МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

Бутенко Александр Федорович
Подписано цифровой подписью: Бутенко Александр Федорович
Дата: 2025.04.24 09:24:21 +03'00'

УТВЕРЖДАЮ.
Директор

_____**А.Ф. Бутенко**

«24» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б1.В.ДВ.02 01 «Водоподготовка и водно-химические режимы теплоэнергетических установок»

Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность «Энергообеспечение предприятий»

Факультет Энергетический

Кафедра «Электроэнергетика и теплоэнергетика»

Форма обучения очная**,** заочная

Квалификация выпускника- магистр

Зерноград-2025

При разработке рабочей программы учебной дисциплины (модуля) в основу положены:

1. ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «28» февраля 2018 года № 146.

2. Учебный план направленности «Энергообеспечение предприятий» (год начала подготовки 2025) одобрен Ученым советом Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ
Протокол № 6 от «19» февраля 2025 г.

Рабочая программа учебной дисциплины «Водоподготовка и водно-химические режимы теплоэнергетических установок» одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетика и теплоэнергетика».
Протокол № 7 от «24» марта 2025 г.

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент М.М. Украинцев

Рабочая программа учебной дисциплины «Водоподготовка и водно-химические режимы теплоэнергетических установок» рекомендована к использованию в учебном процессе на заседании методической комиссии по направлению подготовки 13.03.01 и 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».
Протокол № 5 от «27» марта 2025г.
г.

Председатель методической комиссии
к.т.н. доцент М.С. Демченко

Разработчик:
к.т.н., доцент А.Н. Токарева

Содержание

		с.
		С.
1.	Вводная часть……	4
1.1.	Цели освоения дисциплины……	4
1.2.	Место дисциплины в структуре ОПОП…….	4
1.3	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций……..	5
2.	Основная часть…….	6
2.1.	Объем учебной дисциплины и виды учебной работы…….	6
2.2	Содержание учебной дисциплины……	8
2.2.1	Разделы учебной дисциплины виды учебной деятельности и формы контроля……	10
2.2.2.	Лабораторный практикум……..	11
2.2.3.	Практические занятия…….	12
2.3.	Самостоятельная работа студента…….	14
3.	Образовательные технологии…….	15
4.	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины……..	17
4.1.	Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств……..	17
4.2.	Примерные темы курсовых работ…….	19
4.3.	Примерные темы рефератов (эссе)……	19
4.4.	Тесты текущего контроля……..	19
4.5.	Тесты промежуточного контроля……..	19
4.6.	Варианты контрольных заданий……	19
4.7.	Вопросы к зачету……	20
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины……..	22
5.1.	Основная литература……	22
5.2.	Дополнительная литература……	23
5.3.	Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы……	24
5.4.	Программное обеспечение учебного процесса…….	25
5.5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся…….	26
6.	Материально-техническое обеспечение дисциплины…….	27
7.	Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины……..	29

1. **ВВОДНАЯ ЧАСТЬ**

1.1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины «Водоподготовка и водно-химические режимы теплоэнергетических установок» является: формирование у магистров теоретических знаний и практических знаний и навыков по модернизации теплотехнического оборудования и контроля водно-химических режимов работы оборудования тепловых сетей

Задачами дисциплины являются**:**

–формирование умений анализировать выполнение заданных водно-химических режимов работы теплоэнергетического оборудования, определять отклонения и нарушения в его работе в результате несоответствующих параметров теплоносителя;

-формирование навыков контроля параметров энергоносителя и контроля выполнения оперативных переключений на различные водно-химические режимы:

–формирование навыков разработки программ, направленных на совершенствование тепломеханического оборудования на основе расчетов водно-химических режимов.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Водоподготовка и водно-химические режимы теплоэнергетических установок» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений

Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами дисциплин: «Водоподготовка в котельных» (курс бакалавриата);

*«*Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий», «Энергоустановки систем теплоснабжения»

