

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Физико-химические основы использования воды

**Код модуля**  
1156520(0)

**Модуль**  
Природопользование

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Ракова Юлия Владимировна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	теплоэнергетики и теплотехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники
- Ракова Юлия Владимировна, Старший преподаватель, теплоэнергетики и теплотехники

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Физико-химические основы использования воды**

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

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Физико-химические основы использования 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
ОПК-4 -Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Домашняя работа Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	
<p>ПК-2 -Способен организовать и осуществлять работы по химическому анализу воды в системах теплоснабжения</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать навык аргументированного изложения собственной точки зрения</p> <p>З-1 - Определять назначение воды на тепловых электрических станциях, примеси в природных и производственных водах</p> <p>З-2 - Определять показатели качества воды, основные методы очистки воды от примесей</p> <p>З-3 - Перечислить основные показатели качества воды, способы их определения и выражения</p> <p>З-4 - Описывать процессы предварительной обработки воды, процессы ионного обмена, методы дегазации воды</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по применимости водоподготовки для обеспечения надежности работы основного и вспомогательного оборудования</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 3</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>П-2 - Иметь практический опыт проведения анализа воды на основные показатели качества</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт выбора оборудования для очистки воды на нужды конкретных производств</p> <p>У-1 - Анализировать коммерческую и технологическую применимость водоподготовки для исходной воды определенного качества</p> <p>У-2 - Выбирать основное и вспомогательное оборудование водоподготовительной установки</p> <p>У-3 - Выбирать методики расчета производительности водоподготовительной установки</p>	
--	---	--

### 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

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.25</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа № 1</i>	3,6	40
<i>контрольная работа № 2</i>	3,10	30
<i>контрольная работа № 3</i>	3,12	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа</i>	3,13	100

<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.25</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>выполнение лабораторных работх</i>	3,17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –</b>		

### **3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**

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

## **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**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
----------------------------	---

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. Расчеты коррозионных процессов
  2. Расчеты по образованию отложений на поверхностях нагрева
  3. Расчеты показателей качества воды
  4. Расчет количества реагентов при коагуляции, флокуляции, известковании
  5. Расчет осветлителя
  6. Расчеты механических фильтров и вспомогательного оборудования к ним
  7. Выбор и расчет оборудования ионообменной части водоподготовительной установки
  8. Расчет процессов и аппаратов для деаэрации
  9. Обработка результатов анализа воды
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.1.3. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Определение вида и величины щелочности воды
  2. Определение вида и величины жесткости воды
  3. Умягчение воды методом осаждения
  4. Умягчение воды методом Na-катионирования
  5. Химическое обессоливание воды
  6. Определение показателей качества воды аппаратными методами
- 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 № 1**

Примерный перечень тем

1. Примеси природных вод. Показатели качества воды

Примерные задания

Резервный бак заполняют умягченной водой, сухой остаток которой равен 400 мг/кг, и конденсатом, солесодержание которого 1600 мкг/кг. Умягченная вода поступает в бак



равномерно в количестве 50 т/час. Конденсат подается неравномерно: в первые 20 минут 20 м<sup>3</sup>, в следующие 20 минут 30 м<sup>3</sup>, в оставшиеся 20 минут 50 м<sup>3</sup>. Определить солесодержание воды в баке по истечении каждого из указанных периодов времени. Плотность воды принять равной 1000 кг/м<sup>3</sup>.

Определить добавку умягченной воды в питательную систему котлов, %, если солесодержание питательной воды 20 мг/кг, умягченной воды 80 мг/кг и конденсата 0,45 мг/кг.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Обработка воды методами ионного обмена

Примерные задания

Требуется приготовить раствор жесткостью кальциевой 2,7 мг-экв/л и магниевой 5,3 мг-экв/л. Определить, сколько необходимо для этого растворить в дистиллированной воды  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  и  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ , чтобы получить 5 л необходимого раствора.

Для очистки от накипи котла (что происходит по реакции:  $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ ), поверхность нагрева которого 750 м<sup>2</sup>, его заполнили 3,5%-ным раствором соляной кислоты; объем раствора составлял 27 м<sup>3</sup>. После заполнения раствор начали перемешивать насосом по замкнутой схеме. Определить концентрацию кислоты после растворения накипи, состоящей на 87% из  $CaCO_3$  и 13% нерастворимых в кислоте соединений. Толщина отложений по всей поверхности котла составляла 0,5 мм. Плотность отложений принять 2,3 г/мл, а раствора кислоты 1,0 г/мл.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Очистка воды от растворенных газов

Примерные задания

Конденсаторы паровых турбин нередко промывают раствором соляной кислоты для удаления твердых карбонатных отложений, что происходит по уравнению:  $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

Определить массу растворенного карбоната кальция, если концентрация раствора соляной кислоты, залитого в конденсатор (в количестве 60 м<sup>3</sup>), снизилась с 500 до 50 мг-экв/л.

