МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета инженерных систем и сооружений

_____ / Яременко С. А./

«20» декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия и микробиология воды»

Направление подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Профиль Природоохранное обустройство территорий

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы _____ Е. В. Калач

Заведующий кафедрой жилищно-коммунального хозяйства _____ Н. А. Драпалюк

Руководитель ОПОП _____ Е. Э. Бурак

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование знаний о гидрохимии природных и сточных вод, теоретических основах химических, физико-химических и микробиологических процессов очистки воды в искусственных и природных условиях.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Заложить основы для понимания роли химических и биологических процессов в формировании состава природных вод и методов водоподготовки и водоочистки, овладения методами контроля качества природных и сточных вод, а также химическими аспектами методов обработки воды.

Привить навыки использования полученных знаний в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химия и микробиология воды» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Химия и микробиология воды» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-8 - Способен участвовать в научных исследованиях в области природообустройства и водопользования с учётом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности

ПК-9 - Готов к экологической экспертизе проектов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-8	Знать основные свойства воды, законы развития живых организмов в природе и принципы экологии.
	Уметь анализировать информацию для научных исследований в области природообустройства и водопользования и подготовки материалов для формирования интеллектуальной собственности
	Владеть навыками проведения работ по подготовке материалов к оформлению интеллектуальной собственности
ПК-9	Знать законы природы, основы экологии, развитие процессов в живой и неживой природе, экосистемах
	Уметь применять знания законов природы, основ экологии и микробиологии для создания и оценки проектов
	Владеть знаниями и умениями, приобретенными при

	освоении дисциплины для экологической экспертизы проектов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Химия и микробиология воды» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	 144 4	 144 4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Физико-химические свойства воды и водных растворов	Строение молекулы воды. Физические и химические свойства воды. Роль ее аномалий для жизни биосферы. Растворимость различных веществ в воде. Способы выражения концентрации растворов. Влияние растворенных веществ на свойства растворов: температура кипения, замерзания, реакция среды, окислительно-восстановитель-ные процессы. Химия природных вод. Особенности химического состава природных вод и	12	6	6	24	48

		условия его формирования. Классификация примесей на основе их фазово-дисперсного состояния. Показатели качества воды					
2	Физико-химические основы технологических процессов отработки природных вод	Удаление из воды взвешенных и коллоидных примесей. Классификация и свойства гетерогенных дисперсных систем. Адсорбция и поверхностно-активные вещества. Факторы агрегативной устойчивости коллоидных систем. Обработка воды коагулянтами. Оптимальная доза коагулянта, коагулирование с подщелачиванием. Коагулянты и требования, предъявляемые к ним. Флокулянты и механизм их действия. Электрокоагуляция. Физико-химические основы удаления из воды растворенных примесей. Жесткость воды, виды жесткости и единицы ее измерения. Умягчение и обессоливание воды физическими, химическими и физико-химическими методами. Механизм и закономерности ионного обмена, регенерация ионитов. Удаление из воды растворенных газов, соединений железа, марганца, кремния, радиоактивных и поверхностно-активных веществ. Фторирование и дефторирование воды. Физико-химические основы процессов обеззараживания воды. Реагентное обеззараживание. Хлорирование, хлорирующие реагенты, механизм обеззараживающего действия. Активный хлор,	12	6	6	24	48

		хлороемкость воды, методы хлорирования. Озонирование воды. Олигодинамия. Техника безопасности при работе с обеззараживающими средствами. Физические методы обеззараживания. Сравнительная оценка методов обеззараживания, их эффективности и экономики. Химия сточных вод. Классификация сточных вод. Характеристика основных примесей бытовых и производственных сточных вод. Показатели загрязненности сточных вод, основные виды анализа и нормы ПДК. Физико-химические основы процессов обработки сточных вод. Регенеративные и деструктивные методы очистки их особенности и области применения. Роль регенеративных методов в разработке новых видов безотходных технологий.					
3	Общая микробиология	Микрофлора человека и животных. Патогенные микроорганизмы и инфекции, распространяющиеся через воду. Санитарно-показательные микроорганизмы воды и требования, предъявляемые к ним. Коли-тест. Санитарно – эпидемиологическая опасность сточных вод. Социальная, экономическое и санитарное значение очистных сооружений, водопровода и канализации. Процессы загрязнения и самоочищения водоемов. Экологические системы пресных поверхностных водоёмов. Характер и источники загрязнения, первичное и вторичное	12	6	6	24	48

		загрязнение водоёмов. Роль биологических элементов в процессах эвтрофикации. Система сапробности и её применение для оценки степени загрязнения вод. Процессы самоочищения водоёмов. Влияние гидробионтов на качество воды и работу гидротехнических сооружений. Предотвращение биообрастаний. Роль микроорганизмов в процессах очистки сточных вод. Биохимическое окисление органических веществ в аэробных условиях. Микрофлора и микрофауна активного ила и биопленки, факторы, определяющие их. Условия работы аэротенка и биофильтра, контроль качества очищаемой воды и эффективности работы очистных сооружений. Почвенные методы очистки сточных вод. Биохимическое окисление органических веществ в аэробных условиях. Последовательность разложения сложных органических веществ в анаэробных условиях. Оптимальные условия существования микроорганизмов, осуществляющих процесс брожения. Основные сооружения для сбраживания осадка. Бактериологический и гельминтологический контроль степени обезвреженности осадка.					
		Итого	**36**	**18**	**18**	**72**	**144**

5.2 Перечень лабораторных работ

№п.п.	Наименование лабораторной работы	К-во часов
1	Техника безопасности и правила работы в химической лаборатории. Физические показатели качества воды. Определение цветности и мутности методом фотометрии	4
2	Основы количественного анализа. Определение кислотности и щелочности воды	4
3	Определение хлорид-ионов методом аргентометрии	4
4	Определение жесткости и умягчение воды.	4
5	Основы микробиологии	2

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Гравиметрические методы анализа воды»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

• анализ современных литературных данных по теме;

• построение рабочей гипотезы;

• получение результатов, их обработка и обсуждение.

