варианты контрольных заданий

Последние две цифры шифра	Номера задач для контрольных работ								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
01	1	11	21	31	41	51	61	71	81
02	2	12	22	32	42	52	62	72	82
03	3	13	23	33	43	53	63	73	83
04	4	14	24	34	44	54	64	74	84
05	5	15	25	35	45	55	65	75	85
06	6	16	26	36	46	56	66	76	86
07	7	17	27	37	47	57	67	77	87
08	8	18	28	38	48	58	68	78	88
09	9	19	29	39	49	59	69	79	79
10	13	22	38	49	54	59	72	80	90
11	14	23	37	50	53	58	71	79	89
12	15	24	36	51	52	57	70	78	88
13	16	25	35	52	51	56	69	77	87
14	17	26	34	53	50	55	68	76	86
15	18	27	33	54	49	54	67	75	85
16	19	28	32	55	48	53	66	74	84
17	20	29	31	56	47	52	65	73	83
18	21	30	30	57	46	51	64	72	82
19	22	31	29	58	45	50	63	71	81
20	23	32	28	59	44	49	62	70	82
21	24	33	27	60	43	48	61	69	83
22	25	34	26	61	42	47	60	68	84
23	26	35	25	62	41	46	59	67	85
24	27	36	24	63	40	45	58	66	86
25	28	37	23	64	39	44	57	65	87
26	29	38	22	65	38	14	56	64	88
27	30	39	21	66	37	15	55	63	89
28	31	40	20	67	36	26	54	62	90
29	32	41	19	68	35	27	53	61	89
30	33	42	18	69	34	28	52	60	88
31	34	43	17	70	33	29	51	59	87
32	35	44	16	71	32	69	50	58	86
33	36	45	15	72	31	68	49	57	85

34	37	46	14	73	30	67	48	56	84
35	38	47	13	74	29	66	45	55	83
36	39	48	12	75	28	65	44	54	82

### Контрольные задания

- Выразите в молях: а)  $6,02 \cdot 10^{22}$  молекул  $C_2H_2$ ; б)  $1,80 \cdot 10^{24}$  атомов азота; в)  $3,01 \cdot 10^{23}$  молекул  $NH_3$ . Какова мольная масса указанных веществ?
- В какой массе  $NaOH$  содержится столько же эквивалентов, сколько в 140 г  $KOH$ ?
- В каком количестве  $Cr(OH)_3$  содержится столько же эквивалентов, сколько в 174,96 г  $Mg(OH)_2$ ?
- Определите эквивалент и эквивалентную массу фосфора, кислорода и брома в соединениях  $PH_3$ ,  $H_2O$ ,  $HBr$ .
- Перечислите аномальные свойства воды. Какое значение они имеют?
- Какие главные катионы и анионы находятся в природных водах? Каковы их значения для химических свойств воды?
- Закон действия масс. Зависимость скорости химической реакции от температуры.
- Равновесие в гомогенных системах. Константа равновесия. Сдвиг равновесия. Принцип Ле-Шателье.
- Напишите выражения для константы равновесия гомогенной системы  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ . Как изменится скорость прямой реакции - образования аммиака, если увеличить концентрацию водорода в три раза?
- Вычислите, во сколько раз увеличится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, при повышении температуры от  $30^\circ$  до  $70^\circ$ , если температурный коэффициент реакции равен 2.
- В гомогенной системе  $CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$  равновесные концентрации реагирующих веществ соответственно равны:  $[CO] = 0,2$  моль/л;  $[Cl_2] = 0,3$  моль/л;  $[COCl_2] = 1,2$  моль/л. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации  $Cl_2$  и  $CO$ .
- При некоторой температуре равновесие гомогенной системы  $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$  установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ:  $[NO]_{p=}$  0,2 моль/л;  $[O_2] = 0,1$  моль/л;  $[NO_2] = 0,1$  моль/л. Вычислите константу равновесия и исходную концентрацию  $NO$  и  $O_2$ .
- Произведение растворимости (ПР) для труднорастворимых веществ. Что можно найти по величине ПР?

14. Произведение растворимости (ПР) карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$  при  $25^\circ\text{C}$  равно  $4,8 \cdot 10^{-9}$ . Определите концентрацию ионов кальция и  $\text{CO}_3^{2-}$  в граммах на литр в насыщенном растворе.
15. Произведение растворимости (ПР)  $\text{AgCl}$  при  $20^\circ\text{C}$  равно  $1,61 \cdot 10^{-10}$ . Определите концентрацию ионов серебра и хлора в насыщенном растворе  $\text{AgCl}$ , не содержащем других растворенных веществ.
16. Ионное произведение воды. Вычислите рН раствора, в котором  $\text{pOH} = 6$ . Кислотность и щелочность растворов.
17. Вычислите концентрацию гидроксильных ионов, если водородный показатель (рН) равен 4,5.
18. При каком водородном показателе (рН) раствор будет иметь нейтральную, кислую или щелочную среду? Как изменится водородный показатель дистиллированной воды, если к 1 л ее добавить 0,01 г-экв  $\text{KOH}$ .
19. Гидролиз солей. Константа гидролиза. Определение величины рН при гидролизе.
20. Как влияет на гидролиз нагревание и разбавление раствора. Напишите уравнение реакций гидролиза солей при большом разбавлении  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ . Почему эти соли в растворах имеют кислую реакцию?
21. Напишите уравнения реакций гидролиза солей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  в молекулярном и ионном виде. Какие реакции называются реакциями гидролиза?
22. При смешивании концентрированных растворов  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  образуется  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  и  $\text{CO}_2$ . Почему образуются эти вещества? Составьте молекулярное и ионное уравнения реакции.
23. При смешивании растворов  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Na}_2\text{S}$  каждая из взятых солей гидролизуетея необратимо до конца с образованием соответствующих основания и кислоты. Выразите этот совместный гидролиз ион-молекулярным и молекулярным уравнениями реакций.
24. Какое значение рН ( $>7$ ) имеют растворы следующих солей:  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
25. Вычислите рН 0,01н раствора ацетата натрия, если  $K_e = 1 \cdot 10^{-14}$  г-ион/л, константа диссоциации уксусной кислоты  $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ .
26. Степень гидролиза. Как связана константа гидролиза со степенью гидролиза? Напишите уравнения реакций гидролиза четырех типов солей.
27. Напишите уравнения реакций гидролиза в молекулярном и ионном виде следующих солей:  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ . Какое значение рН ( $>7$ ) имеют растворы?

