

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Физико-химические процессы очистки воды

Код модуля
1143109(1)

Модуль
Физико-химические процессы очистки воды

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мигалатий Евгений Васильевич	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	водного хозяйства и технологии воды
2	Насчетникова Ольга Борисовна	к.х.н., -	доцент	Водного хозяйства и технологии воды

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.А. Плеханова

Авторы:

- Мигалатий Евгений Васильевич, Заведующий кафедрой, водного хозяйства и технологии воды
- Насчетникова Ольга Борисовна, доцент, Водного хозяйства и технологии воды

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Физико-химические процессы очистки воды**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Физико-химические процессы очистки воды**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-8 -Способен формировать программы новых направлений исследований, организовать их проведение и внедрение результатов исследований в практику водоснабжения и водоотведения	З-6 - Знать химические, физико-химические процессы очистки воды З-7 - Знать теоретические закономерности физико-химических процессов очистки воды П-5 - Владеть навыками принятия обоснованных решений по рекомендуемой технологии очистки вод различного происхождения с учетом их качественных и количественных характеристик У-7 - Объяснять причины протекания тех или иных	Домашняя работа Зачет Контрольная работа Практические/семинарские занятия

	физико-химических процессов при формировании состава природных вод и обработке воды реагентами У-8 - Выбирать оптимальные условия обработки природных и сточных вод при их очистке различными методами	
--	---	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.40		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	1,7	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.60		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.40		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.60		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	1,15	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		

Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.

	Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.
--	--

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Применение классификации Л.А.Кульского для построения технологической схемы очистки водопроводной воды. Группы примесей водопроводной воды в соответствии с классификацией Л.А.Кульского.
2. Виды коагуляционных процессов. Схема. Области применения различных видов коагулянтов.
3. Умягчение воды различными методами. Сущность реагентных методов, мембранных методов и метода ионного обмена.
4. Нейтрализация кислых металлсодержащих сточных вод. Достоинства и недостатки метода.
5. Обезжелезивание подземных и поверхностных вод.
6. Расчеты концентраций различных веществ в водных растворах
7. Законы эквивалентов и следствие из закона эквивалентов, как основа метода объемного химического анализа.

Примерные задания

Определение эквивалентов различных веществ - кислот, щелочей, оснований

Ионное произведение воды. Определение рН и рОН

Определение молярной, нормальной, процентной и массовой концентрации

Определение правильности выполнения химического анализа природной воды. Главные катионы и анионы природной воды.

Прогнозирование выпадения осадка на основе произведения растворимости труднорастворимых соединений различной валентности.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Провести расчет необходимого количества вещества для приготовления растворов заданной концентрации
2. Провести расчет г-эквивалентов заданных веществ для приготовления растворов нормальной концентрации
3. Определение эквивалентов различных веществ

Примерные задания

Приготовить растворы 5, 10 процентной концентрации (ПК) солей сульфата железа, нитрата меди, едкого натра.

ПК – показывает содержание растворенного вещества в 100 единицах массы раствора, причем количество растворенного вещества и раствора берутся в одних и тех же весовых единицах.

Пример. Раствор гидроксида калия (КОН), 25 % концентрации, содержит :

25 г данного вещества КОН и 75 г (мл) Н₂O. Всего 100 г раствора.

Или 25 кг КОН в 100 кг раствора.

Приготовить растворы нормальной концентрации:

1 N HCl и 1 N H₂SO₄; 1 N HNO₃ и 1 N H₃PO₄

N – определяет число грамм-эквивалентов (г-эquiv) растворенного вещества в 1 л раствора.

Нормальная концентрация так же может быть выражена в мг-эquiv/л, мкг-эquiv/л.

Пример решения : Для приготовления 1 N HNO₃ требуется 1 г-эquiv азотной кислоты, который определяется как $(1 + 14 + 16 \cdot 3) / 1 = 63$ г азотной кислоты.

Для приготовления 1 N H₃PO₄ необходимо взять 1 г-эquiv фосфорной кислоты, который определяется как $(3 + 3 \cdot 1 + 64) / 3 = 98 / 3 = 32,66$ г фосфорной кислоты.

Таким образом, для приготовления растворов в нормальной концентрации, необходимо учитывать эквивалент данного вещества (Э) и определять число эквивалентов этого вещества (n)

Определить эквиваленты солей сульфата железа, хлорида кальция, хлористого натрия, сернокислого алюминия, хлористого железа.

Пример расчета эквивалентов солей:

Э соли = $M / n \cdot m$, где M – молекулярная масса соли,

n – число ионов металла в соли,

m – валентность металла.

$$M(\text{SO}_4)_2 = 32 + 16 \cdot 4 = 96, \quad [\text{г/ион}]$$

Эквиваленты солей:

сернокислое железо: $\text{ЭFe}_2(\text{SO}_4)_3 = (56 \cdot 2 + 96 \cdot 3) / 2 \cdot 3 = 66,67$ [мг/мг-эquiv]

хлористый кальций: $\text{ЭCaCl}_2 = (40 + 35,5 \cdot 2) / 2 \cdot 1 = 55,5$

хлористый натрий: $\text{ЭNaCl} = (23 + 35,5) / 1 \cdot 1 = 58,5$

сульфат алюминия: $\text{ЭAl}_2(\text{SO}_4)_3 = (26 \cdot 2 + 96 \cdot 3) / 3 \cdot 2 = (54 + 288) / 3 \cdot 2 = 342 / 3 \cdot 2 = 57$

$\text{ЭFeCl}_3 = (56 + 35,5 \cdot 3) / 3 = (56 + 106,5) / 3 = 54,2$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Решение типовых задач для разработки технологических схем очистки воды

Примерные задания

Определить правильность выполнения анализа природной воды.

При анализе природной воды получены следующие результаты. концентрация катионов (мг/л): Na⁺ - 54,74; Ca²⁺ - 68,3; Mg²⁺ - 24,3; NH₄⁺ - 12,3.

концентрация анионов (мг/л): SO₄²⁻ - 180,3; Cl⁻ - 63,2; NO₂⁻ - 3,8; NO₃⁻ - 14,7.

Щелочность (Щ) обусловлена, в основном, бикарбонатным ионом (HCO₃⁻)

Щ = 2,78 мг-эquiv/л. Щелочность относят к анионам. Жесткость общая – 5,38 мг-эquiv/л.

Проверить точность выполнения анализа и вычислить величину относительной ошибки измерения.

Выполнить расчет мг-эquiv (n) содержится в следующих количествах заданных веществ: 5,55 г CaCl₂ ;

6,66 мг Fe₂(SO₄)₃;
348,36 мг K₂HPO₄;
0,286 мг Na₂CO₃ · 10 H₂O.

Провести прогнозирование выпадения осадка на основе произведения растворимости заданных веществ.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Химические и органолептические показатели качества природной воды: дать определение щелочности, жесткости (виды жесткости), рН, окисляемости (виды окисляемости, чем обусловлена), главные катионы и анионы природной воды. Чем определяется цветность воды.
2. Требования к показателям качества воды хозяйственно-питьевого назначения.
3. Классификация примесей природных и сточных вод на основе фазово-дисперсного состава и методы очистки. Схемы групп примесей. Для каких целей создана классификация Л.А.Кульского.
4. Применение классификации Л.А.Кульского для построения технологической схемы очистки водопроводной воды. Группы примесей водопроводной воды в соответствии с классификацией Л.А.Кульского.
5. Технологическая схема установки «Акварос»
6. Виды коагуляционных процессов. Схема. Области применения различных видов коагулянтов.
7. Электролитная коагуляция. Строение мицеллы. Структура ДЭС. Термодинамический и электрокинетический потенциал.
8. Взаимная коагуляция коллоидных систем. Механизм процесса. Влияние дозы коагулянта, рН обрабатываемой воды, температуры, условий перемешивания и качества природной воды. Структура хлопьев коагулянта.
9. Контактная коагуляция. Двух- и одноступенчатые схемы очистки вод поверхностных источников, применяемых на фильтровальных станциях.
10. Интенсификация процессов коагуляции.
11. Виды жесткости природной воды. Соединения, относящиеся к временной и постоянной жесткости.
12. Умягчение воды различными методами. Сущность реагентных методов, мембранных методов и метода ионного обмена.
13. Блок-схема реагентного умягчения воды. Применяемые реагенты - осадители, коагулянты.
14. Декарбонизация воды. Основные химические реакции. Схема.
15. Известково-содовое умягчение воды. Схема. Реакции.
16. Едконатровый способ умягчения воды.
17. Фосфатный метод умягчения воды.
18. Бариевый способ умягчения.

19. Умягчение и обессоливание воды методом ионного обмена. Классификация ионитов (сильно- и слабокислотные катиониты, сильно- и слабоосновные аниониты).
 20. Химические процессы, происходящие в процессах умягчения и обессоливания воды при нахождении катионитов в Na- и H-формах.
 21. Регенерация катионитов. Сущность прогрессивно-последовательной регенерации H-катионитов.
 22. Схема Na-катионирования и схема параллельного H-Na-катионирования.
 23. Обеззараживание воды. Реагентные и безреагентные методы.
 24. Хлорирование воды. Химизм процесса. Хлорирование с аммонизацией.
 25. Озонирование воды. Достоинства и недостатки метода.
 26. Ультрафиолетовое обеззараживание вод. Достоинства и недостатки метода.
 27. Перехлорирование и дехлорирование.
 28. Нейтрализация кислых металлсодержащих сточных вод. Достоинства и недостатки метода.
 29. Обезжелезивание подземных и поверхностных вод . Метод упрощенной аэрации и его интенсификация.
 30. Формы угольной кислоты в природной воде в зависимости от рН. Основное углекислотное равновесие. Причины нарушения основного углекислотного равновесия и, вследствие этого, свойств воды.
 31. Задачи стабилизационной обработки.
 32. Определение молярной, нормальной, процентной и весовой концентрации.
 33. Расчет эквивалентов различных веществ – кислот, оснований и солей.
 34. Определение правильности выполнения химического анализа природной воды.
- Главные катионы и анионы природной воды.
35. Ионное произведение воды. Определение рН и рОН.
 36. Определение константы диссоциации и рН слабых кислот и оснований.
 37. Законы эквивалентов и следствие из закона эквивалентов, как основа метода объемного химического анализа.
 38. Щелочность природной воды. Влияние щелочности на процесс коагуляции.
 39. Произведение растворимости и растворимость труднорастворимых соединений различной валентности.
 40. Прогнозирование выпадения осадка на основе ПИ и ПР.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.