Освоение данной дисциплины необходимо для качественного выполнении выпускной квалификационной работы.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций

Изучение дисциплины направлено на формирование профессиональных компетенций, необходимых для решения задач профессиональной деятельности и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения	
		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые знания, умения и навыки
ПК-1	Способностью к разработке организационно-технических мероприятий по повышению надежности и экономичности работы оборудования тепловых сетей	ПК-1.2 Разрабатывает программы по совершенствованию и модернизации оборудования тепловых сетей	Знать: оборудование систем водоподготовки и водно-химические режимы работы оборудования тепловых сетей Уметь: прогнозировать надежность работы оборудования тепловых сетей с учетом параметров энергоносителей Владеть: навыками разработки программ, направленных на совершенствование и модернизацию оборудования тепловых сетей на основе расчетов водно-химических режимов
ПК-3	Способностью осуществлять руководство работами по переключениям технологических схем на различных режимах работы тепломеханического оборудования	ПК-3.1 Осуществляет оперативный контроль режима работы тепловых сетей и параметров передаваемой тепловой энергии	Знать: характеристики оборудования тепловых сетей при различных водно-химических режимах работы Уметь: анализировать выполнение заданных водно-химических режимов работы теплоэнергетического оборудования Владеть: навыками контроля параметров энергоносителя в пароводяных трактах и трубопроводах тепловых сетей
		ПК-3.2. Осуществляет контроль выполнения оперативных переключений	Знать: особенности эксплуатации тепломеханического оборудования при различных водно-химических режимах Уметь: оценивать техническое состояние тепломеханического оборудования с учетом характеристик энергоносителя Владеть: навыками контроля выполнения оперативных переключений технологических схем на различные водно-химические режимы

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид работы		Всего часов	Семестр № 3
1		2	3
Аудиторные занятия (всего)		**34**	**34**
В том числе:			
Лекции (Л)		–	–
Практические занятия (ПЗ)		34	34
Семинары (С)		–	–
Лабораторные работы		–	–
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		**74**	**74**
В том числе:			
Самоподготовка: проработка материала учебных пособий и учебников, подготовка к практическим занятиям, текущему контролю		74	74
СРС в период промежуточной аттестации		**-**	**-**
Вид промежуточной аттестации: Зачёт (З) Зачёт с оценкой (ЗО) Экзамен (Э)		З	З
ИТОГО:	часов	**108**	**108**
общая трудоемкость	зач. единиц	3	3

Заочная форма обучения

Вид работы		Всего часов	Семестр 4
Аудиторные занятия (всего)		**8**	**8**
В том числе:			
Лекции (Л)		**-**	–
Практические занятия (ПЗ)		8	8
Семинары (С)		–	–
Лабораторные работы		–	–
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		**96**	**96**
В том числе:			
Самоподготовка: проработка материала учебных пособий и учебников, подготовка к практическим занятиям		96	96
СРС в период промежуточной аттестации (подготовка к зачету)		4	- 4
Вид промежуточной аттестации: Зачёт (З) Зачёт с оценкой (ЗО) Экзамен (Э)		З	З
ИТОГО:	часов	**108**	**108**
общая трудоемкость	зач. единиц	**3**	**3**

2.2. Содержание учебной дисциплины

Содержание разделов учебной дисциплины:

