

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.05.03 М7 ОТРАСЛЕВОЙ МОДУЛЬ

Физико-химические основы водоподготовки

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Форма обучения

очная

Год набора

2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

---

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины.

Технический прогресс в значительной мере способствовал развитию такой специфической отрасли химической технологии. Большинство технологических процессов обработки вод различных типов, в том числе и сточных, не являются новыми, известны сравнительно давно, но постоянно совершенствуются.

В настоящее время на паросиловых установках водоприготовительные цехи относятся к числу основных. Основная цель изучения дисциплины – освоение технологических процессов обработки вод различных типов, обеспечивающих безаварийную и высокую экономичность работы паросилового оборудования.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является: освоение водных балансов на ТЭЦ и котельных различного типа; физико-химических свойств и составных вод; физико-химических свойств коллоидных растворов, на которых базируется различные способы очистки сырой воды, конденсата и сточных вод; физико-химических свойств ионного обмена, термохимического умягчения, мембранных способов; конструктивных и технологических характеристик водоприготовительной аппаратуры; способов обработки воды для подпитки тепловых сетей и охлаждающей воды теплообменных аппаратов.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Запланированные результаты обучения по дисциплине  |
|---|--|
| <b>ПК-2: Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</b> |  |
| ПК-2.1: Демонстрирует знание типовых методов расчета и проектирования технологического оборудования   | демонстрирует знания типовых методов расчета технологического оборудования<br>использует типовые методики расчета проектирования технологического оборудования<br>осуществляет проверку соответствия разрабатываемых проектов и технической документации ОПД |

|   |   |
|---|---|
| ПК-2.2: Использует типовые методики расчета и проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации                                       | демонстрирует знание типовых методик расчета проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации<br>использует типовые методики расчета проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации<br>владеет методиками расчета проектирования технологического оборудования с использованием |
|   | стандартных средств автоматизации в соответствии с техническим заданием   |
| ПК-2.3: Демонстрирует знание и осуществляет проверку соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам | демонстрирует знание и осуществляет проверку соответствия разрабатываемым проектам нормативным документам<br>составлять техническую документацию в соответствии с нормативными документами<br>осуществляет проверку соответствия разрабатываемых проектов и технической документации ОПД нормативным документам   |
| <b>ПК-4: Способность разрабатывать схемы размещения ОПД в соответствии с технологией производства</b>   |   |
| ПК-4.1: Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства  | правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД<br>использует типовые методики размещения технологического оборудования с в соответствии с технологией производства<br>участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства   |
| ПК-4.2: Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД   | правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД<br>использовать правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД<br>осуществляет проверку правил технологической дисциплины при эксплуатации ОПД   |

#### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: С частичным применением ЭО. e.sfu-kras.ru.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы                         | Всего,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад.час) | е |
|--|--|---|
|  |  | 1 |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b> | <b>1,5 (54)</b>                            |   |
| занятия лекционного типа                   | 0,5 (18)                                   |   |
| лабораторные работы                        | 1 (36)                                     |   |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> | <b>1,5 (54)</b>                            |   |
| курсовое проектирование (КП)               | Нет  |   |
| курсовая работа (КР)                       | Нет  |   |
| <b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>  | <b>1 (36)</b>                              |   |

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

|   |  | Контактная работа, ак. час.    |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|---|--|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| №<br>п/п  | Модули, темы (разделы) дисциплины  | Занятия<br>лекционного<br>типа |                          | Занятия семинарского типа                 |                          |  |                          | Самостоятельная<br>работа, ак. час. |                          |
|   |  |                                |                          | Семинары и/или<br>Практические<br>занятия |                          | Лабораторные<br>работы и/или<br>Практикумы |                          |                                     |                          |
|   |  | Всего                          | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                     | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                      | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                               | В том<br>числе в<br>ЭИОС |
| <b>1. Введение. Водоподготовка и ее влияние на окружающую среду</b> |  |                                |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 1. Большой и малый кругооборот воды в природе. Основные источники водоснабжения ТЭЦ. Общая характеристика примесей природных вод, и их классификация. Физические и технологические показатели, характеризующие количество примесей в воде  | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 2. Показатели качества воды.   |                                |                          |   |                          |  |                          | 4                                   |                          |
| <b>2. Использование воды на ТЭС</b>                                 |  |                                |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 1. Удаление из воды грубодисперсных (ГДП) и коллоиднодисперсных (КДП) примесей и её обработка методом осаждения. Физико-химические методы коагуляции, основные факторы, влияющие на эффективность процесса коагуляции. Коагуляция воды в осветителях. Электрохимическая коагуляция | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |

