



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образование  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:  
405b5c38359ccac54e2afef104510db6

Владелец: Навроцкий  
Александр Валентинович  
Действителен с 12.08.2024 по 05.11.2025

Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

УТВЕРЖДЕНО

Факультет транспортных, инженерных систем и  
техносферной безопасности

Декан Мензелинцева Надежда Васильевна  
13.08.2024 г.

## Физико-химические основы водоподготовки ТЭК

### рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

|                        |  |
|------------------------|--|
| Закреплена за кафедрой | Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция |
| Учебный план           | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника                          |
| Профиль                | Энергообеспечение предприятий                                    |
| Квалификация           | бакалавр   |
| Срок обучения          | 4 года   |

|                            |       |                    |       |
|----------------------------|-------|--------------------|-------|
| Форма обучения             | очная | Общая трудоемкость | 3 ЗЕТ |
| Виды контроля в семестрах: |       |                    |       |

| Семестр(Курс.Номер семестра на курсе) | 4(2.2) |       | Итого |       |
|---------------------------------------|--------|-------|-------|-------|
|                                       | УП     | ПП    | УП    | ПП    |
| Лекции                                | 32     | 32    | 32    | 32    |
| Практические                          | 16     | 16    | 16    | 16    |
| Лабораторные                          | 4      | 4     | 4     | 4     |
| Итого ауд.                            | 52     | 52    | 52    | 52    |
| Контактная работа                     | 52.25  | 52.25 | 52.25 | 52.25 |
| Сам. работа                           | 55.75  | 55.75 | 55.75 | 55.75 |
| Часы на контроль                      | 0      | 0     | 0     | 0     |
| Практическая подготовка               | 0      | 0     | 0     | 0     |
| Итого трудоемкость в часах            | 108    | 108   | 0     | 0     |

## ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Ковылин Андрей Васильевич ктн

Рецензент(ы):

(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

**Физико-химические основы водоподготовки ТЭК**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль: Энергообеспечение предприятий

утвержденного учёным советом вуза от 31.05.2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция**

04.07.2024 номер протокола 11 2023 г.

Зав. кафедрой Стефаненко Игорь Владимирович

СОГЛАСОВАНО:

Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

Председатель НМС факультета: Мензелинцевой Надежды Васильевны

Протокол заседания НМС от

13.08.2024 г. № 1

| <b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ).<br/>ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.</b>  |
|---|
| Целью дисциплины является теоретическая и практическая подготовка бакалавра к решению в своей профессиональной деятельности проблем водоподготовки для теплоэнергетических установок и теплоэнергетического оборудования котельных. |

| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> |   |
|---|---|
| Цикл (раздел) ОП:   | Б1.В  |
| <b>2.1</b>  | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1   | Химия   |
| <b>2.2</b>  | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1   | Теплогенерирующие установки   |
| 2.2.2   | Теплоэнергетическое оборудование котельных  |

| <b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>   |
|---|
| <b>ПК-4: Готов к участию в работах по сбору и подготовке исходных данных для проектирования, выполнению расчётов по типовым методикам, проектированию ОПД на основе действующей нормативно-технической документации с использованием компьютерных технологий в соответствии с техническим заданием.</b> |
| <i>ПК-4.4: Демонстрирует знание основ физикохимических процессов, протекающих в теплоэнергетическом оборудовании.</i>   |
| Результаты обучения: Студент знает физико-химические процессы протекающие в теплоэнергетическом оборудовании.<br>Студент умеет подбирать оборудование водоподготовки<br>Студент владеет навыками расчёта оборудования водоподготовки для теплоэнергетического оборудования.                             |
| <i>ПК-4.5: Выполняет разработку тепловых схем с использованием знаний в области водоподготовки.</i>   |
| Результаты обучения: Студент знает физико-химические процессы протекающие в тепловых схемах.<br>Студент умеет подбирать оборудование водоподготовки для тепловых схем.<br>Студент владеет навыками расчёта оборудования водоподготовки для тепловых схемах.   |

| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b> |   |                       |              |                       |
|--|---|-----------------------|--------------|-----------------------|
| <b>Код занятия</b>   | <b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>  | <b>Семестр / Курс</b> | <b>Часов</b> | <b>Форма контроля</b> |
| 1  | <b>Раздел 1. Обучение</b>   |                       |              |                       |
| 1.1  | Водоподготовка в котельных /Тема/   | 4                     | 0            |                       |
| 1.1.1  | Основные показатели воды в котельной. Нормы качества питательной и котловой воды. Фильтрация и коагуляция воды. Внутрикотловое умягчение воды. Водоумягчение методом катионирования. Na- и H-катионирование. Электродиализ и обратный осмос. Деаэрация питательной воды. Поддувка котельных агрегатов. Ступенчатое испарение. /Лек/ | 4                     | 20           | Оц                    |
| 1.1.2  | Определение общей жёсткости воды /Лаб/  | 4                     | 2            | Ко                    |
| 1.1.3  | Определение pH-воды /Лаб/   | 4                     | 2            | Ко                    |
| 1.1.4  | Расчёт и подбор оборудования ХВО /Пр/   | 4                     | 16           | Ко                    |
| 1.1.5  | Подготовка к лабораторным работам /Ср/  | 4                     | 20           | Ко                    |
| 1.1.6  | Подготовка к элементам контрольной работы /Ср/  | 4                     | 30           | Ко                    |
| 1.2  | Коррозия оборудования /Тема/  | 4                     | 0            |                       |
| 1.2.1  | Коррозия трубопроводов. Коррозия водогрейных котлов. Коррозия трубок теплообменных аппаратов. Методы удаления агрессивных газов. /Лек/  | 4                     | 12           | Оц                    |
| 2  | <b>Раздел 2. Промежуточная аттестация</b>   |                       |              |                       |
| 2.1  | Зачёт /Тема/  | 4                     | 0            |                       |
| 2.1.1  | Подготовка к зачёту с оценкой /Оц/  | 4                     | 5.75         | Оц                    |
| 2.1.2  | Контактная работа с ППС /КоПа/  | 4                     | 0.25         | Оц                    |

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП -отчет по практике, Зд-задание, Р-реферат.

| <b>5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>  |
|---|
| Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе. |
| 1. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины:  |

ПК-4.4: Демонстрирует знание основ физикохимических процессов, протекающих в теплоэнергетическом оборудовании.

ПК-4.5: Выполняет разработку тепловых схем с использованием знаний в области водоподготовки.

Контролируемые разделы дисциплины - темы 1.1-1.2.

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций.

ПК-4.4, ПК-4.5: контролируемые разделы - темы 1.1 - 1.2; оценочные средства - контрольная работа, собеседование, зачёт с оценкой.

### 3. Описание шкал оценивания

#### 3.1. Оценочное средство - контрольная работа:

18,0 – 20,0 контрольная работа выполнена на высоком уровне (расчет выполнен без ошибок, ответы на 90-100% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные).

14,0 – 17,0 контрольная работа выполнена на хорошем уровне (имеются незначительные замечания, ответы на 75-90% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные).

10,0 – 13,0 контрольная работа выполнена на удовлетворительном уровне (проект в целом соответствует предъявляемым требованиям, но имеются замечания, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные в 65-75% случаев).

менее 10,0 контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (проект отсутствует, выполнен с принципиальными отклонениями от предъявляемых требований, имеются серьезные ошибки, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные менее, чем в 65 %)

#### 3.2. Оценочное средство - собеседование\*:

5,0 если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 95 – 100 % вопросов

4,0 если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 60 – 94 % вопросов

3,0 если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 51 – 59 % вопросов

менее 3,0 правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны менее чем на 50 % включительно

\*Примечание: Критерии и шкала оценивания за отчет одной выполненной лабораторной работы

#### 3.3. Оценочное средство - зачёт:

35 – 40 баллов: экзамен сдан на отлично (ответы на 80-100 % правильные);

25 – 34 балла: экзамен сдан на хорошем уровне (ответы на 70-79 % правильные);

15 – 24 балла: экзамен сдан на удовлетворительном уровне (ответы на 50 - 69 % правильные);

0 - 14 баллов: экзамен не сдан (ответы правильные менее, чем на 50 %).

## 4. Примеры типовых контрольных заданий по каждому оценочному средству и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, опыта деятельности

### 4.1. контрольная работа

Все необходимые требования к выполнению контрольная работа изложены в: Фокин В.М. «Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения». М.: "Издательство Машиностроение-1", 2006. 240 с.

Защита контрольной работы проводится устно, в виде собеседования.

### 4.2. Собеседование

Собеседование - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выявление объема знаний обучающихся по определенному разделу после выполнения им лабораторной работы. Примерные вопросы по собеседованию в зависимости от выполненной лабораторной работы и рекомендуемая литература для самостоятельной подготовки к отчету.

