

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 20 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Водно-химические режимы теплоэнергетических установок  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 08.04.01 Строительство  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Технологии бесперебойного теплоснабжения ЖКХ и предприятий  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Изучение основных понятий, технологий и оборудования подготовки теплоносителя на ТЭС, водно-химических режимов на ТЭС, а также способов принятия и обоснования конкретных технических решений при последующем проектировании и эксплуатации установок по обработке теплоносителя для уменьшения отложений и коррозионных процессов на теплообменном оборудовании ТЭС.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

формирование исследовательского мышления, обучение умению оценивать вводно-хозяйственную ситуацию конкретного промышленного производства в соответствии с принятой технологией основного производства, обучение выбору оптимальной схемы промышленного водоснабжения.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.12	ИД-1ПК-2.12	Знает требования нормативных правовых актов и нормативно-технических документов по проектированию и строительству систем теплогазоснабжения и вентиляции и порядку проведения и оформлению результатов авторского надзора, основные технологии производства работ по устройству систем, виды оборудования, основные материалы, изделия и оборудование, применяемые при устройстве систем и их технические, технологические и эксплуатационные характеристики, особенности монтажа систем, методики испытаний систем и порядок организации и осуществления контроля при строительстве систем	Знает требования нормативных правовых актов и нормативно-технических документов по проектированию и строительству систем теплогазоснабжения и вентиляции и порядку проведения и оформлению результатов авторского надзора, основные технологии производства работ по устройству систем, виды оборудования, основные материалы, изделия и оборудование, применяемые при устройстве систем и их технические, технологические и эксплуатационные характеристики, особенности монтажа систем, методики испытаний систем и порядок организации и осуществления контроля при строительстве систем	Дифференцированный зачет
ПК-2.12	ИД-2ПК-2.12	Умеет осуществлять анализ соответствия объемов и качества выполнения строительных и монтажных работ требованиям проектной документации систем, осуществлять анализ соответствия применяемых в процессе строительства технологий, материалов и изделий принятым проектным решениям систем, анализ соответствия устанавливаемого оборудования принятым проектным решениям, определять и обосновывать возможность	Умеет осуществлять анализ соответствия объемов и качества выполнения строительных и монтажных работ требованиям проектной документации систем, осуществлять анализ соответствия применяемых в процессе строительства технологий, материалов и изделий принятым проектным решениям систем, анализ соответствия устанавливаемого оборудования принятым проектным решениям, определять и обосновывать возможность использования оборудования, материалов	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		использования оборудования, материалов и технологий, не предусмотренных проектной документацией систем, выбирать и обосновывать оптимальные средства и методы устранения выявленных в процессе проведения мероприятий авторского надзора отклонений и нарушений проектных решений систем, оформлять отчетную документацию по результатам проведения мероприятий авторского надзора	и технологий, не предусмотренных проектной документацией систем, выбирать и обосновывать оптимальные средства и методы устранения выявленных в процессе проведения мероприятий авторского надзора отклонений и нарушений проектных решений систем, оформлять отчетную документацию по результатам проведения мероприятий авторского надзора	
ПК-2.12	ИД-3ПК-2.12	Владеет навыками контроля соответствия технологий, материалов и устанавливаемого оборудования систем проектным решениям, отклонений от согласованных и утвержденных проектных решений систем, разработки предложений по замене материалов, изделий и оборудования, рекомендаций и указаний о порядке устранения выявленных нарушений и отклонений от проектных решений систем, подтверждения объемов и качества строительных и монтажных работ по устройству систем, ведения установленной документации по результатам мероприятий авторского надзора за соблюдением проектных решений систем (составление и отслеживание графиков авторского надзора, уточнение проектной	Владеет навыками контроля соответствия технологий, материалов и устанавливаемого оборудования систем проектным решениям, отклонений от согласованных и утвержденных проектных решений систем, разработки предложений по замене материалов, изделий и оборудования, рекомендаций и указаний о порядке устранения выявленных нарушений и отклонений от проектных решений систем, подтверждения объемов и качества строительных и монтажных работ по устройству систем, ведения установленной документации по результатам мероприятий авторского надзора за соблюдением проектных решений систем (составление и отслеживание графиков авторского надзора, уточнение проектной документации, внесение	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		документации, внесение изменений в проектную документацию при изменении технических решений и оборудования), работы в комиссиях по освидетельствованию	изменений в проектную документацию при изменении технических решений и оборудования), работы в комиссиях по освидетельствованию промежуточных и скрытых работ при строительстве и приемке систем в эксплуатацию	