Для качественной регенерации катионитового фильтра диаметром 3 м с высотой слоя катионита 1,8 м требуется пропустить через фильтр трехкратный избыток поваренной соли. Сколько килограммов  $NaCl$  будет использовано и сколько будет удалено из фильтра с отмыв-ной водой, если емкость поглощения катионита составляет 500 г-экв/м<sup>3</sup>.

Количество растворенного кислорода в питательной воде котлов с давлением пара 3,9 МПа не должно превышать 0,03 мг/л. Определить число язвин (свищей) в форме усеченного конуса высотой 1,2 мм, диаметром у основания 3 мм, меньшим диаметром 0,5 мм, которые могут образоваться в котле, в предположении, что в питательной воде котла содержится 0,03 мг/л кислорода и он полностью расходуется только на коррозию металла ( $4Fe + 3O_2 + 6H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3$ ). В основу расчета положить следующие данные:

паропроизводительность котла 150 т/час; продувка его 2%; длительность работы котла между капитальными ремонтами 8000 час; плотность стали 7,8 г/мл; конечным продуктом коррозии является  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.4. Домашняя работа**

Примерный перечень тем

1. Очистка воды от растворенных газов

Примерные задания

Рассчитать атмосферный деаэратор производительностью 10 т/час.

Рассчитать вакуумный деаэратор производительностью 15 т/час.

Рассчитать атмосферный деаэратор производительностью 20 т/час

Рассчитать вакуумный деаэратор производительностью 5 т/час.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Принципиальные схемы тепловых электрических станций, котельных. Какие потоки воды различают на тепловых электрических станциях?

2. Отложения на поверхностях нагрева. Характеристики отложений. Состав, отложений. Свойства отложений. Коррозия металла паросилового оборудования. Классификация процессов. Классификация коррозионных разрушений.

3. Роль и задачи водоподготовки на тепловых электрических станциях и паровых котельных. Требования к водно-химическому режиму.

4. Источники поступления примесей в пароводяной тракт тепловой электрической станции. Примеси природных вод. Классификация примесей по степени дисперсности и по химическому составу.

5. Формы уголекислоты в растворе в зависимости от рН.

6. Физические показатели качества воды. Способы выражения концентрации раствора. Пересчет концентраций. Химические показатели качества воды.

7. Технологические показатели качества воды.

8. Коагуляция коллоидных примесей воды. Коагулянты. Флокуляция.

9. Известкование и магниезиальное обескремнивание воды.

10. Гравитационное осаждение взвеси. Типы отстойников. Осветление воды в осветлителе (схема работы осветлителя). Типы осветлителей.

11. Фильтрация воды. Фильтрующие материалы, их свойства. Классификация механических фильтров.

12. Устройство механического фильтра. Типы фильтров. Схема работы механического фильтра.

13. Обработка воды методом ионного обмена. Ионнообменные материалы. Виды ионитов. Свойства ионитов. Полная и рабочая обменная ёмкость.

14. Физико-химические основы процессов ионного обмена. Na и H – катионирование. Как изменяются основные показатели качества воды?

15. Физико-химические основы процессов ионного обмена. Н – катионирование с «голодной» регенерацией. Анионирование.
  16. Ионитные фильтры. Классификация, обозначение. Регенерация ионитных фильтров. Этапы регенерации.
  17. Удаление газов. Закон Генри. Закон Дальтона.
  18. Технология удаления диоксида углерода в декарбонизаторе.
  19. Технология удаления газов в термических деаэраторах. Факторы, влияющие на эффект термической деаэрации.
  20. Классификация термических деаэраторов. Требования к конструкциям термических деаэраторов. Конструкции колонок атмосферных деаэраторов.
  21. Комплексоны. Границы применения, цели применения.
  22. Устройства для дозирования комплексонов.
  23. Ошибки при внедрении и ведении комплексонового водно-химического режима (КВХР) и способы их устранения.
  24. Термический метод обессоливания. Конструкции испарителей.
  25. Очистка конденсатов электромагнитными фильтрами. Очистка конденсатов на намывных фильтрах. Схема установки с намывным фильтром.
  26. Мембранные методы очистки воды. Классификация. Преимущества и недостатки. Обратный осмос. Осмотическое давление. Электродиализ.
  27. Химический анализ. Метод. Методика. Титриметрия. Титрант. Титруемое вещество. Способы приготовления растворов заданных концентраций. Титрование. Требования к реакциям, которые можно использовать при титровании.
  28. Варианты (методы) титрования. Индикаторы. Виды индикаторов. Двухцветные, одноцветные индикаторы. Требования, предъявляемые к индикаторам.
  29. Классификация титриметрических методов. Характеристики методов.
  30. Методики определения щелочности, жесткости, кислотности воды.
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2	З-4 У-2 П-1	Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия Экзамен