28. Значение величины рН, т. е. концентрации водородных ионов, для физико-химических и биологических процессов.

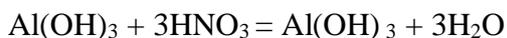
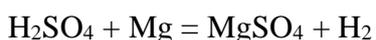
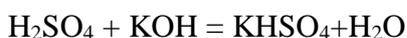
29. Теория буферных растворов. Буферная емкость. Роль буферных систем при работе очистных сооружений, при химической очистке воды от взвесей методом коагулирования.

30. Вычислите водородный показатель рН, если:

а) концентрация ионов водорода равна  $1 \cdot 10^{-6}$  г-ион/л;

б) концентрация ионов гидроксила равна  $1 \cdot 10^{-6}$  г-ион/л.

31. Что называется химическим эквивалентом элемента, вещества? Как рассчитывается эквивалент солей (средних, основных, кислых), кислот, оснований? Вычислите эквиваленты и эквивалентные массы  $H_2SO_4$  и  $Al(OH)_3$  в реакциях, выраженных следующими уравнениями:



32. Водородные показатели двух вод равны 7 и 9. Реакция, какой воды более кислая? Во сколько раз в ней больше концентрация ионов водорода? Чему равна концентрация гидроксильных ионов, если водородный показатель (рН) равен 8,5?

33. Чему равен водородный показатель воды, в которой концентрация гидроксильных и водородных ионов равны друг другу? Чему будет равен водородный показатель, если к 1 л дистиллированной воды прибавить 0,001 г-экв соляной кислоты?

34. Концентрация растворов. Понятия насыщенного, концентрированного, разбавленного растворов. Способы выражения концентрации. Массовая доля растворенного вещества в растворе, молярная, эквивалентная концентрации. Титр раствора.

35. В  $0,5 \text{ м}^3$  раствора содержится 50 кг безводного NaOH. Вычислите, массовую долю растворенного вещества в растворе, молярную и эквивалентную концентрации раствора.

36. К 3 л раствора азотной кислоты  $HNO_3$  с массовой долей растворенного вещества 10 %, плотностью  $\rho = 1,054 \text{ г/см}^3$  прибавили 5 л раствора той же кислоты с массовой долей растворенного вещества 2 %. Вычислите массовую долю растворенного вещества и молярную концентрации полученного раствора, объем которого равен 8 л.

37. Какой объем раствора KOH с массовой долей растворенного вещества 50 % (пл.  $1,538 \text{ г/см}^3$ ) требуется для приготовления 3 л раствора с массовой долей растворенного вещества 6 % плотностью  $1,048 \text{ г/см}^3$  ?

38. Вычислите эквивалентную и молярную концентрации раствора азотной кислоты  $\text{HNO}_3$  с массовой долей растворенного вещества 20,8 %, плотностью 1,12 г/см<sup>3</sup>. Сколько граммов кислоты содержится в 4 л этого раствора?
39. Из 700 г раствора серной кислоты с массовой долей растворенного вещества 60 % выпариванием удалили 200 г воды. Чему равна массовая доля растворенного вещества в оставшемся растворе (в процентах)?
40. Жесткость воды. Какие соли обуславливают жесткость? Как они образуются в природных водах?
41. Опишите термохимический метод умягчения воды. Ответ мотивируйте соответственными уравнениями реакций.
42. Содово-известковый и фосфатный методы умягчения воды. Какое количество извести  $\text{CaO}$  и соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  необходимо для умягчения 500 л воды, жесткость которой равна 4 мг-экв/л?
43. Какие соединения обуславливают временную жесткость, какие постоянную? Магниева жесткость воды равна 4 мг-экв/л, содержание ионов кальция равно 80 мг/л. Чему равна общая жесткость воды?
44. Умягчение воды методом обмена ионов.
45. С какой целью производят известкование воды? Напишите уравнения происходящих реакций. Вычислите количество 60 %-ой извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , необходимое для умягчения 1 м<sup>3</sup> воды с общей жесткостью 8 мг-экв/л.
46. Вычислите жесткость воды, зная, что в 600 л ее содержится 65,7 г гидрокарбоната магния и 61,2 г сульфата кальция.
47. Определите необходимую дозу  $\text{CaO}$ , мг/л, для обработки воды со следующими данными: карбонатная жесткость 45 мг-экв/л; свободная  $\text{CO}_2$  - 15 мг/л, ионов магния  $\text{Mg}^{2+}$  - 18 мг/л; активного продукта в извести 60 %.
48. Какое количество  $\text{MgSO}_4$  надо растворить в 1 л дистиллированной воды, чтобы получить воду с жесткостью 5 мг-экв/л. Содержание ионов магния в воде равно 36 мг/л, кальция - 61 мг/л. Чему равна общая жесткость?
49. Катионитовый фильтр объемом 75 м<sup>3</sup> умягчил 1,5 м<sup>3</sup> воды с первоначальной жесткостью воды 10 мг-экв/л. Какая обменная емкость катионита? Дайте характеристику ионообменных смол.
50. Определите количество воды в литрах, которое может умягчить катионитовый фильтр объемом 3 м<sup>3</sup> с обменной емкостью 200 г-экв/л, если общая жесткость воды равна 6 мг-экв/л. Что собой представляет катионитовый фильтр? Назовите этапы работы