Вопросы к лабораторной работе №1 "Определение жёсткости воды"

1. Какие вещества обуславливают наличие жесткости воды?

2. Назовите виды жесткости.

3. Назовите классы жесткости.

4. Что такое умягчение? Назовите способы умягчения.

5. Опишите последствия использования жесткой воды для удовлетворения хозяйственно-бытовых и промышленных нужд.

6. Назовите реагентные методы умягчения воды.

7. Назовите умягчение воды методом ионного обмена.

8. Опишите термический метод умягчения воды.

Вопросы к лабораторной работе №2 "Определение pH-воды"

1. Что такое pH воды? Чем обеспечивается? Назовите величину pH природных вод.

2. Опишите колориметрический метод определения pH воды.

3. Опишите метод буферного определения pH.

4. Опишите потенциометрический метод определения pH воды.

5. Опишите безиндикаторные методы определения pH. Что такое потенциометрическое титрование?

6. Опишите безиндикаторные методы определения pH. Что такое кондуктометрическое титрование?

7. Что такое буферные растворы и каковы их свойства?  
8. В чем состоит значение pH как важного технологического показателя контроля водоподготовки?

4.3 Изучение дисциплины заканчивается сдачей студентом зачета. Зачет проводится устно в виде собеседования по вопросам, составленным на основе вопросов к разделам изучаемой дисциплины. Зачет по дисциплине может проводиться в одной из двух форм – очной или дистанционной. Независимо от формы проведения, зачет включает предварительную часть и окончательное собеседование.

4.3.1. При проведении зачета в очной форме студенту выдается 2 вопроса из приведенного ниже перечня. На протяжении 30 минут студент кратко (конспективно) излагает в письменной форме ответы на вопросы. После написания ответа состоится собеседование, в ходе которого преподаватель уточняет отдельные элементы ответа и делает вывод о степени сформированности компетенций студента.

Примерные вопросы, выносимые на зачет:

1. Основные показатели и нормы качества воды.
2. Фильтрация и коагуляция воды. Внутрикотловое умягчение воды.
3. Водоумягчение методом катионирования (оборудование, динамика, режимы).
4. Na- и H- катионирование.
5. Деаэрация питательной воды.
6. Продувка котельных агрегатов. Ступенчатое испарение.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

|      | Авторы, составители       | Заглавие  | Издательство,               | Электронный адрес |
|------|---------------------------|---|-----------------------------|-------------------|
| ЛП.1 | Вихрев В. Ф., Шкроб М. С. | Водоподготовка: учеб. для студ. вузов обуч. по спец. "Тепловые электр. станции" | М.: Энергия, 1973           |                   |
| ЛП.2 | Мартынова О. И.           | Водоподготовка. Процессы и аппараты: учеб. пособие для теплоэнергет. вузов      | М.: Атомиздат, 1977         |                   |
| ЛП.3 | Шачнева Е. Ю.             | Водоподготовка и химия воды: учеб.-метод. пособие                               | Санкт-Петербург: Лань, 2020 |                   |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 6.3.1.1 | Windows                 |
| 6.3.1.2 | Adobe Acrobat Reader DC |
| 6.3.1.3 | LibreOffice             |

### 6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)

|         |   |
|---------|---|
| 6.3.2.1 | Электронный каталог ИБЦ ИАиС  |
| 6.3.2.2 | Электронный каталог ИБЦ ВолгГТУ   |
| 6.3.2.3 | Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (журнал «АВОК») |
| 6.3.2.4 | Материалы для проектировщиков   |
| 6.3.2.5 | Электронная информационная образовательная среда университета   |
| 6.3.2.6 | Библиотека (НТБ)  |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

|     |  |
|-----|--|
| 7.1 | 1. Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации / Учебная мебель, учебная доска, интерактивная трибуна, проектор. |
| 7.2 | 2. Аудитория для самостоятельной работы обучающихся / Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.                             |
| 7.3 | 3. Лаборатория "Теплотехника" для проведения лабораторных работ.   |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по дисциплине регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачет (переаттестации ее части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и

практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде. Практические занятия представляют собой систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первом занятии лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым. Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач. Каждому практическому занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: ознакомление с содержанием практического занятия по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях. Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к практическим занятиям, самостоятельное выполнение и оформление заданий контрольной работы, аналогичных выполненным на занятиях.

В течении семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине.

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств. Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.