Курсовая работа включат в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компе-тенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-8	Знать основные свойства воды, законы развития живых организмов в	Отчет лабораторных работ, самостоятельная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	природе и принципы экологии.		рабочих программах	в рабочих программах
	Уметь анализировать информацию для научных исследований в области природообустройства и водопользования и подготовки материалов для формирования интеллектуальной собственности	Отчет лабораторных работ, самостоятельная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками проведения работ по подготовке материалов к оформлению интеллектуальной собственности	Отчет лабораторных работ, самостоятельная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-9	Знать законы природы, основы экологии, развитие процессов в живой и неживой природе, экосистемах	Отчет лабораторных работ, самостоятельная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять знания законов природы, основ экологии и микробиологии для создания и оценки проектов	Отчет лабораторных работ, самостоятельная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть знаниями и умениями, приобретенными при освоении дисциплины для экологической экспертизы проектов	Отчет лабораторных работ, самостоятельная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компе-тенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-8	Знать основные свойства воды, законы развития живых организмов в природе и принципы экологии.	Тест, защита курсовой работы	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь анализировать информацию для научных исследований в области	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	природообустройства и водопользования и подготовки материалов для формирования интеллектуальной собственности			
	Владеть навыками проведения работ по подготовке материалов к оформлению интеллектуальной собственности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-9	Знать законы природы, основы экологии, развитие процессов в живой и неживой природе, экосистемах	Тест, защита курсовой работы	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь применять знания законов природы, основ экологии и микробиологии для создания и оценки проектов	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть знаниями и умениями, приобретенными при освоении дисциплины для экологической экспертизы проектов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Не предусмотрено учебным планом

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задача 1. Какая масса KNO_3 выделится из раствора массой 1,344 кг, насыщенного при 80^0С и охлажденного до 10^0С, если растворимость соли при этих температурах соответственно равна 169 и 21,2 г? Какова будет при этом массовая доля потерь соли?

Решение

Исходя из растворимости KNO_3 при 80^0С, найдем состав насыщенного при этой температуре раствора:

100 г воды растворяют 169 г KNO_3, т.е. общая масса раствора составляет 269 г, отсюда следует, что

269 г раствора содержат 169 г соли,

1344 г раствора содержат **X** г соли,

$$\mathbf{X} = \frac{1344 \cdot 169}{269} = 844{,}4 \text{ г } KNO_3.$$

Масса воды в насыщенном растворе KNO_3 при 80^0C будет равна 1344 - 844,4 = 499,6 (г).

При охлаждении до 10^0C раствор станет пересыщенным и из него выделится столько KNO_3 , что раствор придет в равновесие, т.е. станет насыщенным в новых условиях. Зная растворимость KNO_3 при 10^0C, запишем

100 г H_2O растворяют 21,2 г KNO_3,

499,6 г H_2O растворяют **У** г KNO_3,

$$\mathbf{У} = \frac{499{,}6 \cdot 21{,}2}{100} = 105{,}9 \text{ г } KNO_3,$$

где **У** – это содержание растворенного вещества после охлаждения раствора от 80^0C до 10^0C.

Значит при охлаждении исходного насыщенного при 80^0C раствора KNO_3 до 10^0C из него выпадет 844,4 - 105,9 = 738,5 г соли.

Потери соли при перекристаллизации, т.е. количество соли, которое останется в растворе, составят Z %. Составим пропорцию и решим её:

844,4 г - 100 %,

105,9 г - **Z** %,

$$\mathbf{Z} = \frac{105{,}9 \cdot 100}{844{,}4} = 12{,}5 \text{ %}.$$

Задача 2. В насыщенном при 90^0C растворе $K_2Cr_2O_7$ массовая доля соли составляет 45,2%. Рассчитайте растворимость $K_2Cr_2O_7$ при этой температуре.

Решение

Зная концентрацию насыщенного при 90^0C раствора соли, находим, что 100 г раствора содержат 45,2 г соли и 100 - 45,2 = 54,8 г воды, тогда растворимость ***β***, т.е. содержание соли в 100 г воды, составит

$$\beta^{90^0} = \frac{45,2 \cdot 100}{54,8} = 82,5 \text{ г.}$$

Задача 3. Сколько нужно взять воды и технического $Al_2(SO_4)_3$, содержащего 10% примесей, чтобы получить 200 г чистой соли, если ее коэффициенты растворимости соответственно равны $\beta^{100^0} = 145$ г и $\beta^{25^0} = 55$ г.

Решение

При кристаллизации $Al_2(SO_4)_3$ согласно коэффициентам растворимости из каждых 100 г воды, насыщенных солью при 100^0С, а затем охлажденных до 25^0С, выделяется

145-55=90 г соли.

Необходимую массу воды для получения 200 г очищенной соли рассчитаем:

90 г соли выделяется из 100 г H_2O,

200 г соли выделяется из **X** г H_2O,

$$\mathbf{X} = \frac{200 \cdot 100}{90} = 222,2 \text{ г.}$$

Определяем массу соли, насыщающую 222,2 г воды при 100^0С:

100 г воды растворяют 145 г соли,

222,2 г воды растворяют **У** г соли,

$$\mathbf{У} = \frac{222,2 \cdot 145}{100} = 322,2 \text{ г.}$$

Если учесть содержание примесей, то для получения заданного количества чистой соли нужно взять **Z** г технического сульфата алюминия.

322,2 г очищенной соли составляют 90%,

Z г технической соли составляют 100%,

$$\mathrm{Z} = \frac{322,2 \cdot 100}{90} = 358 \text{ г.}$$

Задача 4. Вычислите pH раствора гидроксида кальция с молярной концентрацией 0,005 моль/л, считая диссоциацию $Ca(OH)_2$ полной.

Решение. pH = - lg $[H^+]$. Гидроксид кальция при диссоциации образует ионы кальция и гидроксид-ионы. Концентрация ионов OH^- связана с концентрацией ионов H^+ ионным произведением воды:

$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$. Отсюда $[H^+] = 10^{-14} / [OH^-]$

Из уравнения диссоциации $Ca(OH)_2 \leftrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$ следует, что $[OH^-] = 2\,[Ca(OH)_2] = 2 \cdot 0{,}005 = 0{,}01$ моль/л.

$[H^+] = 10^{-14}/0{,}01 = 10^{-12}$ моль/л; pH = - lg 10^{-12} = 12.

Задача 5. Водородный показатель раствора азотистой кислоты pH=3, степень диссоциации $\alpha = 0{,}01$. Вычислите молярность ($C_м$) кислоты.

