

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Моделирование и оптимизация систем водного хозяйства

Код модуля
1143119(1)

Модуль
Моделирование и оптимизация систем водного
хозяйства

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Браяловский Георгий Борисович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	водного хозяйства и технологии воды

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.А. Плеханова

Авторы:

- **Браяловский Георгий Борисович, Доцент, водного хозяйства и технологии воды**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Моделирование и оптимизация систем водного хозяйства**

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

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Моделирование и оптимизация систем водного хозяйства**

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-3 -Способен организовать проектные работы и разрабатывать проектные решения для систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	З-16 - Знать основные научно-технические проблемы и перспективы развития в области водоподготовки П-15 - Владеть основами проектирования локальный очистных сооружений У-16 - Уметь разрабатывать проектную и рабочую документацию на станции водоподготовки и вести технические расчеты по современным нормам	Зачет Контрольная работа Курсовая работа Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия

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 – 0.30		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная</i>	3,7	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.40		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная</i>	3,15	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 – 0.30		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Отчет по лабораторным работам</i>	3,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00		
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– 0,00		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 1,00		

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	Шкала оценивания

	оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	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. Основы моделирования и оптимизации станций водоподготовки.
2. Основные показатели качества воды
3. Флотационный метод очистки сточных вод. Моделирование напорного флотатора
4. Ионитное обессоливание воды. Моделирование катионитного и анионитного обмена
5. Обработки воды методом электродиализа. Моделирование электродиализной

установки

6. Обратноосмотический способ очистки воды. Моделирование мембранного разделения

7. Стабилизация воды

8. Моделирование и оптимизация водоподготовительных установки для теплоэнергетики

Примерные задания

Анализ состава воды

Для воды р. Амура у г. Хабаровска, качество которой приведено в табл. 1.1, проверить правильность анализов воды, определить солесодержание, щелочность, жесткость общую, карбонатную и некарбонатную.

Таблица 1.1

Качество воды в источниках водоснабжения

Показатели качества воды Источник	Содержание в источниках водоснабжения							
	Поверхностные воды						Подземные воды	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Мутность, мг/дм ³	45	6,8	2,5	28	9,8	41,6	0	0
Цветность, град	50	60	20	31	25	-	0	0
Солесодержание, г/дм ³	92	84	52	135	60	345	110	442
Ca ²⁺ , мг/дм ³	9,5	8,6	10,9	12	10	60	7,5	71,4
Mg ²⁺ , мг/дм ³	4,8	2,7	1,1	5	1,5	9,7	15	29,6
Na ⁺ , мг/дм ³	7,0	7,5	-	11,0	-	19,1	-	26,5
K ⁺ , мг/дм ³	3,0	4,0	-	4,0	-	3,8	-	11,0
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	52	46	31	70	36	158	156	293
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	12,3	8,6	5,2	22	8	57,4	-	99,5
Cl ⁻ , мг/дм ³	3,9	5,7	3,3	6,5	3,5	35	-	27
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	1,2	0,22	0,21	1,2	0,1	-	0,6	-
HSiO ₃ ⁻ , мг/дм ³	12	4,1	5,4	-	-	9	-	16
Fe _{общ} , мг/дм ³	1,2	0,45	0,08	0,43	0,1	-	16,4	1
Mn _{общ} , мг/дм ³	0,09	-	0	-	0	-	0,82	-
pH	6,9	6,6	6,9	6,9	6,6	-	5,8	-
Свободная двуокись углерода CO ₂ , мг/дм ³	6							

Примечание. Номера источников водоснабжения в таблице: Поверхностные воды: 1 - р. Амур у г. Хабаровска; 2 - р. Амур у г. Николаевска; 3 - р. Бира у г. Биробиджана; 4 - р. Раздольная у г. Уссурийска; 5 - водохранилище на р. Петровка у г. Большой Камень; 6 - р. Волга у г. Волгограда. Подземные воды: 7 - Тунгусское месторождение у п. Приамурского ЕАО; 8 - Московское месторождение в Московской области

Выбор метода реагентного умягчения воды и определение доз реагентов

Исходные данные: исходная вода имеет состав, приведенный в примере 1. Определить дозы реагентов и остаточную жесткость при реагентном умягчении.

Вода имеет следующие показатели качества: мутность $C_{\text{мск}}$ - 45 мг/дм³; цветность - 50 градусов; HCO_3^- = 52 мг/дм³; $\text{Щ}_{\text{к}}$ = 0,85 мг-экв/дм³; Ж_o = 0,87 мг-экв/дм³; $\text{Ж}_{\text{нк}}$ = 0,02 ммоль/дм³, содержание ионов кальция Ca^{2+} - 9,5 мг/дм³; концентрация свободной двуокиси углерода CO_2 - 6 мг/дм³. Известь поставляется на предприятие с долей нерастворимых примесей $a = 0,1$.

Задача. Рассчитать отстойник непрерывного действия для осаждения твёрдых частиц водной суспензии. Диаметр наименьших частиц, подлежащих осаждению, $d_{\text{ч}}$, мкм. Производительность отстойника по суспензии, $G_{\text{с}}$, кг/ч. Концентрация суспензии $x_{\text{с}}$. Плотность частиц $\rho_{\text{ч}}$, кг/м³. Температура суспензии t , °C. Влажность осадка U .

Определить производительность отстойника по осветлённой жидкости $G_{\text{осв}}$, производительность по твердой фазе $G_{\text{т.ф}}$, площадь осаждения $F_{\text{ос}}$, диаметр отстойника D , общую высоту отстойника H , объёмную производительность $V_{\text{осв}}$. Представить схему отстойника непрерывного действия и описание принципа его работы.

Варианты

№ варианта	$d_{\text{ч}}$, мкм	$G_{\text{с}}$, кг/ч	$x_{\text{с}}$	$\rho_{\text{ч}}$, кг/м ³	t , °C	U
1	80	30000	0,05	1300	30	0,7
2	75	30000	0,055	1275	40	0,6
3	70	25000	0,06	1250	25	0,65
4	65	25000	0,065	1225	45	0,7
5	60	20000	0,07	1200	20	0,6
6	55	20000	0,075	1175	30	0,65
7	50	15000	0,08	1150	40	0,7
8	45	15000	0,085	1175	35	0,6
9	40	10000	0,09	1150	40	0,65
10	35	10000	0,095	1175	45	0,6

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Изучение основных методов обработки воды и моделирование технологических схем ее очистки
 2. Изучение конструкции отстойников в системах водоподготовки. Моделирование параметров горизонтального отстойника
 3. Изучение технология фильтрования и конструкций фильтров
 4. Изучение конструкции и моделирование основных параметров гидроциклонов различных типов
 5. Флотационный метод очистки сточных вод. Моделирование напорной флотации
 6. Модель стабилизации воды
 7. Моделирования водоподготовительных установок для теплоэнергетики
- 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. определение рабочей емкости катионитного фильтра
2. расчет противоточной схемы катионирования
3. расчет параллельноточной схемы катионирования
4. расчет станции удаления двуокиси углерода
5. компоновка насосной станции
6. расчет сооружений очистки воды из поверхностного водозабора
7. расчет сооружения очистки воды из подземного водозабора

Примерные задания

Моделирование аппарата натрий-катионирования.

Исходные данные: Вода р. Амур прошедшая предварительную очистку от взвешенных веществ и цветности имеет следующий химический состав: соледержание – 72 г/дм³; концентрация катионов – 671,25 г-экв/м³; общая жесткость Жо.исх – 0,87 г-экв/м³;

концентрация натрия СNa – 7 г/м³ или 0,3 г-экв/дм³.

Умягченная вода предназначается для питания паровых котлов с давлением до 2,4 МПа.

Жесткость питательной воды должна быть не выше 0,02 г-экв/м³.

Расчетный расход питательной воды Q – 25 м³/ч.

Одноступенчатое катионирование позволяет снизить жесткость воды только до 0,05–0,1 г-экв/м³.

Поэтому принято двухступенчатое катионирование в напорных фильтрах.

Принципиальная схема установки приведена на рис.

Принята технология с мокрым хранением соли, как менее трудоемкая.
Моделирование вентиляторной градирни-дегазатора

Исходные данные: Расход воды q поступающей на дегазатор в установке выполненной по схеме "а"

равен 25 м³/ч. щелочность Щ равна 0,85 г-экв/м³; содержание двуокиси углерода в исходной воде

(CO₂)_{вх} равна 6 мг/л; температура воды 20 0С. Требуемая концентрация двуокиси углерода на выходе (CO₂)_{вых} равна 5 г/ м³.

Моделирование водородкатионитного фильтра с полной регенерацией

Исходные данные: Вода подаваемая на водород-катионитные фильтры имеет химический состав: общее солесодержание Р - 2,47 г-экв/м³;

общая жесткость Жо.исх – 0,87 г-экв/м³;

жесткость карбонатная Жк – 0,85 г-экв/м³;

щелочность Щ - 0,85 г-экв/м³;

общее содержание в воде катионов Ск – 1,25 г-экв/м³;

концентрация натрия (Na⁺) - 0,3 г-экв/дм³;

содержание хлоридов (Cl⁻) – 0,11 г-экв/дм³;

содержание сульфатов (SO₄²⁻) – 0,24 г-экв/дм³.

Жесткость воды должна быть не выше 0,1 г-экв/дм³.

Полезный расход воды q (пол) – 25 м³/ч.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Химические основы процесса умягчения
2. Основные характеристики катионитов
3. Основы натрий-катионирования воды
4. Схемы натрий-катионирования
5. Глубина умягчения воды
6. Регенерация натрий-катионитных фильтров
7. Оборудование для натрий-катионитных установок
8. Расчет натрий-катионитных фильтров
9. Параллельное водород-натрий-катионитное умягчение воды
10. Последовательное водород-натрий-катионитное умягчение воды
11. Технологические показатели и область применения различных схем установок

катионитного умягчения воды

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Курсовая работа

Примерный перечень тем

1. Моделирование станции двухступенчатого умягчения воды с мокрым хранением соли
2. Моделирование станции водоподготовки для вахтового поселка. Источник водоснабжения: скважина
3. Моделирование станции водоподготовки для вахтового поселка. Источник водоснабжения: река
4. Моделирование станции одноступенчатого умягчения с сухим хранением соли

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.