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 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Водоподготовка

Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Инженерия теплоэнергетики теплотехники		
Специализация	Тепловые электрические станции		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	**10**
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	**НОЦ И.Н. Бутакова**

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова		Заворин А.С.
Руководитель ООП		Антонова А.М.
Преподаватель		Тайлашева Т.С.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-6	Способен участвовать в управлении процессом эксплуатации оборудования и трубопроводов ТЭС, контролировать параметры технологических процессов и показатели качества рабочего тела	И.ПК(У)-6.5	Анализирует показатели качества воды, пара конденсатов и других потоков воды	ПК(У)-6.5В1	Владеет опытом проведения анализа воды для определения качественных показателей
				ПК(У)-6.5У1	Умеет использовать методики оценки основных показателей качества воды и пара
				ПК(У)-6.531	Знает показатели и нормы качества воды, пара, конденсатов и других потоков воды в теплоэнергетике
		И.ПК(У)-6.6	Выбирает и рассчитывает схемы и оборудование водоподготовительных установок	ПК(У)-6.6В1	Владеет опытом выбора и расчета оборудования водоподготовительных установок
				ПК(У)-6.6У1	Умеет выбирать и рассчитывать рациональные схемы водоподготовительных установок
				ПК(У)-6.631	Знает методы и прогрессивные технологии обработки воды, предотвращения образования отложений, методы защиты оборудования от коррозии

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Способность определять, анализировать показатели качества воды, пара конденсатов и других потоков воды.	И.ПК(У)-6.5
РД 2	Выполнять расчеты оборудования водоподготовительных установок. Осуществлять выбор схемы подготовки воды для питания котлов высокого давления в зависимости от водоисточника.	И.ПК(У)-6.6
РД 3	Знает методы и прогрессивные технологии обработки воды, предотвращения образования отложений. Знает методы удаления газов из воды в схемах водоподготовительных установок.	И.ПК(У)-6.5 И.ПК(У)-6.6

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	**0**
		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	**4**
		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 магнезильное обезкремнивание 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 декарбонизаторв. 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 (модуля) 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 оборудования для проведения лабораторных работ – 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; – Шкаф сушильный ШСС-80 – 1 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 403, 401, 406	Комплект оборудования для проведения лекционных занятий – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт. – Стенд имитационный системы отопления и ГВС с напольным котлом - 1 шт. – Макет ГПА–32 Ладога – 1 шт.; – Макет компрессора – 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 ««Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Тепловые электрические станции» (прием 2019 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Тайлашева Т.С.

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 30.05.2019 г. № 29).

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)
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