Решение. Так как водородный показатель pH = - lg $[H^+]$, то $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3}$ моль/л. Из уравнения диссоциации азотистой кислоты $HNO_2 \leftrightarrows H^+ + NO_2^-$, следует, что $[H^+] = [HNO_2]_{диссоц.} = 10^{-3}$. Из выражения $\alpha = [HNO_2]_{диссоц} / [HNO_2]_{общ.}$ следует, что

Задача 6. Какие из приведенных солей – $FeSO_4$, KCl, NH_4NO_2 – подвергаются гидролизу? Составьте молекулярные и молекулярно-ионные уравнения гидролиза солей. Какую реакцию среды имеют эти растворы?

Решение.

Соль $FeSO_4$ образована двухзарядным ионом Fe^{2+} слабого основания $Fe(OH)_2$ и ионом SO_4^{2-} сильной кислоты H_2SO_4. Гидролиз такой соли протекает в две ступени. По первой ступени ионы Fe^{2+} связывают гидроксид-ионы OH^- воды в малодиссоциирующий ион $FeOH^+$, при этом ионы H^+ накапливаются, и раствор приобретает кислую реакцию, т.е. pH < 7.

$$2FeSO_4 + 2HOH \leftrightarrow (FeOH)_2SO_4 + H_2SO_4$$

$$2Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2HOH \leftrightarrow 2FeOH^+ + SO_4^{2-} + 2H^+ + SO_4^{2-}$$

$$Fe^{2+} + HOH \leftrightarrow FeOH^+ + H^+$$

Гидролиз в обычных условиях протекает, главным образом, по первой ступени. Разбавление раствора и повышение температуры усиливает гидролиз и обусловливает его вторую ступень:

$$(FeOH)_2SO_4 + 2HOH \leftrightarrow 2Fe(OH)_2 + H_2SO_4$$

$$2FeOH^+ + SO_4^{2-} + 2HOH \leftrightarrow 2Fe(OH)_2 + 2H^+ + SO_4^{2-}$$

$$FeOH^+ + HOH \leftrightarrow Fe(OH)_2 + H^+$$

Na_2SO_3 образована сильным основанием NaOH и слабой двухосновной кислотой H_2SO_3. Гидролиз обусловливают двухзарядные ионы SO_3^{2-}. Гидролиз практически ограничивается первой ступенью:

$$Na_2SO_3 + HOH \leftrightarrow NaOH + NaHSO_3$$

$$2Na^+ + SO_3^{2-} + HOH \leftrightarrow Na^+ + OH^- + Na^+ + HSO_3^-$$

$$SO_3^{2-} + HOH \leftrightarrow OH^- + HSO_3^-$$

Вторая ступень гидролиза соли Na_2SO_3 выражается уравнением:

$$NaHSO_3 + HOH \leftrightarrow NaOH + H_2SO_3$$

$$Na^+ + HSO_3^- + HOH \leftrightarrow Na^+ + OH^- + H_2SO_3$$

$$HSO_3^- + HOH \leftrightarrow OH^- + H_2SO_3$$

Ионы SO_3^{2-} связывают ионы H^+ в малодиссоциирующие ионы, при этом гидроксид-ионы накапливаются в растворе, и его среда ставится щелочной, т.е. pH >7.

Соль NH_4NO_2 образована слабым основанием NH_4OH и слабой кислотой HNO_2:

Катион NH_4^+ связывает гидроксид-ион OH^-, образуя слабое основание NH_4OH, анион NO_3^- связывает ионы H^+ в слабую кислоту HNO_2.

$$NH_4NO_2 + HOH \rightarrow NH_4OH + HNO_2$$

$$NH_4^+ + NO_2^- + HOH \rightarrow NH_4OH + HNO_2$$

Реакцию раствора можно определить, сравнив константы диссоциации слабых электролитов - продуктов гидролиза: Кд $(HNO_2) = 5{,}1 \cdot 10^{-4}$;

$К_д$ $(NH_4OH) = 1{,}77 \cdot 10^{-5}$. Так как NH_4OH более слабый электролит, то в растворе избыток ионов H^+, и реакция раствора кислая (pH <7).

Соль KCl образована сильным основанием KOH и сильной кислотой HCl. Ионы Na^+ не могут связать гидроксид-ионы, а ионы Cl^- не могут связать ионы H^+ воды.Эта соль гидролизу не подвергается. Реакция раствора нейтральная, т.е. pH = 7.

Задача 7. Определите массовую долю (%) раствора соляной кислоты, содержащего 27,2 г HCl в 250 мл раствора (**ρ** = 1,05 г/см^3).

Решение

Массовая доля соляной кислоты в растворе равна:

$$\omega = (m_{к\text{-}ты}/m_{р\text{-}ра}) \cdot 100, \%; \quad m_{р\text{-}ра} = V_{р\text{-}ра} \cdot \rho_{р\text{-}ра}.$$

Отсюда следует: $\omega = \frac{m_{к-ты} \cdot 100}{V_{р-ра} \cdot \rho_{р-ра}} = \frac{27{,}2 \cdot 100}{250 \cdot 1{,}05} = 10{,}34\,\%$.

Задача 8. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 8 % и плотностью 1,14 г/см^3 нужно взять для приготовления 250 мл раствора с молярной концентрацией 0,5 моль/л? Определите молярную концентрацию эквивалента приготовленного раствора.

Решение

Рассчитаем массу H_2SO_4, которую необходимо взять, чтобы приготовить 250 мл 0,5 М раствора:

1 л раствора H_2SO_4 содержит 0,5 моль кислоты,

0,25 л раствора H_2SO_4 содержат **n** моль кислоты, отсюда

$$n = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}25}{1} = 0{,}125 \text{ моль}, \qquad m_{H_2SO_4} = n \cdot M_{H_2SO_4} = 0{,}125 \cdot 98 = 12{,}25 \text{ г}.$$

Для приготовления раствора заданной концентрации используется раствор кислоты с массовой долей 8 %, т.е.

100 г исходного раствора содержат 8 г H_2SO_4,

X г раствора будут содержать необходимые 12,25 г H_2SO_4, тогда

$$X = \frac{12{,}25 \cdot 100}{8} = 153{,}125 \text{ г}.$$

$$V_{исх.\ р\text{-}ра} = \frac{m_{р-ра}}{\rho_{р-ра}} = \frac{153{,}125}{1{,}14} = 134{,}32 \text{ мл}.$$

Поскольку приготовленный раствор содержит 0,5 моль H_2SO_4 в 1 л, а $Э_{H_2SO_4} = 1/2 \cdot M_{H_2SO_4}$, то $C_{э H_2SO_4} = 2 \cdot C_{м\ H_2SO_4} = 0{,}5 \cdot 2 = 1$ моль экв/л.

Задача 9. Чему равна молярная концентрация и молярная концентрация эквивалента раствора сульфата меди с массовой долей растворенного вещества 15 % и плотностью 1,06 г/ см^3? Рассчитайте титр этого раствора.

Решение

Для определения молярной концентрации и молярной концентрации эквивалента раствора сульфата меди с массовой долей 15 % необходимо определить количество моль и число моль эквивалентов растворенного вещества в 1 л этого раствора.

$$\mathbf{n = m/M};\qquad \mathbf{n_э = m/M_э}.$$

Отсюда видно, что для определения **n** и $\mathbf{n_э}$ необходимо знать массу сульфата меди, которая содержится в 1 л 15%-ного раствора с плотностью 1,06 г/см^3.

Массу $CuSO_4$ можно рассчитать с помощью формулы (1), которая представлена выше:

$$\mathbf{\omega = (m_{соли}/m_{р\text{-}ра}) \cdot 100\ \% = (m/\rho \cdot V) \cdot 100\ \%,}\ \text{отсюда}$$

$$\mathbf{m_{соли} = \omega \cdot \rho \cdot V/100\ \%} = 15 \cdot 1{,}06 \cdot 1000/100 = 159\ \text{г}.$$

$\mathbf{M}_{CuSO_4} = 159{,}5$ г/моль; $\mathbf{M_э}_{CuSO_4} = 159{,}5:2 = 79{,}75$ г/моль, соответственно, **n** = 159:159,5 = 0,997 моль; $\mathbf{n_э}$ = 159 : 79,75 = 1,99 моль экв в 1 л раствора. Отсюда $\mathbf{C_м = n/V} = 0{,}997$ моль/л, а $\mathbf{C_э = n_э/V} = 1{,}99$ моль экв/л.

Титр раствора рассчитаем по формуле

$$\mathbf{T} = \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{V}}.$$

$$\mathbf{T} = \frac{159}{1000} = 0{,}159\ \text{г/мл}.$$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1. Золь *AgJ* получен в результате реакции взаимодействия нитрата серебра с избытком иодида калия. Определите заряд частиц полученного золя, и напишите формулу его мицеллы.

Решение. При смешивании растворов $AgNO_3$ и *KJ* происходит реакция

$$AgNO_3 + KJ \rightarrow AgJ\downarrow + KNO_3$$

избыток

$$Ag^+ + NO_3^- + K^+ + J^- \rightarrow AgJ\downarrow + K^+ + NO_3^-$$

$$Ag^+ + J^- \rightarrow AgJ\downarrow$$

избыток

Правило Фаянса – на поверхности ядра лиофобной мицеллы адсорбируются преимущественно те ионы, которые имеют с ядром общие химические элементы или обладают изоморфизмом с кристаллической

решеткой ядра. В растворе избыток *KJ,* следовательно, образовавшиеся агрегаты *m(AgJ)* адсорбируют на своей поверхности ионы J^-, которые определяют отрицательный заряд коллоидных частиц золя. Противоионами являются ионы K^+. Формула мицеллы золя иодида серебра при условии избытка *KJ*:

$\{[\ m\ (AgJ)\quad nJ^-\quad (n\text{-}x)\ K^+]^{x-}\ x\ K^+\}^0$,

|_____ядро____| адсорбцион. диффузный

слой слой

|__коллоидная частица_____|

{ _____ мицелла _____**}**

где *n* – количество потенциалопределяющих ионов;

(n-x) - количество противоионов адсорбционной части двойного электрического слоя;

x – количество противоионов диффузной части двойного электрического слоя.

Если в растворе избыток $AgNO_3$, то потенциалопределяющими будут ионы Ag^+ , которые определяют положительный заряд золя иодида серебра. Противоионами являются ионы NO_3^-. Формула мицеллы золя иодида серебра при условии *избытка* $AgNO_3$:

$\{[\ m\ (AgJ)\ nAg^+\ (n\text{-}x)\ NO_3^-\ ]^{x+}\ x\ NO_3^-\}^0$.

Задача 2. Определите заряд коллоидных частиц кремниевой кислоты, если он обусловлен диссоциацией поверхностного слоя частиц. Напишите формулу мицеллы кремниевой кислоты и изобразите схему строения мицеллы.

Решение. Под действием полярных молекул воды происходит диссоциация поверхностного слоя агрегата молекул кремниевой кислоты, и частицы золя приобретают отрицательный заряд. Противоионами являются ионы H^+.

$H_2SiO_3 \leftrightarrows H^+ + HSiO_3^-$

Формула мицеллы H_2SiO_3 – $\{[m(H_2SiO_3)\ nHSiO_3^-\ (n\text{-}x)H^+]^{x-}\ xH^+\}$.

Задача 3. Положительно заряженный золь $Fe(OH)_3$ получен в результате гидролиза хлорида железа (III). Какой из предложенных

электролитов-коагулянтов – $NaCl$, Na_2SO_4, Na_3PO_4 – более эффективен при коагуляции золя (правило Шульце–Гарди)? Напишите формулу мицеллы, укажите ее составные части и границу возникновения электрокинетического потенциала (ζ).

Решение. При гидролизе хлорида железа (III) протекает реакция

$FeCl_3 + 3\,H_2O \leftrightarrow Fe(OH)_3 + 3\,HCl$

$Fe^{+3} + 3\,Cl^- + 3\,H_2O \leftrightarrow Fe(OH)_3 + 3\,H^+ + 3\,Cl^-$

$Fe^{3+} + 3\,H_2O \leftrightarrow Fe(OH)_3 + 3\,H^+$

Ядро мицеллы $Fe(OH)_3$ составляет агрегат $m(Fe(OH)_3)$ с адсорбированными им ионами Fe^{3+}. Противоионами являются ионы Cl^-.