|   |   |  |  |  |   |  |   |  |
|---|---|--|--|--|---|--|---|--|
| 2. Выбор оборудования и технологических режимов предочистки   |   |  |  |  |   |  | 4 |  |
| <b>3. Генезис природных вод</b>   |   |  |  |  |   |  |   |  |
| 1. Задачи при осветлении воды фильтрованием. Фильтрующие материалы и их свойства. Конструкции осветлений фильтров намывного и насыпного типов<br>Задачи при осветлении воды фильтрованием. Фильтрующие материалы и их свойства. Конструкции осветлений фильтров намывного и насыпного типов   | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. Обессоливание воды (установка по изучению многоступенчатой фильтрации)   |   |  |  |  | 4 |  |   |  |
| 3. Показатели качества воды. Способы выражения концентрации. Расчет основных показателей  |   |  |  |  |   |  | 4 |  |
| <b>4. Предварительная обработка воды</b>  |   |  |  |  |   |  |   |  |
| 1. Физико-химические основы процессов ионного обмена. Классификация ионитных материалов и их свойства. Na и H – катионирование воды. Способы регенерации ионитов. Выходные кривые и обменная емкость при катионировании. Схемы Na и H – катионирования. «Голодная» регенерация H – катионитных фильтров. Анионирование. Комбинация Na – катионирования и Cl – анионирования | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. Освоение методики аналитического контроля качества воды  |   |  |  |  | 4 |  |   |  |
| 3. Выбор оборудования и технологических режимов ионитной части ВПУ  |   |  |  |  |   |  | 4 |  |
| <b>5. Термическое обессоливание воды</b>  |   |  |  |  |   |  |   |  |

|  |   |  |  |  |   |  |   |  |
|--|---|--|--|--|---|--|---|--|
| 1. Физико-химические основы дистилляции. Термическое обессоливание в испарителях кипящего типа и аппаратах мгновенного вскипания. Качество дистилляции. Подготовка питательной воды испарителей различного типа  | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. Обессоливание воды (установка по изучению многоступенчатой фильтрации)  |   |  |  |  | 4 |  |   |  |
| 3. Выбор оборудования и технологических режимов предочистки  |   |  |  |  |   |  | 6 |  |
| <b>6. Безреагентные методы обработки воды</b>  |   |  |  |  |   |  |   |  |
| 1. Безреагентные методы обработки. Мембранные методы обработки воды: обратный осмос, электродиализ. Физико-химическая сущность процессов. Область их применения. Типы и свойства мембран. Типы и конструкции аппаратов. Магнитная обработка воды. Требования к качеству воды, подлежащей обработке. Классификация аппаратов и их параметры, и область их применения. Контроль за обработкой воды магнитным методом | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. Катионирование воды и регенерация катионитных фильтров  |   |  |  |  | 6 |  |   |  |
| 3. Показатели качества воды. Способы выражения концентрации. Расчет основных показателей   |   |  |  |  |   |  | 8 |  |
| <b>7. Удаление из воды растворенных газов</b>  |   |  |  |  |   |  |   |  |