ПК-2.13	ИД-1ПК-2.13	Знает нормативные правовые акты, регулирующие трудовую деятельность, нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию по проектированию систем, правила выполнения и оформления проектной документации на системы, профессиональные компьютерные программные средства и специальные компьютерные программы для выполнения работ по проектированию систем, требования к разработке проектно-сметной документации, номенклатуру современных материалов и изделий, используемых при строительстве систем	Знает нормативные правовые акты, регулирующие трудовую деятельность, нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию по проектированию систем, правила выполнения и оформления проектной документации на системы, профессиональные компьютерные программные средства и специальные компьютерные программы для выполнения работ по проектированию систем, требования к разработке проектно-сметной документации, номенклатуру современных материалов и изделий, используемых при строительстве систем	Дифференцированный зачет
ПК-2.13	ИД-2ПК-2.13	Умеет осуществлять расчет требуемой численности работников с учетом профессиональных и квалификационных требований, необходимых для проектирования систем, готовить для подчиненных задания на проектирование систем, анализировать технико-экономические	Умеет осуществлять расчет требуемой численности работников с учетом профессиональных и квалификационных требований, необходимых для проектирования систем, готовить для подчиненных задания на проектирование систем, анализировать технико-экономические показатели вариантов проектных решений систем,	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		показатели вариантов проектных решений систем, проверять соответствие разработанных проектных решений актуальной нормативно-технической документации для проектирования систем, работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных, оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию, работать с оргтехникой, выполнять чертежи без использования компьютера	проверять соответствие разработанных проектных решений актуальной нормативно-технической документации для проектирования систем, работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных, оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию, работать с оргтехникой, выполнять чертежи без использования компьютера	
ПК-2.13	ИД-3ПК-2.13	Владеет навыками определения потребности в трудовых ресурсах при проектировании систем, координации деятельности исполнителей работ по подготовке проектной документации по системам, подготовки и утверждения заданий на разработку проектной документации систем, проверки выполненных работ специалистами, осуществляющими специальные расчеты, подготовки проектной документации по отдельным узлам и элементам и компоновочным решениям, представления, согласования и приемки результатов работ при подготовке проектной	Владеет навыками определения потребности в трудовых ресурсах при проектировании систем, координации деятельности исполнителей работ по подготовке проектной документации по системам, подготовки и утверждения заданий на разработку проектной документации систем, проверки выполненных работ специалистами, осуществляющими специальные расчеты, подготовки проектной документации по отдельным узлам и элементам и компоновочным решениям, представления, согласования и приемки результатов работ при подготовке проектной документации на системы, утверждение проектной	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		документации на системы, утверждение проектной документации на системы, защита принятых решений, формирование и комплектация полного раздела проектной и рабочей документации	документации на системы, защита принятых решений, формирование и комплектация полного раздела проектной и рабочей документации	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	8	8	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение в дисциплину. Основные понятия и сведения о составе воды и ее обработке	2	0	5	18
Теплофизические и физико-химические свойства теплоносителя в пароводяном тракте ТЭС. Основные задачи водно-химических режимов теплоэнергетических установок. Принципиальные тепловые и вводно-режимные схемы КЭС, ТЭЦ с производственными и теплофикационными отборами. Водный баланс основного и вспомогательных контуров. Понятие термодинамических потенциалов. Химический потенциал. Состав примесей в водном теплоносителе.				
Введение в дисциплину. Основные понятия и сведения о составе воды и ее обработке	2	0	5	18
Растворимость естественных примесей в водном теплоносителе. Материальный баланс примесей и образование отложений в пароводяном тракте ТЭС. Поступление примесей с добавочной водой. Поступление примесей через неплотности в конденсаторе, сетевом подогревателе. Поступление продуктов коррозии. Образование отложений, состоящих из соединений кальция и магния, на теплопередающих поверхностях нагрева.				
Обработка воды теплоэнергетического назначения	2	0	6	18
Условия образования отложений продуктов коррозии железа и меди на парогенерирующих поверхностях. Образование отложений легкорастворимых соединений. Факторы, влияющие на скорость образования отложений. Химический состав отложений. Изменение во времени массы отложений на стенке трубы. Расчет межпромывочного периода. Управление водным режимом теплогидравлическими методами. Коррозионные процессы в пароводяном тракте Классификация коррозионных повреждений. Физико-химические основы коррозии конструкционных материалов. Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия.				
Обработка воды теплоэнергетического назначения	2	0	10	18
Влияние внутренних и внешних факторов на протекание коррозионных процессов. Коррозия конденсатно-питательного тракта, парообразующих труб и барабанов котлов во время эксплуатации, пароперегревателей, конденсаторов турбин. Факторы, влияющие на образование защитных пленок на поверхности металла. Диаграмма состояний для соединений меди и железа в воде. Химические промывки оборудования блоков, консервация оборудования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Водно-химические режимы (ВХР) блоков с прямоточными и барабанными котлами. ВХР для ПГУ. ВХР тепловых сетей и систем охлаждения конденсаторов турбин. Основные задачи ВХР тепловых сетей. Тепловые сети с открытым и закрытым водоразбором. Нормирование качества сетевой и подпиточной воды. Карбонатный индекс. Применение комплексонов и антинакипинов в тепловых сетях.				
ИТОГО по 2-му семестру	8	0	26	72
ИТОГО по дисциплине	8	0	26	72

