

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШЭ

Матвеев А.С.

«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

| | | | |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|---|
| Водоподготовка | | | |
| Направление подготовки/ специальность | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника | | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Теплоэнергетика и теплотехника | | |
| Специализация | Тепловые электрические станции. | | |
| Уровень образования | высшее образование - бакалавриат | | |
| Курс | 4 | семестр | 8 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | 3 | | |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс | | |
| Контактная (аудиторная) работа, ч | Лекции | 8 | |
| | Практические занятия | 6 | |
| | Лабораторные занятия | 4 | |
| | ВСЕГО | 18 | |
| Самостоятельная работа, ч | | 90 | |
| ИТОГО, ч | | 108 | |

Вид промежуточной аттестации

| | | |
|--------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| зачет | Обеспечивающее подразделение | ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова |
|--------------|---------------------------------|-----------------------------------|

Заведующий кафедрой -
руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|  | Заворин А.С. |
|  | Антонова А.М. |
|  | Тайлашева Т.С. |

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции | Результаты освоения ООП | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) | |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Код | Наименование |
| ПК(У)-8 | Готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования | Р15 Способен применять навыки выполнения измерений, знаний теоретических основ метрологии и стандартизации и при осуществлении контроля параметров технологических процессов и показателей качества рабочего тела | ПК(У)-8.В3 | Владеет опытом проведения анализа воды для определения качественных показателей |
| | | | ПК(У)-8.У3 | Умеет анализировать физико-химические процессы в энергетическом оборудовании и использовать методики оценки основных показателей качества воды и пара |
| | | | ПК(У)-8.33 | Знает особенности физико-химических процессов в энергетическом оборудовании, показатели и нормы качества воды, пара, конденсатов и других потоков воды в теплоэнергетике |
| | | | ПК(У)-8.В4 | Владеет опытом выбора и расчета оборудования водоподготовительных установок |
| | | | ПК(У)-8.У4 | Умеет выбирать и рассчитывать рациональные схемы водоподготовительных установок |
| | | | ПК(У)-8.34 | Знает методы и прогрессивные технологии обработки воды, предотвращения образования отложений, методы защиты оборудования от коррозии |

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине | | Компетенция |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Код | Наименование | |
| РД 1 | Способность определять, анализировать показатели качества воды, пара конденсатов и других потоков воды. | ПК(У)-8 |
| РД 2 | Выполнять расчеты оборудования водоподготовительных установок. Осуществлять выбор схемы подготовки воды для питания котлов высокого давления в зависимости от водонесточника. | ПК(У)-8 |
| РД 3 | Знает методы и прогрессивные технологии обработки воды, предотвращения образования отложений. Знает методы удаления газов из воды в схемах водоподготовительных установок. | ПК(У)-8 |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Раздел (модуль) 1. Примеси природных вод и показатели качества воды. Предварительная очистка воды | РД1 РД2 | Лекции | 2 |
| | | Практические занятия | 2 |
| | | Лабораторные занятия | 2 |
| | | Самостоятельная работа | 30 |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------|
| Раздел (модуль) 2. Обработка воды методом ионного обмена | РД2 РД3 | Лекции | 4 |
| | | Практические занятия | 2 |
| | Лабораторные занятия | 2 | |
| | Самостоятельная работа | 30 | |
| Раздел (модуль) 3. Безреагентные методы подготовки воды в схемах ВПУ. Удаление газов из воды в схемах ВПУ | РД3 | Лекции | 2 |
| | | Практические занятия | 2 |
| | | Лабораторные занятия | 2 |
| | | Самостоятельная работа | 30 |

Содержание разделов дисциплины:

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 1. Примеси природных вод и показатели качества воды. Предварительная очистка воды |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|

Темы лекций:

Генезис примесей природных вод. Характеристика и классификация примесей. Классификация примесей по степени дисперсности. Электролитические свойства воды. Основные примеси природных вод. Главные катионы и анионы примесей. Технологические показатели качества воды. Классификация поверхностных природных и подземных вод и закономерности изменения их состава. Характеристика источника водоснабжения на основе анализов воды.

Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных примесей. Коагуляция коллоидных примесей воды. Свойства природных коллоидных систем и причины их устойчивости. Электрокинетический потенциал. Коагулянты и механизм коагуляции. Факторы, влияющие на эффективность процесса коагуляции. Электрокоагуляция примесей и типы аппаратов для электрокоагуляции. Эффективность электрокоагуляционной очистки.

Известкование, содоизвесткование и магниевое обезжелезивание воды: факторы, влияющие на эффективность этих процессов. Механизм этих процессов. Дозы реагентов. Осветлители воды, основы расчета осветлителей, их конструкции. Совмещение реагентных методов предочистки воды. Осветление воды фильтрованием. Механизм процесса фильтрования. Фильтрующие материалы. Основы расчета фильтров, типы фильтров и их конструкции. Эксплуатация фильтров. Значение методов предочистки воды для повышения эффективности работы ВПУ.

Темы практических занятий:

1. Выбор и расчет схемы подготовки воды для питания котлов высокого давления для разных водоисточников (часть 1).

Названия лабораторных работ:

1. Общий анализ воды.

| |
|--------------------------------------------------------|
| Раздел 2. Обработка воды методом ионного обмена |
|--------------------------------------------------------|

Физико-химические основы ионного обмена. Строение ионитов, их классификация, марки, технологические характеристики. Требования к ионитам. Эквивалентность и обратимость ионного обмена. Выходные кривые ионитных фильтров.

Натрий-водород катионирование. Полная и рабочая обменные емкости катионитовых фильтров. Регенерация отработавшего катионита. Способы регенерации. Н-катионирование с «голодной» регенерацией фильтров. Схемы регенерации катионитовых фильтров.

Анионирование воды. Схемы регенерации. Оборудование ионнообменной части ВПУ. Схемы ионнообменной части ВПУ. Параллельное, последовательное и совместное Na-H-катионирование. Химическое обессоливание воды. Схемы частичного, глубокого и полного обессоливание воды.

Фильтры смешанного действия (ФСД) с выносной и внутренней регенерацией. Технология регенерации ФСД. Схемы соединения фильтров в ВПУ. Технологический расчет ионнообменных фильтров. Изменение качества воды по ступеням обработки. Эксплуатация ионнообменных установок. Повторное использование регенерирующих растворов. Нейтрализация сточных вод. Реагентное хозяйство ВПУ. Складирование реагентов. Схемы и

аппараты для приготовления и подачи реагентов. Объем и способы химконтроля.

Темы практических занятий:

1. Выбор и расчет схемы подготовки воды для питания котлов высокого давления для разных водоисточников (часть 2).

Названия лабораторных работ:

1. Умягчение воды методом ионного обмена (часть 1).

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 3. Безреагентные методы подготовки воды в схемах ВПУ. Удаление газов из воды в схемах ВПУ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Темы лекций:

Мембранные процессы подготовки воды. Принцип обратного осмоса. Механизм перехода воды через мембрану. Тип мембран. Эффективность обработки воды электродиализом. Комбинирование мембранных методов с ионным обменом. Тип, конструкция и технологический расчет аппаратов.

Растворимость газов в воде. Способы удаления растворенных газов. Удаление свободной углекислоты. Конструкция декарбонизаторов. Эффективность термической деаэрации. Классификация, типы и конструкции деаэраторов. Деаэраторы добавочной воды, питательной воды паровых котлов и подпиточной воды тепловых сетей. Основы расчета деаэраторов. Химические методы удаления газов из вод.

Темы практических занятий:

1. Выбор и расчет схемы подготовки воды для питания котлов высокого давления для разных водоисточников (часть 3).

Названия лабораторных работ:

2. Умягчение воды методом ионного обмена (часть 2).