|   |   |  |  |  |   |  |   |  |
|---|---|--|--|--|---|--|---|--|
| 1. Удаление из воды растворимых газов. Растворимость газов в воде. Способы удаления растворимых газов. Кинетика процессов десорбции газов. Термическая деаэрация. Классификация деаэраторов. Конструкция ДСА и ДСВ. Удаление свободной угольной кислоты. Химическое обескислороживание                                | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. Н – катионирование с «голодной» регенерацией   |   |  |  |  | 6 |  |   |  |
| 3. Выбор технологических режимов  |   |  |  |  |   |  | 8 |  |
| <b>8. Основные задачи водно-химического режима</b>  |   |  |  |  |   |  |   |  |
| 1. Основные задачи водохимического режима. Водный химический режим барабанных котлов. Фосфатный, комплексный и ступенчатое испарение. Водно-химический режим прямоточных котлов. Гидрозинно-аммиачный, комплексный и нейтральный режим. Водно-химический режим тракта питательной воды и оборотных конденсатопроводов | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. Ионитное (химическое) обессоливание воды   |   |  |  |  | 6 |  |   |  |
| 3. Выбор оборудования и технологических режимов ионитной части ВПУ  |   |  |  |  |   |  | 8 |  |
| <b>9. Очистка вод типа конденсата</b>   |   |  |  |  |   |  |   |  |
| 1. Обработка охлаждающей воды систем оборотного водоснабжения. Стабилизация, рекарбонизация, обработка в магнитном и акустическом полях. Предотвращение биологических обращений. Образование отложений на внутренних поверхностях барабанных и прямоточных котлов. Структура и состав отложений                       | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. Удаление из воды органических примесей методом коагуляции. Известкование воды  |   |  |  |  | 6 |  |   |  |

|                                 |    |  |  |  |    |  |    |  |
|---------------------------------|----|--|--|--|----|--|----|--|
| 3. Расчет основных показателей. |    |  |  |  |    |  | 8  |  |
| 4.                              |    |  |  |  |    |  |    |  |
| Всего                           | 18 |  |  |  | 36 |  | 54 |  |

#### **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

##### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Охорзина Т. И. Водоподготовка: метод. указ. по лаб. работам (Красноярск: ИПЦ СФУ).
2. Халтурина Т. И., Курилина Т. А., Чурбакова О. В. Водоподготовка. Расчет станций водоочистки подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд: учебное пособие для вузов(Красноярск: СФУ).
3. Шачнева Е. Ю. Водоподготовка и химия воды(Москва: Лань).
4. Чиж В. А. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС. Лабораторный практикум(Минск: Издательство "Вышэйшая школа").
5. Ксенофонтов Б. С. Водоподготовка и водоотведение: Учебное пособие (Москва: Издательский Дом "ФОРУМ").
6. Халтурина Т. И., Чурбакова О. В. Водоподготовка: учебно-методический комплекс [для студентов напр. 270800.62 «Строительство», профиля подготовки 270800.62.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»] (Красноярск: СФУ).
7. Пискунов В. М., Муратов О. Э. Водоподготовка: учебное пособие (Москва: Издательский Центр РИО□).
8. Халтурина Т. И., Курилина Т. А. Водоподготовка: учебно-методическое пособие [лабораторные работы] для студентов спец. 270112.65 "Водоснабжение и водоотведение"(Красноярск: СФУ).

##### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Не требуется

##### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронная библиотечная система "СФУ"
2. Электронная библиотечная система "Национальный цифровой ресурс "Рукопт"

#### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Использование специализированных лабораторий кафедры тепловых электрических станций,оснащенных современным оборудованием, а также филиалов ООО «Сибирская генерирующая компания»: экскурсии в химцех Красноярской ТЭЦ-1.

Список используемого оборудования лаборатории «Водоподготовка»

| № | Марка, тип  | Наименование   | Производитель          | Примечание                             |
|---|---|--|------------------------|--|
| 1 | A7053   | Специализированный комплект для анализа водно-химического режима котлов  | НПП «ИНФРАСПАК-АНАЛИТ» |  |
| 2 | МАРК-603/1  | №3062, ДПЗ №1555   | Кондуктометр           | ООО «ВЗОР»                             |
| 3 | Анион 4100  | Анализатор жидкости лабораторный   | №696                   | НПП «Инфраспак-Аналит»                 |
| 4 | Анион 4100  | Анализатор жидкости лабораторный   | №302                   | НПП «Инфраспак-Аналит»                 |
| 5 | Установка умягчения воды с блоками управления «Clack» |  |                        |  |
| 6 | ГД-ФЛТ<br>фильтрации                                  | Лабораторная установка по изучению многоступенчатой<br>ООО "ЦИТ ОрелГТУ" |                        |  |
| 7 | ТБ-110  | Термобаня  | ТУ-64-1-335-79         |  |
| 8 | МЛ 0,2-1  | В1Ж (0,001; D=80)  | Весы лабораторные      | МЛ «Ньютон ЛС»<br>№499357 ООО «МИДЛиК» |