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет водного баланса промышленного предприятия
2	Расчет изменения качества воды в оборотной системе
3	Расчет и проектирование охлаждающих устройств
4	Расчет и проектирование башенных и вентиляторных испарительных градирен
5	Расчета дегазатора и проектирования установок для обработки охлаждающей воды
6	Расчета дегазатора и проектирования установок для обработки охлаждающей воды
7	Проектирование и расчет установки ионитового обессоливания воды
8	Проектирование и расчет установок умягчения воды
9	Решение по размещению на местности, компоновке и высотной схеме сооружений водоподготовки

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Водное хозяйство промышленных предприятий. Кн. 2 / Аксенов В.И., Галкин Ю.А., Ладыгичев М.Г., Ничкова И.И. Москва : Теплотехник, 2005. 631 с.	1
2	Первов А. Г. Водоснабжение промышленных предприятий : учебник. Москва : Изд-во АСВ, 2019. 377 с. 23,625 усл. печ. л.	2
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		

1	Бахметьева Л.К. Подготовка воды для технического водоснабжения промышленных предприятий. Ионообменные методы умягчения воды [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Бахметьева Л.К., Бахметьев А.В., Белых Д.Е.— Электрон.текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 77 с.—	1
2	Староверов, С. В. Водоснабжение промышленных предприятий [Электронный ресурс] / С. В. Староверов, В. М. Киреев. — Электрон.текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 93 с. — 2227-8397.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Водоснабжение и санитарная техника / Издательский дом ВСТ–М.: «ВСТ»	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Водный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 28.12.2013)	1
2	Об охране атмосферного воздуха. Федеральный Закон, № 96-ФЗ от 04.05.99 г.	1
3	РД 153-34.1-37.531-00. Типовой эксплуатационный регламент водно-химического режима барабанных котлов высокого давления	1
4	СанПиН-2.2.1/2.1.1. 1200-03 Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий. Планировка, застройка населенных мест. Санитарно – защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов, № 4459 от 29.04.03 г. (введены в действие с 15.06.03 г.)	1
5	СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства от 10.07.1997 N 11-102-97.	1
6	СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 от 10.12.2012 N 47.13330.2012.	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов. Новороссийск. 2001.	1
2	Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. (Дополненное и переработанное). СПб, НИИ Атмосфера, 2012 г. – Санкт-Петербург, ООО«Контраст», 223 с.	1
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Методические указания для обеспечения самостоятельной работы студента по дисциплине "Техника защиты окружающей среды". Пермь, ПНИПУ, 2019.	1

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Староверов, С. В. Водоснабжение промышленных предприятий [Электронный ресурс] / С. В. Староверов, В. М. Киреев. — Электрон.текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 93 с. — 22	<a href="https://www.iprbookshop.ru/28341.html">https://www.iprbookshop.ru/28341.html</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
	Не требуется

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска, проектор, ноутбук	1
Практическое занятие	Доска, проектор, ноутбук	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе