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 09:25:06 +03'00'

УТВЕРЖДАЮ.
Директор

_____**А.Ф. Бутенко**

«24» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Физико-химические основы технологии воды»

Направление подготовки 13.04.01. «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность подготовки «Энергообеспечение предприятий»

Факультет Энергетический

Кафедра «Электроэнергетика и теплоэнергетика»

Форма обучения очная, заочная

Квалификация 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 «Физико-химические основы технологии воды» 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 «Физико-химические основы технологии воды» 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 2025 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…….	25
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 «Физико-химические основы технологии воды» является: формирование у магистров теоретических знаний и практических знаний и навыков по модернизации теплотехнического оборудования и контроля режимов работы оборудования тепловых сетей путем обоснования и выполнения расчетов систем водоподготовки.

Задачами дисциплины являются**:**

–формирование умений анализировать выполнение заданных 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:

–формирование навыков разработки программ, направленных на совершенствование тепломеханического оборудования на основе расчетов водоподготовительных систем.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физико-химические основы технологии воды» относится к 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».

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 и физико-химические основы работы технологических систем водоподготовки Уметь: определять отклонения и нарушения в работе обслуживаемого оборудования в результате несоответствующих параметров теплоносителя Владеть: навыками разработки программ, направленных на совершенствование и модернизацию оборудования тепловых сетей на основе расчетов систем водоподготовки
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 тепломеханического оборудования при различных режимах работы Уметь: анализировать выполнение заданных режимов работы теплоэнергетического оборудования Владеть: навыками контроля параметров энергоносителя
		ПК-3.2. Осуществляет контроль выполнения оперативных переключений	Знать: особенности эксплуатации тепломеханического оборудования Уметь: оценивать техническое состояние тепломеханического оборудования с учетом характеристик энергоносителя Владеть: навыками контроля выполнения оперативных переключений

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. Физико-химические показатели качества природных вод	1.1.Классификация природных вод. Показатели качества воды	ПК-1.2.
		1.2. Анализы воды и их проверка.	ПК-1.2.
		1.3. Основы водного законодательства. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.	ПК-1.2 ПК-3.1.
		1.4. Схемы обращения воды в циклах теплоэнергетических установок	ПК-3.1. ПК-3.2.
		1.5. Характеристика качества контурных вод	ПК-1.2 ПК-3.1.
		1.6. Загрязнение водного теплоносителя в пароводяных трактах теплоэнергетических установок. Контроль параметров теплоносителя. Оперативное переключение технологических схем работы тепломеханического оборудования котельных при загрязнении теплоносителя	ПК-1.2 ПК-3.1. ПК-3.2.
		1.7. Химический потенциал теплоносителя	ПК-3.1
		1.8. Растворимость примесей в водном теплоносителе. Влияние примесей на работу теплоэнергетического оборудования. . Расчет изменения массы отложений примесей Изменение режимов работы тепломеханического оборудования в зависимости от содержания примесей.	ПК-1.2 ПК-3.1 ПК-3.2.
		1.9.Основные виды коррозии . Влияние коррозии на работу теплоэнергетического оборудования. Расчет изменения конструктивных параметров теплопередающих поверхностей котельного агрегата в зависимости от величины коррозии	ПК-1.2 ПК-3.1.

1	2	3	4
3(4)	Модуль 2. Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов.	2.1. Задачи водно-химических режимов тепломеханического оборудования . Особенности эксплуатации теплотехнического оборудования при различных водно-химических режимах	ПК-3.1. ПК-3.2.
		2.2. Технологии очистки воды 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	ПК-1.2 ПК-3.1. ПК-3.2.
		2.3. Технологии очистки воды от растворенных газов. Оценка влияния очищенной от газов воды на режимы работы теплоэнергетических установок. Повышение надежности и экономичности работы тепломеханического оборудования путем снижения коррозии металлов.	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. Физико-химические показатели качества природных вод	-	-	18	36	54	Контрольная работа (8 неделя семестра)
3	Модуль 2. Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов.	-	-	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. Физико-химические показатели качества природных вод	-	-	4	48	52	-
4	Модуль 2. Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов.	-	-	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. Физико-химические показатели качества природных вод	1.1. Расчет физико-химических показателей природной воды.	2
		1.2. Расчет растворимости примесей в воде	2
		1.3 Определение коэффициента выноса примеси из воды в насыщенный пар	4
		1.4 Расчет величины солеотложений. Определение величины солеотложения на теплопроводность конструкции.	4
		1.5 Изучение характеристик различных видов коррозии	4
		1.6 Определение коэффициента скорости кристаллизации. Контрольная работа	2
3	Модуль 2. Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов.	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 отложений	4
		2.4 Расчет солевых балансов паровых котлов. Контрольная работа	4
		2.6. Расчет необходимой степени очистки сточных вод.	2
ИТОГО:			**34**