Семестр очн. (заочн.)	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела в дидактических единицах	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3	4
3(4)	Модуль 1. Характеристики водно-химических режимов работы оборудования тепловых сетей	1.1. Основы водного законодательства. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.	ПК-1.2 ПК-3.1.
		1.2. Задачи водно-химических режимов тепломеханического оборудования. Схемы обращения воды в циклах теплоэнергетических установок	ПК-3.1. ПК-3.2.
		1.3. Характеристики водно-химических режимов прямоточных котлов. Особенности эксплуатации прямоточных котлов при различных водно-химических режимах	ПК-3.1. ПК-3.2.
		1.4. Характеристики водно-химических режимов барабанных котлов. Особенности эксплуатации бараьанных котлов при различных водно-химических режимах	ПК-3.1. ПК-3.2
		1.5. Загрязнение водного теплоносителя в пароводяных трактах теплоэнергетических установок. Контроль параметров теплоносителя. Оперативное переключение технологических схем работы тепломеханического оборудования котельных	ПК-1.2 ПК-3.1. ПК-3.2.
		1.6. Растворимость примесей в водном теплоносителе. Влияние примесей на работу теплоэнергетического оборудования. Расчет изменения массы отложений примесей Изменение водно-химического режима работы тепломеханического оборудования в зависимости от содержания примесей.	ПК-1.2 ПК-3.1 ПК-3.2.
		1.7.Основные виды коррозии . Влияние коррозии на работу теплоэнергетического оборудования. Расчет изменения конструктивных параметров теплопередающих поверхностей оборудования в зависимости от величины коррозии	ПК-1.2 ПК-3.1.

1	2	3	4
	Модуль 2. Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок	2.1. Методы очистки воды от растворенных солей. Оценка влияния технологии очистки воды от солей на режимы работы теплоэнергетических установок. Повышение надежности и экономичности работы тепломеханического оборудования в результате внедрения технологий очистки теплоносителя от солей и изменения водно-химического режима	ПК-1.2 ПК-3.1. ПК-3.2
		2.2. Методы очистки воды от растворенных газов. Оценка влияния очищенной от газов воды на водно-химические режимы работы теплоэнергетических установок. Повышение надежности и экономичности работы тепломеханического оборудования путем снижения коррозии металлов и изменения водно-химического режима.	ПК-1.2 ПК-3.1. ПК-3.2.
		2.3. Особенности термической водоподготовки. Включение испарителей в тепловые схемы котельной. Повышение надежности и экономичности работы теплоэнергетического оборудования за счет включения испарителей и изменения водно-химического режима	ПК-1.2 ПК-3.1. ПК-3.2
		2.4. Изменение температурного режима работы греющей части котлов за счет снижения отложений в результате водоочистки	ПК-1.2 ПК-3.1. ПК-3.2
		2.5. Методы обработки охлаждающей воды. Повышение надежности работы оборудования за счет снижения минеральных отложений и биологических обрастаний	ПК-1.2 ПК-3.1.
		2.6. Методы обработки сточных вод теплоэнергетических объектов. Модернизация систем обработки сточных вод	ПК-1.2
		2.7. Основные направления модернизации водоподготовительного оборудования	ПК-1.2

2.2.1. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (*по неделям семестра)*
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
3	Модуль 1. Характеристики водно-химических режимов работы оборудования тепловых сетей	-	-	18	36	54	Контрольная работа (8 неделя семестра)
3	Модуль 2. Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок.	-	-	16	38	54	Контрольная работа (16 неделя семестра)
	Всего:	**-**	**-**	**34**	**74**	**108**	

Заочная форма обучения

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (*по неделям семестра)*
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
4	Модуль 1. Характеристики водно-химических режимов работы оборудования тепловых сетей	-	-	4	48	52	-
4	Модуль 2. Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок.	-	-	4	48	52	-
4	Контроль				–	4	-
	Всего:	**-**	**-**	**8**	**96**	**108**	

2.2.2. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

2.2.3. Практические занятия

Очная форма обучения

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование практического занятия	Всего часов
3	Модуль 1. Характеристики водно-химических режимов работы оборудования тепловых сетей	1.1. Изучение водно-химических режимов блоков с прямоточными котлами	4
		1.2. Изучение водно-химических режимов блоков с барабанными котлами	2
		1.3. Расчет растворимости примесей в воде	2
		1.4 Определение коэффициента выноса примеси из воды в насыщенный пар	4
		1.5 Расчет величины солеотложений. Определение влияния величины солеотложения на теплопроводность трубопроводов тепловых сетей.	2
		1.6. Расчет солевых балансов паровых котлов. Контрольная работа	4
3	Модуль 2. Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок	2.1 Технология очистки воды от растворенных газов. Расчет деаэратора струйно-барботажного типа.	2
		2.2. Расчет снижения образования отложений в барабанных паровых котлах	4
		2.3. Расчет температурного режима труб парового котла с учетом изменения отложений в результате термической водоподготовки	4
		2.4. Расчет величины продувки системы оборотного водоснабжения	2
		2.5. Расчет системы очистки сточных вод мембранным методом. Контрольная работа	4
ИТОГО:			**34**