катионитового фильтра.

51. Вода с карбонатной жесткостью 3,5 мг-экв/л подвергается Na-катионированию. Определите концентрацию бикарбоната натрия, мг/л, в умягченной воде. Опишите процесс двухступенчатого процесса Na-катионирования. Какие реакции имеют место в данном процессе?

52. Рассчитайте расход соли на одну регенерацию катионита, если высота слоя катионита 2 м, обменная емкость 280 г-экв/м<sup>3</sup>, удельный 200 г/г-экв, диаметр фильтра 2,5 м. Опишите процесс умягчения воды при параллельном фильтровании через аммоний-катионит и Na-катионит.

53. Когда производят подщелачивание воды при коагуляции сернокислым алюминием? Как вызвать хлопьеобразование, если коагуляция воды происходит при низкой температуре? Как поступают, когда временная жесткость, необходимая для использования всей дозы коагулянта, недостаточна? Вычислите оптимальную дозу коагулянта Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> при мутности воды, равной 100 мг/л.

54. Обеззараживание воды хлором и хлорсодержащими веществами. Понятие «активный хлор». Определите содержание активного хлора в хлорной извести следующего состава: 3CaOCl<sub>2</sub> · Ca(OH)<sub>2</sub> · 5H<sub>2</sub>O.

55. От каких факторов зависит хлоропоглощаемость воды? Когда производят хлорирование воды с аммонизацией?

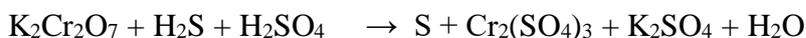
56. Дайте характеристику окислительно-восстановительных реакций. Что понимают под степенью окисления? Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, идущей по схеме



укажите окислитель, восстановитель, процесс окисления и восстановления.

57. Исходя из степени окисления азота, серы и марганца в соединениях NH<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MnO<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub>, определите, какие из них могут быть только восстановителями, только окислителями и какие проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства.

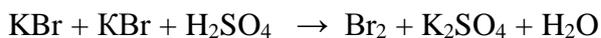
58. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между следующими веществами: а) H<sub>2</sub>S и HJ; б) H<sub>2</sub>S и H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>; в) H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> и HClO<sub>4</sub>. На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме



Укажите окислитель, восстановитель, процесс окисления, восстановления.

59. Исходя из степени окисления хлора в соединениях: HCl, HClO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, определите,

какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнение реакции, идущей по схеме



60. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между веществами: а)  $\text{NH}_3$  и  $\text{KMnO}_4$ ; б)  $\text{HNO}_2$  и  $\text{HJ}$ ; в)  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{Se}$ ? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнение реакции, идущей по схеме



61. В каком соотношении необходимо смешать кислые и щелочные сточные воды для их полной нейтрализации, зная, что щелочность сточных вод равна 10 мг-экв/л, а кислотность - 20 мг-экв/л. Рассчитайте необходимое весовое количество гашеной извести для нейтрализации 500 м<sup>3</sup> сточных вод, содержащих 4,5 г/л серной кислоты.

62. Сточные воды травильного цеха содержат серную кислоту в количестве 4,5 г/л. Сколько негашеной извести нужно для нейтрализации кислоты, если объем сточных вод составляет 1 м<sup>3</sup> ?.

63. Коллоидное состояние вещества. Классификация коллоидных систем. Коагуляция и седиментация (мотивировать ответ на примерах)

64. Строение коллоидных частиц. Природа двойного электрического слоя.  $\zeta$ - и  $\epsilon$ -потенциал. Изозлектрическое состояние. Представьте условную химическую формулу строения мицеллы коллоидного раствора кремниевой кислоты, если в растворе имеются  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ;  $\text{K}^+$ ;  $\text{SiO}_3^{2-}$ . Представьте строение мицеллы в изозлектрическом состоянии.

65. Электрокинетические явления. Электроосмос, электрофорез и их практическое применение.

66. Общая характеристика сорбционных процессов. Сорбционное равновесие.

67. Сорбция на границе раздела твердое вещество-жидкость. Изотермы сорбции.

68. Формы угольной кислоты. Установите соотношение между концентрациями гидрокарбонатного иона  $\text{HCO}_3^-$  и угольной кислоты  $\text{H}_2\text{CO}_3$  при  $\text{pH} = 4$ ,  $t^\circ = 25^\circ$ , если константа диссоциации угольной кислоты по первой ступени  $K_1 = 4 \cdot 10^{-7}$ .

69. Стабильность воды. Методы определения стабильности. Определите соотношение между концентрациями ионов  $[\text{CO}_3^{2-}]$  и  $[\text{HCO}_3^-]$  при  $\text{pH} = 12$ ,  $t^\circ = 25^\circ\text{C}$ , если константа диссоциации по второй ступени  $K_2 = 5,6 \cdot 10^{-11}$ .

70. Определите стабильность воды, если в ней содержится  $[\text{CO}_2] = 44 \text{ мг/л}$ ,

$[\text{HCO}_3^-] = 122 \text{ мг/л}$  и  $[\text{Ca}^{2+}] = 80 \text{ мг/л}$ . Определите концентрацию  $[\text{HCO}_3^-]$  в воде при  $\text{pH} =$

- 10, концентрации  $[\text{CO}_3^{2-}] = 4$  г-ион/л, константе диссоциации  $K_2 = 5,6 \cdot 10^{-11}$ .
71. Состав и показатели качества сточных вод.
72. Методы очистки сточных вод. Деструктивные и регенеративные методы. Приемы, используемые в процессе очистки сточных вод.
73. Морфология бактерий. Строение бактериальной клетки.
74. Размножение, движение, спорообразование бактерий.
75. Питание, обмен веществ, ферменты. Классификация ферментов.
76. Дыхание микроорганизмов и их роль в круговороте веществ в природе.
77. Влияние внешних условий на развитие микроорганизмов. Факторы роста.
78. Аэробные процессы очистки сточных вод. Биологические фильтры. Биоценозы биологической пленки.
79. Аэротенки. Биоценоз активного ила. Иловый индекс, возраст активного ила.
80. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Механизм метанового брожения. Сбраживание в метантенках.
81. Объем Мирового океана  $1370$  млн.  $\text{км}^3$ , а в одной капле воды ( $\sim 0,03$  мл) содержится  $250$  млрд. атомов урана. Оцените массу урана в Мировом океане и сравните его запасы в океанической воде с запасами в разведанных месторождениях на суше –  $18$  млн.т.
82. Молярная концентрация золота в морской воде равна  $2,5 \cdot 10^{-11}$  моль/л, а в  $1$  т золотоносной руды содержится  $10$  г золота (указаны средние значения). Рассчитайте: 1) объем морской воды, в котором содержится  $1$  кг золота;
- 2) во сколько раз массовая доля золота в промышленных рудах больше его массовой доли в морской воде (плотность воды  $\sim 1$  г/см<sup>3</sup>);
- 3) оцените максимальные затраты на добычу руды и выделение из неё  $1$  кг золота, если его цена равна  $\sim 10$ \$/г;
- 4) предположите, какие экологические и экономические последствия можно ожидать для страны, которая продаёт золото, а покупает табак и алкогольные напитки.
83. Концентрация ионов водорода в дождевых водах Нигерии во время грозы достигает  $0,001$  моль/л. Выполните следующие задания: 1) объясните появление ионов водорода в дождевой воде и напишите уравнения соответствующих реакций; 2) рассчитайте массу кислоты в дождевой воде массой  $1 \cdot 10^5$  т (масса среднего грозового облака); 3) оцените массу углекислого газа, поступающую в атмосферу после выпадения таких осадков в районах, содержащих карбонатные породы.

84. В Центральной Европе и Северной Америке бывают дожди, в которых концентрация ионов водорода достигает  $1 \times 10^{-4}$  моль/л ( $\text{pH} = 4$ ). Оцените массы серной и азотной кислот в 1 т дождевой воды, исходя из следующих предположений: 1) кислую среду создает только серная кислота; 2) только азотная кислота; 3) смесь кислот в молярном отношении 1:1. Проанализируйте, какая дождевая вода (из указанных) опаснее для мраморных и известняковых сооружений?

85. Кислотные дожди разрушают памятники культуры. Сравнительно прочный мрамор реагирует с раствором серной кислоты и превращается в гипс ( $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ). Смена температур, потоки дождя и ветер быстро разрушают этот мягкий материал. Оцените объем дождевой воды, содержащей серную кислоту ( $\text{pH} = 4$ ), при контакте с которой слой мрамора толщиной 1 мм и площадью  $10 \text{ м}^2$  превращается в гипс. Плотность мрамора  $2,8 \text{ г/см}^3$ ; степени диссоциации серной кислоты, как по первой, так и по второй ступени 100%. Оцените достоверность полученного значения.

86. На дне Черного моря постоянно образуется сероводород – это результат жизнедеятельности сульфатвосстанавливающих бактерий. Происходящий процесс можно выразить схемой:



Рассчитайте объем (н.у.) сероводорода, образующегося при восстановлении 1 кг сульфата кальция, и объясните, почему верхние слои воды (менее 150-200 м) не содержат сероводорода.

87. Фотосинтезирующие бактерии (например, пурпурные и зеленые серобактерии) восстанавливают углекислый газ, используя, сероводород как донор водорода. Совокупность этих процессов можно упрощенно представить в виде схемы:



В связи с этим микроорганизмы играют важную роль в очистке от сероводорода освещенных загрязненных водоемов, в которых этот газ образуется в результате разложения органических веществ. Рассчитайте: 1) массу сероводорода, расходуемого при синтезе микроорганизмами углевода массой 90 г; 2) объем очищенной при этом воды, если учесть, что в результате жизнедеятельности бактерий концентрация сероводорода снизилась на 80% и составила 0,5 мг/л (вода с таким содержанием  $\text{H}_2\text{S}$  пригодна для использования в технике).