Заочная форма обучения

Семестр	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование практического занятия	Всего часов
4	Модуль 1**.** Физико-химические показатели качества природных вод	1.1. Определение коэффициента выноса примеси из воды в насыщенный пар	4
4	Модуль 2. Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов.	2.1. Расчет температурного режима труб парового котла с учетом отложений	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. Физико-химические показатели качества природных вод	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, подготовка к практическим занятиям	36
3	Модуль 2. Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов.	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. Физико-химические показатели качества природных вод	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям, подготовка к практическим занятиям	48
4	Модуль 2. Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов.	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 1.3, 1.4,.1.6	решение практико-ориентированных задач	групповые
	Практические занятия 2.1.-2.6	решение практико-ориентированных задач	групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме:
практические занятия -28 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
	Практическое 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**.** Физико-химические показатели качества природных вод	Контрольная работа	2	10
	ТАт	ПК-1.2. ПК-3.1 ПК-3.2	Модуль 2. Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов.	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. Физико-химические показатели качества природных вод	–	–	–
	ТАт		Модуль 2. Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов.	–	–	–
	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 «Физико-химические показатели качества природных вод»

1.Качество исходной воды характеризуется следующими показателями $Ж_0 = 7{,}5\frac{мг-экв}{дм^3}$, $Ж_{нк} = 2{,}5\frac{мг-экв}{дм^3}$. Определить $Ж_к$, $Ж_{Ca}$, $Ж_{Mg}$, если $\frac{Ж_0}{Ж_{Mg}} = 3{,}5$

2. Исходная вода поступает на декарбонизатор с карбонатной жесткостью $Ж_к = 7{,}5\frac{мг-экв}{дм^3}$ и сухим остатком $S_{и.в.} = 400\frac{мг}{дм^3}$.Определить концентрацию углекислоты, поступающей на декарбонизатор .Для решения задачи необходимо использовать номограмму для определения свободной углекислоты.

Вариант контрольного задания по модулю «Физическая сущность методов обработки воды и их влияние на работу теплоэнергетических объектов»

1. Определить массу отложений солевых примесей q за время τ=15000ч, если коэффициент скорости кристаллизации составляет $К_{кр}$=0,001$с^{-1}$, начальная концентрация примесей около поверхности кристалла составляла $С^0$=0,01мг/$м^2$, конечная $С_{кв}$=0,05мг/$м^2$

2. Определить концентрацию примесей в воде промывочного устройства $С_{пром}$, если количество продувочной воды составляет 3% от паропроизводительности котла, коэффициент распределения примесей Кр = 0,8, влажность пара ω=0,05%, а концентрация примесей в котловой воде равна $С_{кв}$=1%

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	Водо-режимные схемы энергетических блоков. Оперативное переключение водо-режимных схем	ПК-3.1. ПК-3.2.
3	Характеристика качества контурных вод	ПК-1.2 ПК-3.1.
4	Оперативное переключение технологических схем работы тепломеханического оборудования котельных при загрязнении водного теплоносителя в пароводяных трактах	ПК-3.2.
5	Химические потенциалы веществ в водных растворах	ПК-1.2
6	Влияние примесей на работу теплоэнергетического оборудования. Расчет изменения массы отложений примесей	ПК-1.2 ПК-3.1
7	Изменение режимов работы тепломеханического оборудования в зависимости от содержания примесей. Особенности эксплуатации оборудования в зависимости от содержания примесей	ПК-3.1. ПК-3.2
8	Определение коэффициента выноса примеси из воды в насыщенный пар	ПК-1.2 ПК-3.1
9	Методика расчета изменения массы отложений примесей	ПК-1.2 ПК-3.1.
10	Основные виды коррозии. Влияние коррозии на работу теплоэнергетического оборудования	ПК-1.2
11	Методика расчета изменения конструктивных параметров элементов котельного агрегата от коррозии	ПК-1.2 ПК-3.1
12	Задачи водно-химических режимов тепломеханического оборудования. Оперативное переключение режимов работы оборудования тепловых сетей	ПК-3.1. ПК-3.2.
13	Оценка влияния технологии очистки воды от солей на режимы работы теплоэнергетических установок	ПК-3.1. ПК-3.2
14	Повышение надежности и экономичности работы тепломеханического оборудования в результате внедрения технологий очистки теплоносителя от солей	ПК-1.2
15	Методика расчета снижения образований отложений в котлах	ПК-1.2
16	Методика расчета температурного режима труб котла с учетом отложений	ПК-3.1. ПК-3.2
17	Оценка влияния очищенной от газов воды на режимы работы теплоэнергетических установок.	ПК-3.1. ПК-3.2
18	Повышение надежности и экономичности работы тепломеханического оборудования путем снижения коррозии металлов.	ПК-1.2

1	2	3
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 жесткость и сухой остаток обработанной воды при коагуляции хлорным железом, если общая жесткость исходной воды составляет $Ж_{и.в.} = 3{,}5\frac{мг-экв}{дм^3}$, сухой остаток исходной воды $S_{и.в.} = 750\frac{мг}{дм^3}$. Доза используемого коагулянта равна $K = 1{,}5\frac{мг-экв}{дм^3}$

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.	1,2	+	+

1	2	3	4	5	6	7
6.	СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76 [Электронный ресурс]. http://docs.cntd.ru/document/456054199			2	+	+
7.	ГОСТ 2761-84 Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. http://docs.cntd.ru/document/1200003220			1	+	+
8.	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			1,2	+	+
9.	ГОСТ 30813-2002 Вода и водоподготовка. Термины и определения. [Электронный ресурс]. http://docs.cntd.ru/document/1200030883			1	+	+
10.	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			1,2	+	+

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. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п\п	Вид самостоятельной работы	Авторы	Наименование	Год и место издания
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.
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