Формула мицеллы:

$\{[m(Fe(OH)_3)\, nFe^{3+}\; 3(n-x)\, Cl^-]^{3+}\; 3x\, Cl^-\}^0$

|_____ядро_____ | адсорбцион. диффузный

слой слой

|_____коллоидная частица_____|

{ _____мицелла _____}

Поскольку золь $Fe(OH)_3$ заряжен положительно $(+\zeta)$, то ионы – коагулянты должны иметь знак заряда, противоположный знаку заряда частиц: Cl^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}. Чем выше знак заряда иона – коагулянта, тем больше коагулирующая сила электролита и меньше порог коагуляции (*ПК*). Количественно эта закономерность описывается эмпирическим *правилом Шульце–Гарди*.

$$C^{I}_{К} : C^{II}_{К} : C^{III}_{К} = 1 : (1/2^6) : (1/3^6),$$

где $C^{I}_{К}$, $C^{II}_{К}$, $C^{III}_{К}$ – порог коагуляции однозарядного, двухзарядного, трехзарядного иона-коагулянта.

Наиболее эффективен при коагуляции, таким образом, фосфат натрия, и его порог коагуляции самый низкий.

Задача 4. Для осветления вод, обогащенных кислородом, используется товарный сульфат железа(II) $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ с содержанием в нем 47% безводного сульфата железа. Воду обрабатывают раствором с массовой долей

$FeSO_4$ 30% и плотностью 1,18 г/см^3. Учитывая, что доза коагулянта равна 100 мг/л, а суточный расход воды 15000 м^3, рассчитайте суточный расход товарного сульфата железа (II), объём воды для приготовления раствора и полезный объём бака для хранения раствора коагулянта.

Решение

Задачу разделим на несколько более простых.

1. Обращая внимание на вторую часть задачи, рассчитаем суточную потребность в сульфате железа $FeSO_4$:

а) в сутки расходуется 15000 м^3 воды, на обработку одного литра её требуется 100 мг коагулянта, то есть 100 мг $FeSO_4$. **Суточная потребность коагулянта** будет составлять $\mathbf{m_1} = 100 \cdot 10^{-6} \cdot 15000 \cdot 10^3 =$ **1500 кг $FeSO_4$**;

б) рассчитаем, в каком количестве 30% раствора будет содержаться 1500 кг $FeSO_4$. Из определения процентной концентрации следует, что

30 кг $FeSO_4$ необходимо взять для приготовления 100 кг 30% раствора,

1500 кг $FeSO_4$ необходимо взять для приготовления $\mathbf{m_2}$ кг 30% раствора.

$$\mathbf{m_2} = \frac{1500 \cdot 100}{30} = 5000 \text{ кг.}$$

Итак, **суточный расход 30% раствора равен 5000 кг**.

2. Вычислим суточный расход товарного продукта:

товарный сульфат железа(II) представляет собой кристаллогидрат, в котором содержится 47% безводного $FeSO_4$. Составив пропорцию, рассчитаем, в каком количестве товарного продукта будет содержаться 1500 кг $FeSO_4$.

В 100 кг товарного $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ содержится 47 кг $FeSO_4$,

в $\mathbf{m_3}$ кг товарного $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ содержится 1500 кг $FeSO_4$,

$$\mathbf{m_3} = \frac{1500 \cdot 100}{47} = 3191{,}49 \text{ кг .}$$

Суточный расход товарного продукта равен 3191,49 кг **$FeSO_4 \cdot 7H_2O$**.

3. Принимая во внимание, что для обработки воды используется 30% раствор коагулянта, рассчитаем объем воды для приготовления раствора заданной концентрации.

Вычислим массу воды : $\mathbf{m}_{H_2O} = \mathbf{m_2} - \mathbf{m_3} = 5000 - 3191{,}46 = 1808{,}54$ кг или 1808,54 л H_2O, т.к. плотность воды равна 1 кг/дм^3.

4. Определим полезный объём бака для хранения раствора, для этого вычислим объём, который занимают 5000 кг 30% раствора, зная его плотность (1,18 г/см^3 или 1,18 кг/дм^3).

$$\mathbf{V} = \frac{\mathbf{m}}{\boldsymbol{\rho}} = \frac{5000}{1{,}18} = 4237{,}29 \text{ л.}$$

Полезный объём бака для хранения раствора коагулянта равен 4237,29 л или примерно 4,2 м^3.

Задача 5. Какое количество свинца содержится в 10 м^3 воды после осаждения его в виде $PbSO_4$?

Решение

Оставшаяся в растворе часть сульфата свинца распадается на ионы по уравнению

$$\mathbf{PbSO_4 \leftrightarrow Pb^{2+} + SO_4^{2-}} .$$

Концентрация ионов и растворившаяся часть соли определяется по произведению растворимости $PbSO_4$ (табл. П.1):

$$\mathbf{ПР}_{PbSO_4} = [Pb^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = [Pb^{2+}]^2 = 10^{-8},$$

$$[PbSO_4] = [Pb^{2+}] = [SO_4^{2-}] = \sqrt{\mathbf{ПР}_{PbSO_4}} = \sqrt{10^{-8}} = 10^{-4} \text{ моль/л.}$$

Масса ионов свинца в 10 м^3 воды равна концентрации Pb^{2+}, выраженной в г/л, и умноженной на объем воды:

$$\mathbf{m}_{Pb^{2+}} = [Pb^{2+}] \cdot \mathbf{A}_{Pb^{2+}} \cdot \mathbf{V}_{H_2O} = 10^{-4} \cdot 207 \cdot 10^4 = 207 \text{ (г),}$$

где $\mathbf{A}_{Pb^{2+}}$ - молярная масса иона свинца, равная 207 г/моль.

Задача 6. Выпадает ли осадок сульфата кальция $CaSO_4$, если смешать 400 мл 0,01 М раствора $CaCl_2$ и 100 мл 0,001 М раствора H_2SO_4?