88. В процессе развития водоросли потребляют 16 атомов азота на каждый использованный атом фосфора. Уравнение синтеза клеточного вещества водорослей в ионно-молекулярной форме может быть упрощенно записано следующим образом:  
 $106\text{CO}_2 + 16\text{NO}_3^- + \text{HPO}_4^{2-} + 122\text{H}_2\text{O} + 18\text{H}^+ \rightarrow \text{C}_{106}\text{H}_{263}\text{O}_{110}\text{N}_{16}\text{P}_1 + 138\text{O}_2.$

Следовательно, если в воде отношение  $n(\text{N}) : n(\text{P})$  окажется больше, чем 16:1, лимитирующим фактором роста будет фосфор, в противном случае – азот. На основе экологических наблюдений для озёр и водохранилищ установлены допустимые

концентрации фосфора (0,01 мг/л) и азота (0,3мг/л), одновременное превышение которых приводит к усиленному росту водорослей. Определите, будет ли наблюдаться цветение озера, если концентрация гидрофосфат-ионов в озере равна 0,024 мг/л, а нитрат-ионов 6,2 мг/л, и найдите отношение числа атомов азота к числу атомов фосфора в этом водоеме (гидрофосфат и нитрат-ионы – основные химические формы азота и фосфора в воде). Предложите способы ограничения роста водорослей в водоемах.

89. В подземных водах железо обычно находится в виде гидрокарбоната железа (II), причем концентрация ионов железа может превышать предельно допустимую концентрацию в питьевой воде (0,3 мг/мл). Эти воды очищают от железа упрощенной аэрацией: свободным падением воды с высоты 0,4 – 0,6 м с последующим фильтрованием через слой зернистого материала. Какая масса осадка – гидроксида железа (III) – может выпасть при аэрации 100 т воды с концентрацией ионов  $Fe^{2+}$  2,8 мг/л, если при этом окисляется 90 % ионов  $Fe^{2+}$ ?

90. Оцените, на сколько метров поднимется уровень океанов, если все ледники растают. Условия расчета: а) объем льда в ледниках всего земного шара равен ~ 24млн. км<sup>3</sup>; б) радиус Земли 6370 км; в) океаны занимают 71 % поверхности планеты; г) плотность льда 0,92 г/см<sup>3</sup>, плотность воды 1,00 г/см<sup>3</sup>.

### *Для промежуточного контроля*

## Вопросы к зачету

### **ОК-7— способностью к самоорганизации и самообразованию;**

№ п/п	Наименование вопроса
1.	Вода и биосфера. Хозяйственно-питьевое, сельскохозяйственное и промышленное водоснабжение. Связь водоснабжения, обводнения и водоотведения с глобальным круговоротом веществ. Технический прогресс и охрана водных ресурсов.
2.	Строение молекулы воды. Структура льда, жидкой воды и пара. Физико-химические свойства воды. Аномалии свойств воды и их связь со структурой. Диаграмма состояния воды. Фазовые равновесия.
3.	Растворы. Растворимость газов в жидкостях, взаимная растворимость жидкостей, растворимость твердых веществ. Концентрация растворов.
4.	Растворы электролитов. Сильные и слабые электролиты. Количественные характеристики процесса электролитической диссоциации.
5.	Взаимодействия в растворах электролитов и неэлектролитов.
6.	Диссоциация воды. Шкала рН. Буферные растворы, их роль в работе очистных сооружений химической очистке воды, в практике АПК, объемном химическом анализе. Буферная емкость.
7.	Электрохимические процессы. Электролиз для очистки воды (электрокоагуляция, электрофлотация и др.). Коррозия, ее виды, механизмы процессов и факторы на нее влияющие.

8.	Скорость химических процессов. Факторы, определяющие достижение химического равновесия в реагирующей системе.
9.	Система сапробности организмов и ее применение для оценки степени загрязненности водоемов.
10.	Различные методы опреснения воды: дистилляция, вымораживание, электрохимический метод, метод ионного обмена.
11.	Строение бактериальной клетки. Химический состав бактерий. Питание и дыхание бактерий.
12.	Природные воды и их характеристика.
13.	Свойства хлора и химические основы хлорирования. Хлорирующие реагенты, гидролиз. Хлоропоглощаемость воды. Дехлорирование воды. Хлорирование с предварительной аммонизацией.
14.	Морфология бактерий. Нитчатые формы бактерий. Изменчивость микроорганизмов.
15.	Механические методы очистки сточных вод. Отстаивание. Коагуляция.
16.	Методы удаления тяжелых металлов. Реагентные методы. Ионный обмен. Гальванокоагуляторы.
17.	Микрофлора и микрофауна активного ила.
18.	Факторы, влияющие на скорость реакции. Закон действия масс для гомогенной и гетерогенной реакции. Энергия активации.
19.	Применение флотации для очистки воды. Виды флотации. Механизм действия.
20.	Характер и источники загрязнения водоемов.
21.	Факторы, влияющие на скорость реакции. Закон действия масс для гомогенной и гетерогенной реакции. Энергия активации.
22.	Применение флотации для очистки воды. Виды флотации. Механизм действия.
23.	Характер и источники загрязнения водоемов.
24.	Влияние внешних условий на развитие микроорганизмов. Факторы роста. Влияние температуры света, реакции среды.
25.	Поверхностные явления. Адсорбция на границе жидкость-газ, жидкость-жидкость, газ-твердое тело. Практическое применение адсорбции.
26.	Бактериологический анализ. Выделение чистых культур.

**ОПК-1 — способность предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности**

27.	Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагуляция. Флокуляция. Механизм действия.
28.	Химические показатели качества воды, рН, жесткость, ХПК, БПК.
29.	Самоочищение водоема от патогенной микрофлоры.
30.	Методы осветления и частичного обесцвечивания воды, обработка воды коагулянтами, выбор оптимальных условий, расчет дозы коагулянта.
31.	Угольная кислота. Определение агрессивности.
32.	Окисление органических веществ в аэробных условиях.
33.	Методы получения коллоидных растворов. Строение мицеллы.
34.	Физиология микроорганизмов. Аэробное и анаэробное дыхание. Брожение.
35.	Окисляемость. Методы определения.

36.	Окислительно-восстановительные потенциалы. Определение окислительно-восстановительных условий пресной воды открытых водоемов.
37.	Основные приемы технического воздействия на микробное население воды. Вредные и полезные микроорганизмы. Жизнедеятельность микроорганизмов на водопроводных очистных сооружениях.
38.	Санитарно - химический анализ природных вод. Физические показатели качества воды.
39.	Определение прозрачности, мутности, цветности, взвешенных веществ и окисляемости воды.
40.	Растворы. Способы выражения концентрации растворов: молярная, молярная концентрация эквивалентов, моляльность, массовая доля, титр. Рассчитайте массу гидроксида натрия и массу воды, необходимую для приготовления 500г 5% моющего раствора.
41.	Участие микроорганизмов в круговороте веществ в природе. Ультрамикробы.
42.	Факторы, влияющие на скорость химических реакции. Энергия активации. Гомогенный и гетерогенный катализ.
43.	Простейшие. Общие сведения о строении клетки и местах их обитания. Основы классификации простейших.
44.	Общая, постоянная, временная жесткость воды. Методы умягчения воды.
45.	Механические методы очистки воды. Фильтрация. Песколовки. Отстойники.
46.	Влияние физических, химических биологических факторов на развитие микроорганизмов.
47.	Определение агрессивности угольной кислоты в воде.
48.	Физико-химические методы очистки воды. Флотация.
49.	Аэробные процессы очистки сточных вод. Биологические пруды. Эффективность аэробных методов очистки сточных вод.
50.	Поверхностные явления. Адсорбция и хемосорбция. Поверхностно активные и поверхностно-инактивные вещества.
51.	Методы извлечения эмульгированных веществ: флотация, электрофлотация.
52.	Жесткость воды. Способы ее снижения.
53.	Обеззараживание воды. Обеззараживание воды хлором, хлорсодержащими веществами, йодом, озоном, ионами серебра.

**ПК-16— способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.**

54.	Водоросли, грибы, простейшие, колеровки, черви и бактерии.
55.	Очистные сооружения Септик-танк. Двухъярусный отстойник.
56.	Основные компоненты физико-химического состава природных вод: взвешенные вещества, ионы, растворенные газы, микроэлементы.
57.	Методы удаления поверхностно - активных веществ: биологический, адсорбционный ионообменный, метод пенной сепарации.
58.	Жесткость воды. Методы определения.
59.	Методы определения реакции среды электролитов. Рассчитайте pH речной воды, если концентрации гидроксид ионов в ней $10^{-5}$ моль/л.

60.	Временная жесткость воды. Способы ее устранения. Рассчитайте массу гашеной извести, необходимой для устранения временной жесткости в одном кубическом метре воды, если жесткость воды 7°Ж.
61.	Комплексные соединения. Координационная теория Вернера. Методы получения. Внутренняя и внешняя координационные сферы комплексов. Структура внутренней координационной сферы. Центральный атом - комплексообразователь, лиганды, координационное число, заряд комплексного иона. Химическая связь в координационных соединениях. Типы комплексных соединений. Значение комплексных соединений в химии, биологии, сельском хозяйстве и технике.
62.	Какие виды качественного химического анализа вы знаете? Какие анионы относятся к 1-й и 2-й аналитическим группам и их химические характеристики? Приведите уравнения реакций отдельного обнаружения сульфат, карбонат, ортофосфат и хлорид ионов; укажите аналитические эффекты.
63.	Обратимость химических реакций. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Состояние динамического химического равновесия, условия и признаки равновесного состояния. Константа химического равновесия, ее роль в оценке направленности химических реакций. Смещение равновесия при изменении концентрации реагирующих веществ, температуры и давления. Принцип Ле - Шателье. Роль представлений о химическом равновесии в понимании и оценке химических и биологических процессов.
64.	Титриметрия. Основные понятия - титрование, титрант, точка эквивалентности (ее фиксирование химическими методами, физико-химическими методами. Конечная точка титрования, степень оттитрованности, кривая титрования, аликвота (определения). Основное уравнение титриметрии. Молярная концентрация эквивалента. Требования к реакциям в титриметрическом анализе.
65.	Коррозия технического железа в различных водных средах и методы защиты его от коррозии.
66.	Скорость химических реакций и её зависимость от концентрации и температуры. Закон действующих масс К. Гульдберга и П. Вааге. Константа скорости химической реакции, ее физический смысл. Закон Вант-Гоффа. Энергия активации.
67.	Понятие об электродах и электродных потенциалах. Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов. Уравнение Нернста.