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике: / А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. – 309 с.: ил. – "Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Тепловые электрические станции" и "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях" направления подготовки дипломированных специалистов "Теплоэнергетика". – Список литературы: с. 303-304. – Предметный указатель: с. 305-306. – ISBN 978-5-383-00968-0. – Схема доступа:

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72208

Дополнительная литература

1. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике: учебное пособие для вузов / А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков. – 2-е изд., стер.. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2006. – 309 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/209039>).

2. Григорьева Л.С. Физико-химическая оценка качества и водоподготовка природных вод: учебное пособие для вузов / Л.С. Григорьева. – Москва: АСВ, 2011. – 144 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/231584>).

3. Любимова Л.Л. Технология подготовки воды для контуров котлов, парогенераторов, реакторов и систем их обеспечения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.Л. Любимова, А.С. Заворин, А.А. Макеев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 761 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. – (<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m148.pdf>.)

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Схема доступа: <http://base.garant.ru/12125350>.
2. Электронный каталог Томского регионального библиотечного консорциума (<http://arbicon.tomsk.ru>);
3. Архив научных журналов «Neicon» (<http://archive.neicon.ru>);
4. Единая государственная информационная система учета НИОКТР (<http://rosrid.ru>);
5. Справочно-поисковая система «Кодекс» (<http://www.kodeks.ru>);
6. Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>);
7. Национальная электронная библиотека (<https://нэб.рф>);
8. База реферативных журналов Всероссийского института научной и технической информации (<http://www2.viniti.ru>);
9. Российский информационно-библиотечный консорциум (<http://www.ribk.net>);
10. Университетская информационная система «УИС Россия» (<http://uisrussia.msu.ru>);
11. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (<http://www1.fips.ru>);
12. Информационная система ЭКБСОН (<http://www.vlibrary.ru>);
13. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (<http://diss.rsl.ru>);
14. Электронные библиографические указатели Российской книжной палаты (<http://gbu.bookchamber.ru>);
15. Поисковая система Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru>);
16. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>);
17. Электронная библиотека института инженеров электротехники и электроники «IEEE» (<http://ieeexplore.ieee.org>).

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Windows 7/8/10 – операционная система PC;
2. MS Office 2010/2013/2016 – пакет офисных программ.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| № | Наименование специальных помещений | Наименование оборудования |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус № 4, аудитория 307 | Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Печь муфельная МИМП-10М - 1 шт.; Шкаф сушильный ШСС-80 – 1 шт.; Шкаф вытяжной – 1 шт.; Шкаф вытяжной 100 – 1 шт.; Шкаф вытяжной 150 – 1шт.; Фотоэлектроколориметр КФК-3-01 – 1 шт.; Стол-мойка – 1шт.; Плитка электр. 1 конф." ZENCHA" – 2шт.; Шкаф для хранения посуды, документов – 1шт.; Титровальные установки – 10 шт.; Стенд для определения обменной емкости катионитов – 2 шт.; весы аналитические – 2 шт.; весы электронные – 6 шт. |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус № 4, аудитория 406 | Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест. |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус № 4, аудитория 403 | Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Зонт вытяжной - 2 шт.; Стенд имитационный системы отопления и ГВС с навесным котлом - 1 шт.; Котел Vitodent 100-W 26 кВт, одноконтурный с блоком управления и арматурой - 1 шт.; Стенд имитационный системы отопления и ГВС с напольным котлом - 1 шт. |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Тепловые электрические станции» (приема 2017 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | Подпись | ФИО |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Доцент |  | Тайлашева Т.С. |
| | | |

Программа одобрена на заседании кафедры ПГС и ПГУ (протокол от «24» мая 2017 г. № 25)

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
на правах кафедры
д.т.н., профессор

 /Заворин А.С./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

| Учебный год | Содержание /изменение | Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол) |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2018/2019 уч. год | Внесены изменения в раздел учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | протокол № 11 от 19.06.2018 |
| 2019/2020 уч. год | Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины | протокол № 29 от 30.05.2019 |
| 2020/2021 учебный год | Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин | Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020 |
| | | |
| | | |