Решение

Запишем уравнение реакции образования $CaSO_4$:

$$CaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 \downarrow + 2HCl.$$

Осадок $CaSO_4$ образуется только в том случае, если

$$[Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] > ПР_{CaSO_4}.$$

В нашем случае после сливания растворов реагирующих веществ концентрации ионов в общем растворе уменьшатся, вследствие увеличения объема: $\mathbf{V}_{CaCl_2} + \mathbf{V}_{H_2SO_4} = 400 + 100 = 500$ мл или 0,5 л. Отсюда следует,

$$[Ca^{2+}] = \frac{0,01 \cdot 0,4}{0,5} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}, \quad [SO_4^{2-}] = \frac{0,001 \cdot 0,1}{0,5} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л},$$

$$[Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 8 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 1,6 \cdot 10^{-6}.$$

Произведение концентрации ионов в данном растворе оказывается меньше величины произведения растворимости $CaSO_4$, которое равно $1,3 \cdot 10^{-4}$ (табл. П.1), следовательно, осадок не образуется.

Задача 7. Как изменится растворимость (г/л) карбоната магния при добавлении в его насыщенный водный раствор карбоната натрия в таком количестве, чтобы его концентрация была равна 0,5 моль/л?

Решение

Растворившийся карбонат магния диссоциирует по уравнению

$$\mathbf{MgCO_3 \leftrightarrow Mg^{2+} + CO_3^{2-}},$$

из которого следует, что $[Mg^{2+}] = [CO_3^{2-}] = [MgCO_3]$.

$$\mathbf{ПР}_{MgCO_3} = [Mg^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}] = 1.4 \cdot 10^{-6} \text{ (табл. П.1)}.$$

$$[Mg^{2+}] = [MgCO_3] = \sqrt{\mathbf{ПР}_{MgCO_3}} = \sqrt{1,4 \cdot 10^{-6}} = 1,2\ 10^{-3} \text{ моль/л, или}$$

$$[MgCO_3] = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot \mathbf{M}_{MgCO_3} = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 84 = 10^{-1} \text{ г/л},$$

где $\mathbf{M}_{MgCO_3}$ - молярная масса соли, равная 84 г/моль.

При постоянной температуре $\mathbf{ПР}_{MgCO_3}$ = const, поэтому если в растворе меняется концентрация одного из ионов, то это вызывает изменение концентрации другого иона. При $\mathbf{C}_{CO_3^{2+}} = 0,5$ моль/л (после добавлении Na_2CO_3)

$$[Mg^{2+}] = \frac{ПР_{MgCO_3}}{\left[CO_3^{2-}\right]} = \frac{1{,}4\cdot10^{-6}}{0{,}5} = 2{,}8\cdot10^{-6}\ \text{моль/л.}$$

Отсюда следует, что растворимость $MgCO_3$ в растворе Na_2CO_3 станет равна

$[Mg^{2+}]\cdot M_{MgCO_3} = 2{,}8\cdot10^{-6}\cdot84 = 2{,}3\cdot10^{-5}$ г/л, а это в $\frac{10^{-1}}{2{,}3\cdot10^{-5}} \approx 4\cdot10^{3}$ раза меньше, чем в чистой воде.

Задача 8. Исходя из степени окисления марганца в соединении **K_2MnO_4**, укажите, какую функцию он может выполнять в окислительно-восстановительной реакции.

Решение

Находим степень окисления марганца в данном соединении, зная, что суммарная **С.О**. молекулы равна нулю, **С.О**. кислорода – (- 2), натрия – (+1). Обозначим **степень окисления марганца (Х)** (**$K_2^{+1}Mn^{X}O_4^{-2}$**). Суммарная степень окисления молекулы складывается из **С.О.** всех входящих в нее элементов с учетом их числа, то есть (+1)·2 + (Х)+(-2)·4 = 0, отсюда **С.О**. **марганца** равна **(+6**). Марганец находится в седьмой группе периодической системы элементов Д.И. Менделеева, следовательно, его **максимальная положительная С.О**. равна **(+7**), **минимальная** – (**0**). В данном соединении марганец проявляет промежуточную степень окисления. Таким образом, в одном случае **Mn^{+6}** может отдавать электроны:

Mn^{+6} - e → Mn^{+7}, Mn^{+6} – восстановитель,

в другом - принимать: **Mn^{+6} + 6e → Mn^{0}, Mn^{+6} – окислитель**.

K_2MnO_4 может быть как **окислителем,** так **и восстановителем**.

Задача 9. Составьте электронные уравнения, расставьте коэффициенты в приведенной ниже схеме реакции, укажите восстановитель и окислитель, процессы восстановления и окисления.

$Na_2V_4O_9 + Zn + HCl \rightarrow VCl_3 + ZnCl_2 + NaCl + H_2O$.

Решение

Определяем степени окисления всех элементов в исходных веществах и продуктах реакции (задача 1).

$$Na_2^{+1}V_4^{+4}O_9^{-2} + Zn^0 + H^{+1}Cl^{-1} \rightarrow V^{+3}Cl_3 + Zn^{+2}Cl^{-1} + Na^{+1}Cl^{-1} + H^{+1}{}_2O^{-2}\ .$$

Находим элементы, изменившие степень окисления, и записываем электронные уравнения реакций окисления и восстановления:

$$4V^{+4} + 4e \rightarrow 4V^{+3},$$ **процесс восстановления**, V^{+4} – **окислитель**;

$$Zn^0 - 2e \rightarrow Zn^{+2},$$ **процесс окисления**, Zn^0 – **восстановитель**.

Так как в состав молекулы исходного соединения входят **4** атома ванадия, то в электронном уравнении это необходимо учесть, поставив коэффициент **4** перед V^{+4} и V^{+3}. Исходя из того, что число отданных и принятых электронов должно быть одинаковым, находим общее число электронов, участвующих в реакции, и коэффициенты у окислителя, восстановителя и продуктов восстановления и окисления. В процессе участвуют **4 электрона**, отсюда **коэффициенты у окислителя и восстановителя** соответственно равны **1** и **2**.

Коэффициенты у остальных участников реакции рассчитываем исходя из закона сохранения масс в такой последовательности: у соли, кислоты или основания, воды. В данной реакции ионов Na^{+1} в левой части уравнения **2**, следовательно, перед **NaCl** ставим коэффициент **2. Коэффициент перед формулой кислоты находим по числу кислотных остатков в правой части уравнения**. Так, число Cl^{-1} справа – **18**, значит перед **HCl** должен стоять коэффициент **18.**

Если среда реакции щелочная, то коэффициент у молекул среды рассчитывается по числу ионов металла, входящего в состав основания, у продуктов реакции. Коэффициент у формулы воды определяется по числу ионов водорода в левой части уравнения. В данном уравнении в левой части 18 ионов водорода, отсюда коэффициент перед формулой воды должен быть равен 9.

$$Na_2V_4O_9 + 2\ Zn + 18\ HCl \rightarrow 4\ VCl_3 + 2\ ZnCl_2 + 2\ NaCl + 9\ H_2O.$$

Проверку правильности расчета коэффициентов делаем по кислороду: если все выполнено правильно, то число атомов кислорода в обеих частях уравнения одинаковое (9 = 9).