68.	Удаление примесей из воды. Коагулянты (примеры). Коагуляция. Осаждение (приведите химизм процессов при добавлении извести, кальцинированной соды и алюмината натрия). Процессы ионного обмена – типовая процедура умягчения воды.
69.	Общие сведения о растворах. Типы растворов. Водные и неводные растворы. Энергетика процесса растворения. Растворимость веществ. Зависимость растворимости от природы и свойств растворителя и растворённого вещества.
70.	Понятие о дисперсных системах; их классификация. Коллоидные растворы. Методы их получения. Седиментационная и агрегативная устойчивость коллоидов. Коагуляция. Гелеобразование.
71.	В чем уникальность воды? Фазовая диаграмма состояния воды, ее практическое значение. Каков химический состав природных вод? Какие газы, а также другие типы примесей может содержать природная вода?

72.	Каковы недостатки и преимущества умягчения воды известью и кальцинированной содой? Какова роль коагулянтов в этом процессе? Коагуляция и флокуляция. Химизм реакции извести и карбоната натрия в процессе умягчения воды.
73.	Коллоидные системы. Способы получения, устойчивость и разрушение. Составьте формулу мицеллы золя кремниевой кислоты, изобразите схему строения мицеллы, определите заряд коллоидной частицы.
74.	К раствору $\text{Na}_2\text{CO}_3$ добавили следующие вещества: а) $\text{HCl}$ ; б) $\text{NaOH}$ ; в) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ; г) $\text{K}_2\text{S}$ . В каких случаях гидролиз карбоната натрия усилится? Почему? Составьте ионно-молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.
75.	Вода как растворитель. Временная и постоянная жесткость воды. Способы ее устранения. Составьте уравнения соответствующих реакций устранения жесткости воды.
76.	Что называется ионным произведением воды? Вычислите $\text{pH}$ и $\text{pOH}$ 0,01н раствора уксусной кислоты, степень ионизации которой в этом растворе равна 4,2 %.
77.	Имеется раствор $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ с массовой долей $\omega = 10\%$ и плотностью $\rho = 1,105 \text{ г/см}^3$ . Каковы молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, молярность и молярная доля вещества этого раствора?
78.	Как зависит степень гидролиза от температуры? Почему? В какую сторону сместится равновесие гидролиза $\text{NaCN}$ , если к раствору прибавить: а) щелочь; б) сильную кислоту; в) хлорид аммония.
79.	Методы дехлорирования воды. Уравнения процессов, происходящих при дехлорировании воды.
80.	Реагентные методы очистки сточных вод: обработка коагулянтами, нейтрализация кислот и оснований.

Вопросы, выносимые на зачет, доводятся до сведения студентов за месяц до его сдачи.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

**При проверке кейс-заданий** оцениваются: - последовательность и рациональность выполнения; точность формулировок; обоснованность решений.

Оценка «отлично» выставляется при условии оригинального обоснованного правильного ответа студента.

Оценка «хорошо» выставляется при условии обоснованного правильного ответа, содержащего 1-2 неточности.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного подхода к решению задания, 70 % задания выполнено, верно.

Оценка «неудовлетворительно» ↓ обнаруживается существенное непонимание проблемы или кейс-задание не представлено вообще.

**При проверке контрольных работ,** оцениваются: - последовательность и рациональность выполнения; точность

формулировок; обоснованность решений практических задач.

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 90 % заданий;

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 75 % заданий;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее 60 % заданий.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее 60 % заданий.

### **Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования**

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85 % тестовых заданий;

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70 % тестовых заданий;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее 51 % тестовых заданий;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

**Критериями оценки реферата** являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** ↓ выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** ↓ основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка **«удовлетворительно»** ↓ имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка **«неудовлетворительно»** ↓ тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

### **Критерии оценки участия в дискуссии:**

Оценивается знание материала, способность к его обобщению, критическому осмыслению, систематизации, умение анализировать логику рассуждений и высказываний: навыки публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.

Оценка **«отлично»** ставится, если: студент полно усвоил учебный материал. Проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления, публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; высказывать свою точку зрения; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков. Могут быть допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Оценка **«хорошо»** ставится, если: ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если: не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала. Допущены ошибки в определении понятий, при использовании химической терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.

### **Критерии оценки знаний студента при сдаче зачета:**

Зачет выставляется студенту, 1) который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Студенту, усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

2) студенту, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Студенту, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

3) студенту, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности. Сделал небольшое количество ошибок, не препятствующих общему пониманию результатов химических превращений, знает взаимосвязи между классами соединений, отвечает на вопросы в основном полно при слабом логическом оформлении высказывания.

Зачет не выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при ответах на вопросы билета, не может логически правильно передать информацию.

## **8 Перечень основной и дополнительной литературы**

### **Основная литература:**

1. Шиян, Л. Н. Химия воды. Водоподготовка : учебное пособие / Л. Н. Шиян. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 83 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <http://www.iprbookshop.ru/34732.html>

2. Алифанова, А. И. Химия воды и микробиология : учебное пособие / А. И. Алифанова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 78 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <http://www.iprbookshop.ru/28416.html>

3. Вербицкая, Н. И. Общая химия «Комплексные соединения» : методические указания / Н. И. Вербицкая. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005. — 17 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <http://www.iprbookshop.ru/51602.html>

### **Дополнительная**

1. Алифанова, А. И. Контроль качества воды : учебное пособие / А. И. Алифанова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 103 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <http://www.iprbookshop.ru/28352.html>

2. Ковальчукова, О. В. Химия : учебное пособие / О. В. Ковальчукова, О. А. Егорова. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2011. — 156 с. — ISBN 978-5-209-03615-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <http://www.iprbookshop.ru/11429.html>

3. Химия воды и микробиология : учебно-методическое пособие к практическим занятиям / составители В. Ф. Бабкин, В. Н. Яценко, Е. П. Евсеев. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 97 с. — ISBN 978-5-89040-598-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <http://www.iprbookshop.ru/60719.html>

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№	Наименование ресурса	Тематика	Начало действия и срок действия договора	Наименование организации и номер договора
1	Znanium.com	Универсальная	17.07.2019 16.07.2020  17.07.2020 16.01.2021  17.01.21 16.07.21  17.07.21 16.01.22	Договор № 3818 ЭБС от 11.06.19  Договор 4517 ЭБС от 03.07.20  Договор 4943 ЭБС от 23.12.20  Договор 5291 ЭБС от 02.07.21
2	Издательство «Лань»	Ветеринария Сельск. хоз-во Технология хранения и переработки пищевых продуктов	13.01.2020 12.01.2021  13.01.21 12.01.22	ООО «Изд-во Лань» Контракт №940 от 12.12.19  Контракт № 814 от 23.12.20 (с 2021 года отд. контракты на ветеринарию и технологию перераб.) Контракт № 512 от 23.12.20.
3	IPRbook	Универсальная	12.11.2019- 11.05.2020  12.05.2020 11.11.2020  12.11.2020 11.05.2021  12.05.2021	ООО «Ай Пи Эр Медиа» Лицензионный договор №5891/19 от 12.11.19  ООО «Ай Пи Эр Медиа» Лицензионный договор №6707/20 от 06.05.20

			11.10.2021	ООО «Ай Пи Эр Медиа» Лицензионный договор №7239/20 от 27.10.20  ООО «Ай Пи Эр Медиа» Лицензионный договор №7937/21П от 12.05.21
	Юрайт	Раздел «Легендарные книги» Гуманитарные, естественные науки, биологические, технические, сельское хозяйство	08.10.2019 08.10.2020 , продлен на год до 08.10.2021	От 08.10.2019 № 4239 Безвозмездный, с правом ежегодного продления Раздел «Легендарные книги»

### **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1 Кайгородова Е. А. Неорганическая и аналитическая химия : учеб.-метод. пособие / Е. А. Кайгородова, И. И. Сидорова. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 138 с.

[http://edu.kubsau.ru/file.php/105/02\\_Neorganicheskaja\\_i\\_analiticheskaja\\_khimija.\\_Uch.-metod.\\_posobie\\_dlja\\_studentov\\_veterinarnogo\\_fakulteta.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/02_Neorganicheskaja_i_analiticheskaja_khimija._Uch.-metod._posobie_dlja_studentov_veterinarnogo_fakulteta.pdf)

2 Наумова Г.М. Техника ведения химического эксперимента в лаборатории химии / Г.М. Наумова, Е.К. Яблонская, Е.А Кайгородова. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 80 с.

[http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/08\\_tekhnika\\_vedenija\\_khimicheskogo\\_eksperimenta.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/08_tekhnika_vedenija_khimicheskogo_eksperimenta.pdf)

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов

промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

### 11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3	Система тестирования INDIGO	Тестирование

### 11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>

### 11.3 Доступ к сети Интернет

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 12 Материально-техническое обеспечение обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4

1	«ХИМИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ ВОДЫ»	<p>Помещение №231 ЗОО, посадочных мест — 12; площадь — 43,2кв.м; учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №257 ЗОО, площадь — 16кв.м; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. холодильник — 1 шт.; лабораторное оборудование (весы — 2 шт.);</p> <p>Помещение №232 ЗОО, посадочных мест — 12; площадь — 42,9кв.м; Учебная специализированная лаборатория химии воды (кафедры химии) .  лабораторное оборудование (дозатор — 3 шт.); технические средства обучения (экран — 1 шт.);  специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №233 ЗОО, посадочных мест — 12; площадь — 42,4кв.м; лаборатория . специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №412 ЗОО, посадочных мест — 144; площадь — 131,7кв.м; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. сплит-система — 2 шт.; специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office.</p> <p>Помещение №234 ЗОО, посадочных мест — 12; площадь — 38,6кв.м; Учебная специализированная лаборатория аналитической химии (кафедры химии) .  лабораторное оборудование (шкаф лабораторный — 1 шт.; центрифуга — 1 шт.);  специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p>	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13
2	«ХИМИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ ВОДЫ»	<p>Помещение №420 ГД, посадочных мест — 25; площадь — 53,7кв.м; помещение для самостоятельной работы. технические средства обучения(компьютер персональный — 13 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная мебель).</p>	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

		Программное обеспечение: Windows, Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе	
--	--	--	--