Заочная форма обучения

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование практического занятия	Всего часов
4	Модуль 1. Характеристики водно-химических режимов работы оборудования тепловых сетей	1.1. Расчет солевых балансов паровых котлов.	4
4	Модуль 2. Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок.	2.1. Расчет температурного режима труб парового котла с учетом изменения отложений в результате термической водоподготовки	4
ИТОГО:			**8**

2.3. Самостоятельная работа студента

Очная форма обучения

Виды СРС:

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
3	Модуль 1. Характеристики воднохимических режимов работы оборудования тепловых сетей	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, подготовка к практическим занятиям	36
3	Модуль 2. Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок.	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, подготовка к практическим занятиям	38
ИТОГО:			**74**

Заочная форма обучения

Виды СРС:

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
4	Модуль 1. Характеристики воднохимических режимов работы оборудования тепловых сетей	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, подготовка к практическим занятиям	48
4	Модуль 2. Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок.	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, подготовка к практическим занятиям	48
ИТОГО:			**96**

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Очная форма обучения

Семестр	Виды учебной работы	Образовательные технологии (инновационные и интерактивные)	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
3	Практические занятия, 1.4-1.6	решение практико-ориентированных задач	групповые
	Практические занятия 2.1.-2.5	решение практико-ориентированных задач	групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме:
практические занятия -26 часов

Заочная форма обучения

Семестр	Виды учебной работы	Образовательные технологии (инновационные и интерактивные)	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
4	Практическое занятие 1.1.	решение практико-ориентированных задач	групповые
	Практические занятие 2.1.	решение практико-ориентированных задач	групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме:
практические занятия -8 часов

В исключительных случаях применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии (ЭО и ДОТ), включая проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Реализация программы дисциплины с использованием ЭО и ДОТ осуществляется по усмотрению ведущего преподавателя с учетом технических возможностей обучающихся с использованием программных средств, обеспечивающих применение элементов ЭО и ДОТ в Институте, путем синхронного и асинхронного взаимодействия, к которым могут относиться:

- электронная информационно-образовательная среда Института;
- групповая голосовая конференция в мессенджерах (Яндекс.Мессенджер, VK Teams);
- групповой чат в мессенджерах Яндекс.Мессенджер, социальной сети ВКонтакте;
- онлайн видеоконференция в Яндекс.Телемост;
- видеозаписи лекций педагогических работников Института, размещённые на различных видеохостингах (например, на каналах преподавателей) и/или облачных хранилищах (например, Яндекс.Диск).

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Очная форма обучения

Семестр	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства		
				Форма	Кол-во вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
3	ТАт	ПК-1.2 ПК-3.1	Модуль 1. Характеристики водно-химических режимов работы оборудования тепловых сетей	Контрольная работа	3	10
	ТАт	ПК-1.2. ПК-3.1 ПК-3.2	Модуль 2. Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок.	Контрольная работа	2	10
	ПрАт			Зачет	2	10

Заочная форма обучения

Семестр	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства		
				Форма	Кол-во вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
4	ТАт	–	Модуль 1. Характеристики водно-химических режимов работы оборудования тепловых сетей	–	–	–
	ТАт	–	Модуль 2. Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок.	–	–	–
	ПрАт			Зачет	2	10

4.2. Примерные темы курсовых работ/проектов

Не предусмотрены.

4.3. Примерные темы рефератов

Не предусмотрены.

4.4. Тесты промежуточного контроля

Не предусмотрены.

4.4.1. Ключи к тестам

Не предусмотрены.

4.5. Тесты текущего контроля

Не предусмотрены.

4.5.1. Ключи к тестам

Не предусмотрены.

4.6. Варианты контрольных заданий

Вариант контрольного задания по модулю «Характеристики водно-химических режимов работы оборудования тепловых сетей»

1.Педставьте графическое изображение зависимости растворимости гидроксидов меди от величины РН
2. Напишите уравнение солевого баланса примеси в пароводяной смеси
3. Определить концентрацию примесей в воде промывочного устройства $С_{пром}$, если количество продувочной воды составляет 3% от паропроизводителности котла, коэффициент распределения примесей Кр = 0,8, влажность пара ω=0,05%, а концентрация примесей в котловой воде равна $С_{кв}$=1%

Вариант контрольного задания по модулю «Обеспечение водно-химического режима работы оборудования тепловых сетей на основе расчета водоподготовительных установок»

1. Определить как изменится степень концентрирования примесей $С_{п}$ в паре чистого отсека парового котла без промывки пара, если вместо одноступенчатой схемы испарения использовать двухступенчатую. Концентрация примесей в питательной воде составляет $С_{пв}$=1%, коэффициент распределения примесей Кр = 0,5, влажность пара ω=0,02%, а паропроизводительностью второй ступени составляет 30% от общей производительности котла.
2. Определить количество кислорода, подлежащего удалению при барботаже, если количество пара, конденсирующегося в струйном отсеке равно $G_{конд} = 2{,}8\frac{кг}{с}$, суммарный

расход воды, поступающей в водораспределитель $G_в = 216\frac{кг}{с}$,расход дренажа $G_д = 48\frac{кг}{с}$.Концентрация кислорода в водораспределительном устройстве составляет $C_{o_2}^{исх} = 100\frac{мг}{кг}$, а потоке воды, поступающем на барботажное устройство $C_{o_2} = 15\frac{мг}{кг}$

4.7. Вопросы к зачету

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3
1	Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.	ПК-1.2 ПК-3.1.
2	Задачи водно-химических режимов тепломеханического оборудования.	ПК-3.1. ПК-3.2.
3	Изменение концентрации железа в питательной воде при гидразинно-аммиачном водном режиме в прямоточных котлах. Особенности эксплуатации прямоточных котлов при гидразинно-аммиачном водном режиме	ПК-3.1. ПК-3.2
4	Влияние концентрации кислорода на характеристики нейтрально-кислородного водно-химического режима в прямоточных котлах. Особенности эксплуатации прямоточных котлов при нейтрально-кислородном водно-химическом режиме.	ПК-3.1. ПК-3.2
5	Физическая сущность комплексонного водно-химического режима	ПК-3.1
6	.Загрязнение водного теплоносителя в пароводяных трактах теплоэнергетических установок.	ПК-3.1
7	Влияние примесей на водно-химический режим оборудования	ПК-1.2 ПК-3.1
8	Определение коэффициента выноса примеси из воды в насыщенный пар	ПК-1.2 ПК-3.1
9	Оперативное переключение технологических схем работы тепломеханического оборудования котельных при загрязнении водного теплоносителя в пароводяных трактах	ПК-3.2.
10	Методика расчета изменения массы отложений примесей	ПК-1.2. ПК-3.1
11.	Расчет изменения конструктивных параметров теплопередающих поверхностей оборудования в зависимости от величины коррозии	ПК-1.2 ПК-3.1
12	Повышение надежности и экономичности работы оборудования тепловых сетей путем снижения коррозии металлов и изменения водно-химического режима.	ПК-1.2 ПК-3.1. ПК-3.2

1	2	3
13	Повышение надежности и экономичности работы тепломеханического оборудования в результате внедрения технологий очистки теплоносителя от солей	ПК-1.2
14	Методика расчета температурного режима труб котла с учетом отложений	ПК-3.1. ПК-3.2
15	Изменение водно-химического режима в результате очистки воды от солей	ПК-3.1 ПК-3.2
16	Снижение концентрации примеси в барабанных котлах путем промывки пара	ПК-1.2. ПК-3.1
17.	Особенности термической подготовки. Включение испарителей в тепловые схемы котельной	ПК-1.2. ПК-3.1
18	Повышение надежности и экономичности работы теплоэнергетического оборудования за счет включения испарителей и изменения водно-химического режима	ПК-1.2 ПК-3.1. ПК-3.2
19	Повышение надежности работы оборудования системы оборотного водоснабжения за счет снижения минеральных отложений и биологических обрастаний	ПК-1.2
20	Основные направления модернизации водоподготовительного оборудования	ПК-1.2

Примерные варианты задач к зачету.

1. Определить массу отложений солевых примесей q за время τ=15000ч, если коэффициент скорости кристаллизации составляет $K_{кр}=0{,}001с^{-1}$, начальная концентрация примесей около поверхности кристалла составляла $C^{0}=0{,}01мг/м^{2}$, конечная $C_{кв}=0{,}05мг/м^{2}$
2. Определить как изменяется относительное повышение концентрации примеси в котловой воде барабанного котла, если количество продувочной воды увеличилось с 2% до 5% от паропроизводительности котла, а коэффициент выноса составляет $K_{в}=5$
3. Определить утонение стенки трубы со стороны водяного теплоносителя за счет коррозии , если температура металла на внутренней поверхности трубы составляет $t_{вн}=450^{0}С$, а расчетное время коррозии равно τ=14500ч

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п\п	Наименование	Авторы	Год и место издания	Используется при изучении разделов (модулей)	Количество экземпляров	
					В библиотеке	На кафедре
1.	Водоподготовка и водно-химические режимы в теплоэнергетике. [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682109	.Э.П. Гужулев, В. В. Шалай, В. И. Гриценко, М. А. Таран	Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 372 с.	1,2	+	+
2.	Водоподготовка в энергетике	А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков.	М.:МЭИ, 2006	1,2	12	-
3.	Водоподготовка : курс лекций [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494813	Стоянов Н.И., Беляев Е.И., Куклите Й.Я.	Ставрополь : СКФУ, 2018. - 109 с.	1,2	+	+

5.2. Дополнительная литература

№ п\п	Наименование	Авторы	Год и место издания	Используется при изучении разделов (модулей)	Количество экземпляров	
					В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6	7
1	Водоснабжение. Ч. 2. Водоподготовка. - 152 с. : ил. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494223	Сибагатуллина А.М.	Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. 152 с	1	+	+
2	Водоподготовка : справочник - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=97864	ред. С.Е. Беликова. -	Москва : Издательский Дом «Аква-Терм», 2007. - 241 с.	1,2	+	+
3	Улучшение качества природных вод : [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466773	Чудновский, С.М.	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 185 с.	1,2	+	+
4	Технология очистки сточных вод [Электронный ресурс]. - URL: . http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493888	А.П. Карманов, И.Н. Полина.	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. - 213 с.	2	+	+
5.	Устройство и конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов : учебное пособие : [Электронный ресурс]. –– URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618444	Бойко, Е. А.	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 364 с.	2	+	+

1	2	3	4	5	6	7
5	ГОСТ 20995-75 Котлы паровые стационарные давлением до 3,9 МПа. Показатели качества питательной воды и пара (с Изменениями N 1, 2, 3, 4) [Электронный ресурс]. http://docs.cntd.ru/document/1200011611			1	+	+
6	ГОСТ Р 55682.12-2013/ЕН 12952-12:2003 Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудование. Часть 12. Требования к качеству питательной и котельной воды [Электронный ресурс]. http://docs.cntd.ru/document/1200107478			1	+	+

5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы

1. Университетская библиотека онлайн. Электронно-библиотечная система – https//biblioclub.ru
2. Издательство Лань. Электронно-библиотечная система – https//e.lanbook.com
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – http://elibrary.ru
4. База данных издательства Springer Nature «Российский фонд фундаментальных исследований» – http://www.rfbr.ru
5. Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» – vvvpress.ru
6. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации - http://docs.cntd.ru/
7. Журнал «Теплоэнергетика» http://tepen.ru
8. Журнал «Энергетик» http://www.energetik.energy-journals.ru/index.php/EN
9. Информационная система по теплоснабжению РосТепло.RU - https://www.rosteplo.ru

Информационные технологии

Электронная информационная образовательная среда института обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик; формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий по пересылке и получению электронных сообщений.

5.4 Программное обеспечение учебного процесса

LibreOffice

5. 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п\п	Вид самостоятельной работы	Авторы	Наименование	Год и место издания
1	2	3	4	5
1.	Подготовка к практическим занятиям	.Э.П. Гужулев, В. В. Шалай, В. И. Гриценко, М. А. Таран	Водоподготовка и водно-химические режимы в теплоэнергетике. [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682109	Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 372 с.
2	Подготовка к практическим занятиям	Сибагатуллина, А.М.	Водоснабжение. Ч. 2. Водоподготовка. - 152 с. : ил. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494223	Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. 152 с
3	Подготовка к практическим занятиям	Чудновский, С.М.	Улучшение качества природных вод : [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466773	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 185 с.

1	2	3	4	5
4	Подготовка к практическим занятиям	А.Н. Токарева, С.В. Панченко, М.С. Демченко.	Расчет систем водоподготовки котельных установок на базе натрий–катионовых фильтров [Электронный ресурс]: методические указания / А.Н. Токарева, С.В. Панченко, М.С. Демченко. – Зерноград: Азово–Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2021. – 20 с. – Режим доступа: Локальная сеть Библиотеки Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ. http://ачии.рф/files/cfe7e70c-799f-48fb-8745-44fc4a0d6d10.pdf	Зерноград: Азово–Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2021.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
5-205 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Комплект учебной мебели Экран для проектора, доска меловая. Посадочных мест 24.
6-224 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. . 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Комплект учебной мебели Переносной комплект мультимедийного оборудования: проектор мультимедийный, экран на треноге (или настенный), ноутбук. Доска меловая. Посадочных мест 30.
2-252 Читальный зал для самостоятельной работы 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	15 рабочих мест для самостоятельной работы, объединенные в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок Core i3 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 5 шт. Системный блок Celeron J3060 1,6 Ггц, 4 Gb, 128 Gb SSD - 10 шт. монитор Phillips 2205– 5 шт, монитор Samsung SyncMaster 923m - 10шт принтер Epson LX-1170 Посадочных мест 114
2-170б Электронный читальный зал для самостоятельной работы 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Посадочных мест 10 для самостоятельной работы, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet, с доступом к электронно-библиотечной системе «Лань» и ЭБС «Университетская библиотека онлайн», СПС «КонсультантПлюс: ВерсияПроф». Ведётся медиатека – имеется 1458 электронных текстов изданий. Системный блок С2,8Ггц, 1 GB, 80 GB HDD – 1 шт. Системный блок С2,8Ггц, 512 МБ, 80 GB HDD – 9 шт. Монитор Samsung 920NW – 10 шт. Коммутатор Dlink – 1 шт.

	Сканер EPSON – 1 шт.
2-170а Отдел научно-технической и социально-гуманитарной литературы, МБА для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Посадочных мест 2 для самостоятельной работы, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок Core i3 540 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 1шт. Системный блок С2,8Ггц , 512 Mb, 160Gb HDD – 1 шт., монитор Samsung 920NW– 1 шт, монитор Phillips 2205– 1 шт, принтер HP LJ 1150 МФУ Kyocera Taskalfa 180
Аудитория № 5-217 Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Специализированная мебель и оборудование для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом. Подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и др. Решение задач по алгоритму.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу