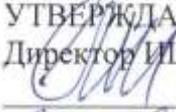


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.
 «30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Физико-химические процессы в энергетике			
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	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
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	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 водоисточника.	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.	РД1 РД2	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 2. Физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте ТЭС	РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Обработка воды от накипеобразователей и методы подготовки воды в схемах ВПУ.	РД3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Примеси природных вод и показатели качества воды.

Темы лекций:

Значение водоподготовки и водного режима тепловых электростанций для обеспечения их надежной и экономичной эксплуатации. Вода, как исходное технологическое сырье для генерации пара, как теплоноситель в тепловых сетях, как охладитель в конденсаторах паровых турбин. Схемы обращения воды в рабочем цикле КЭС и ТЭЦ. Основные источники потерь воды и пара в технологическом цикле ТЭС. Требования к питательной и добавочной воде, вводимой в пароводяной цикл.

Круговорот воды в природе. Генезис примесей природных вод. Характеристика и классификация примесей. 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.

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. Физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте ТЭС

Темы лекций:

Коррозия. Классификация коррозии. Формы коррозионных разрушений металла. Влияние физико-химических факторов на коррозию металла. Коррозия металла паросилового оборудования ТЭС, конденсаторов и тракта питательной воды. Методы защиты от коррозии.

Физико-химические процессы образования отложений и шлама. Классификация отложений. Связь накипеобразования с тепловым режимом и гидродинамикой потока. Методы предотвращения накипеобразования. Образование отложений на внутренних поверхностях

нагрева парогенераторов, в пароперегревателях и в проточной части турбин. Знакомство с современными методами анализа внутритрубных отложений для оптимизации водно-химических режимов.

Образование отложений на охлаждаемых поверхностях. Методы очистки от отложений котлов, пароперегревателей и турбин. Очистка котловой воды от шлама и окислов железа. Особенности обработки отложений. Водно-химический режим конденсатного и питательного трактов.

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.

Раздел 3. Обработка воды от накипеобразователей и методы подготовки воды в схемах ВПУ.

Темы лекций:

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. 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.

Физико-химические основы ионного обмена. Строение ионитов, их классификация, марки, технологические характеристики. Требования к ионитам. Эквивалентность и обратимость ионного обмена. Выходные кривые ионитных фильтров. Регенерация отработавшего катионита. Способы регенерации. Схемы регенерации катионитовых фильтров.

Химическое обессоливание воды. Схемы частичного, глубокого и полного обессоливание воды. 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 3).

Названия лабораторных работ:

1. Коагуляция воды.

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;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических работ;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим 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 - 1шт.; 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., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова		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

 / А.С. Заворин /
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	№ 11 от 19.06.2018 г.
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 29 от 30.05.2019 г.
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 г.
2020/2021 учебный год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 44 от 26.06.2020 г.