Задача 10. Возможно ли одновременное присутствие в воде H_2S **и** H_2SO_3? Ответ поясните. Рассчитайте эквивалентные массы окислителя и восстановителя.

Решение

Определяем степень окисления серы в соединениях (задача 1) $\mathbf{H_2S^{-2}}$, $\mathbf{H_2S^{+4}O_3}$: в $\mathbf{H_2S}$ сера проявляет низшую степень окисления $\mathbf{S^{-2}}$, следовательно, она может только отдавать электроны и выполнять функцию восстановителя

$$\mathbf{S^{-2} - 2e \rightarrow S^{o}};$$

в $\mathbf{H_2SO_3}$ у серы промежуточная степень окисления $\mathbf{S^{+4}}$; она может быть как окислителем $\mathbf{S^{+4} + 4e \rightarrow S^{0}}$, так и восстановителем $\mathbf{S^{+4} - 2e \rightarrow S^{+6}}$.

Между кислотами может происходить окислительно-восстановительная реакция, при этом $\mathbf{H_2SO_3}$ будет выполнять в ней функцию окислителя, $\mathbf{H_2S}$ - восстановителя. Следовательно, **одновременное присутствие данных веществ в воде невозможно**.

Рассчитаем эквивалентные массы восстановителя и окислителя:

$$Э_{H_2S} = \frac{\mathbf{M}_{H_2S}}{\mathbf{n}} = \frac{34}{2} = 17 \text{ г/моль}, \qquad Э_{H_2SO_3} = \frac{\mathbf{M}_{H_2SO_3}}{\mathbf{n}} = \frac{82}{4} = 20{,}5 \text{ г/моль}.$$

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Вода: состав, строение, свойства.
2. Водные растворы. Структура водных растворов.
3. Растворимость веществ в воде.
4. Способы выражения концентрации растворов.
5. Свойства растворов: давление пара над раствором, температура замерзания и температура кипения растворов, осмос.
6. Растворы электролитов.
7. Теория электролитической диссоциации.
8. Степень и константа диссоциации.
9. Свойства кислот, оснований и солей с точки зрения теории электролитической диссоциации.
10. Состояние сильных электролитов в растворе – активность, коэффициент активности, ионная сила.
11. Диссоциация воды, водородный и гидроксильный показатели.
12. Понятие о кислотно-основных индикаторах, pH–метрия.
13. Условия смещения ионных равновесий в растворе.
14. Буферные растворы.
15. Гидролиз солей.
16. Ступенчатый гидролиз.
17. Роль гидролиза в практике водоподготовки.
18. Произведение растворимости.
19. Условия образования и растворения осадка.
20. Дисперсное состояние вещества, дисперсные системы.
21. Коллоидные растворы, их свойства.

22. Факторы агрегативной устойчивости коллоидных систем и причины ее нарушения.
23. Строение коллоидной частицы и мицеллы.
24. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция коллоидной системы.
25. Использование закономерностей коагуляции при очистке воды.
26. Окислительно-восстановительные реакции.
27. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций.
28. Важнейшие окислители и восстановители.
29. Электродные потенциалы.
30. Роль окислительно-восстановительных процессов при самоочищении водоемов. Факторы, влияющие на этот процесс

Физико-химическая характеристика природных вод

31. Классификация примесей по фазово-дисперсному состоянию.
32. Физические, химические, биологические показатели качества воды.

Химические и физико-химические основы технологических процессов водоподготовки

33. Физико-химическая сущность процесса коагулирования воды.
34. Факторы, влияющие на процесс, приемы интенсификации процесса обработки воды коагулянтами.
35. Характеристика коагулянтов и флокулянтов, особенности их коагулирующего и флокулирующего действия.
36. Обеззараживание воды, методы обеззараживания.
37. Хлорирование воды.
38. Химизм процесса, факторы, влияющие на этот процесс.
39. Активный хлор, механизм его обеззараживающего действия.
40. Кривые хлоропоглощения.
41. Характеристика реагентов хлорирования.
42. Методы хлорирования.
43. Озонирование воды.
44. Бактерицидное действие озона и его зависимость от условий проведения процесса и качества исходной воды.
45. Обеззараживание воды ионами тяжелых металлов.
46. Стабилизация воды.
47. Жесткость и умягчение воды.
48. Опреснение и обессоливание воды.

Физико-химическая характеристика сточных вод

49. Бытовые сточные воды.
50. Характеристика основных примесей бытовых стоков.
51. Производственные сточные воды, их классификация по виду примесей и их действие на водоем.
52. Основные показатели санитарно-химического анализа сточных вод.
53. Химические и физико-химические основы
методов очистки производственных сточных вод

МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ

54. Физико-химические методы очистки – коагулирование, адсорбция, ионный обмен, эвапорация, экстрагирование, флотация, электролиз и электродиализ, обратный осмос.

Микробиология воды

1. Вода как среда обитания микроорганизмов. Классификация водных микроорганизмов.
2. Распространение и роль микроорганизмов в природе и жизнедеятельности человека.
3. Особенности строения клеток эукариот и прокариот. Строение биологической мембраны. Особенности морфологии, движения, спорообразования и размножения бактерий. В чем различие грамположительных и грамотрицательных бактерий?
4. Особенности роста и размножения прокариот. Описать фазы роста и размножения бактерий на питательной среде.
5. Основные группы бактерий. Вирусы, их структура и процесс взаимодействия с клеткой.
6. Дайте характеристику грибам, их морфологическим особенностям, питанию, значению в природе.
7. Охарактеризуйте водоросли, их морфологические особенности, питание, значение в природе.
8. Опишите простейших, их морфологию, размножение, питание, значение в природе.

Охарактеризуйте химический состав клеток микроорганизмов. Каковы механизмы поступления питательных веществ в микробную клетку.

9. Приведите классификацию ферментов, их строение и функции.
10. Охарактеризуйте микроорганизму по способу питания, типу энергии, необходимой для их жизнедеятельности, отношению к температуре и кислороду.
11. Какие типы взаимодействий существуют между микроорганизмами?
12.Что такое брожение? Какие виды брожений вы знаете?
13. Что такое эвтрофикация, цветение и обрастание водоемов?
13. Какие источники загрязнения водоемов вы знаете? Дайте определение понятий «коли-индекс», «коли-титр» и микробное число.
14. Охарактеризуйте биоценозы природных водоемов.
15. Дайте понятие « система сапробности» и укажите ее применение для оценки степени загрязнения водоемов.
16. Как протекают процессы самоочищения водоемов?
17. Что такое биоразрушение и какие процессы оно включает?
18. Дайте характеристику микроорганизмов активного ила и биопленки.
19. В чем заключается аэробная и анаэробная очистка сточных вод?
20. Что такое поля орошения и поля фильтрации?

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Удаление из воды взвешенных и коллоидных примесей. Классификация и свойства гетерогенных дисперсных систем. Адсорбция и поверхностно-активные вещества. Факторы агрегативной устойчивости коллоидных систем.

Обработка воды коагулянтами. Оптимальная доза коагулянта, коагулирование с подщелачиванием. Коагулянты и требования, предъявляемые к ним. Флокулянты и механизм их действия. Электрокоагуляция.

Физико-химические основы удаления из воды растворенных примесей. Жесткость воды, виды жесткости и единицы ее измерения. Умягчение и обессоливание воды физическими, химическими и физико-химическими методами. Механизм и закономерности ионного обмена, регенерация ионитов.

Удаление из воды растворенных газов, соединений железа, марганца, кремния, радиоактивных и поверхностно-активных веществ. Фторирование и дефторирование воды.

Физико-химические основы процессов обеззараживания воды. Реагентное обеззараживание. Хлорирование, хлорирующие реагенты, механизм обеззараживающего действия. Активный хлор, хлороемкость воды, методы хлорирования.

Озонирование воды. Олигодинамия. Техника безопасности при работе с обеззараживающими средствами.

Физические методы обеззараживания. Сравнительная оценка методов обеззараживания, их эффективности и экономики.

Химия сточных вод. Классификация сточных вод. Характеристика основных примесей бытовых и производственных сточных вод. Показатели загрязненности сточных вод, основные виды анализа и нормы ПДК.

Физико-химические основы процессов обработки сточных вод. Регенеративные и деструктивные методы очистки их особенности и области применения. Роль регенеративных методов в разработке новых видов безотходных технологий.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится в ходе собеседования, где студенту в устной форме задаются вопросы из перечня вопросов для зачета, предлагается решить стандартную и прикладную задачи.

Зачет ставится при условии правильных ответов 50 %.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Физико-химические свойства воды и водных растворов	ПК-8, ПК-9	Тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
2	Физико-химические основы технологических процессов отработки природных вод	ПК-8, ПК-9	Тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы

3	Общая микробиология	ПК-8, ПК-9	Тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Шачнева, Евгения Юрьевна.
Водоподготовка и химия воды [Текст] : учебно-методическое пособие. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018. - 102 с. : ил. : табл. - Библиогр.: с. 101-102 (23 назв.). - ISBN 978-5-8114-2304-0 : 934-00.

Инженерная биология [Текст] : учебник : допущено учебно-методическим объединением / под ред. Ю. И. Сухоруких. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2017. - 343 с., [8] л. ил. : ил. - Библиогр.: с. 334-339 (103 назв.). - ISBN 978-5-8114-1966-1 : 940-50.

Химия воды и микробиология [Текст] : учебно-методическое пособие к практическим занятиям / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т ; сост. : В. Ф. Бабкин, В. Н. Яценко, Е. П. Евсеев. - Воронеж : [б. и.], 2016 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии изд-ва учеб. лит. и учеб.-метод. пособий Воронежского ГАСУ, 2016). - 96 с. : ил. - Библиогр.: с. 85 (7 назв.). - ISBN 978-5-89040-598-2 : 45-73.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение

LibreOffice.
Microsoft Office Word 2013/2007.
Microsoft Office Excel 2013/2007.
Microsoft Office Power Point 2013/2007.
Microsoft Office Outlook 2013/2007.
Acrobat Professional 11.0 MLP.
"Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах "Антиплагиат.ВУЗ"".
Модуль "Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет "Антиплагиат-интернет"".
Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ).
Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Бесплатное программное обеспечение

7zip.
Adobe Acrobat Reader.
Adobe Flash Player NPAPI.
Adobe Flash Player PPAPI.
ARCHICAD.
Mozilla Firefox.
Notepad++.
Paint.NET.
PascalABC.NET.
PDF24 Creator.
PicPick.
WinDjView.
Skype.
Moodle.
OppenOffice.
Trello.

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
https://old.education.cchgeu.ru//
Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система
https://wiki.cchgeu.ru/

Современные профессиональные базы данных

Tehnari.ru.Технический форум адрес ресурса: https://www.tehnari.ru/
Masteraero.ru Каталог чертежей адрес ресурса: https://masteraero.ru
Старая техническая литература адрес ресурса:
http://retrolib.narod.ru/book_e1.html
Журнал ЗОДЧИЙ Адрес ресурса: http://tehne.com/node/5728
Stroitel.club. Сообщество строителей РФ адрес ресурса:
http://www.stroitel.club/
Стройпортал.ру Адрес ресурса: https://www.stroyportal.ru/
Строительный портал — социальная сеть для строителей. «Мы Строители» адрес ресурса: http://stroitelnii-portal.ru/.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебно-лабораторное оборудование

1. Учебно-лабораторный комплекс «Химия» -ауд. 6421
2. Иономер Н-160 - ауд. 6421
3. Лабораторный pH-метр ЛПУ-01 - ауд. 6421
4. Шкаф с вытяжной вентиляцией - ауд. 6421
5. Лабораторная химическая посуда - ауд. 6421
6. Аквадистиллятор - ауд. 6422

Технические средства обучения

1. Ноутбук - отдел организации и обеспечения учебного процесса
Медиапроектор программ - отдел организации и обеспечения учебного процесса

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Химия и микробиология воды» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета концентрации искомого вещества в водных растворах. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП