

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА**  
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
**СТИ НИТУ «МИСИС»**

Рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
СТИ НИТУ «МИСИС»  
от «24» июня 2025 г.  
протокол № 26

## Рабочая программа дисциплины

### **Физико-химические основы водоподготовки**

Закреплена за кафедрой Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой  
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
Профиль Тепломассообменные процессы и оборудование при производстве металлизированного сырья  
Квалификация **Бакалавр**  
Форма обучения **Очная**  
Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	<u>180</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	<u>72</u>
самостоятельная работа	<u>72</u>
часов на контроль	<u>36</u>

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 4

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Вид занятий				
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	72	72	72	72
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого:	180	180	180	180

Год набора 2023.  
В редакции 2025 г.

Программу составил(и):

ст. преподаватель

Киселева Наталья Анатольевна

*Должность, уч. ст., уч. зв. ФИО полностью*

  
подпись

Рабочая программа дисциплины

**Физико-химические основы водоподготовки**

*наименование*

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат,

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет МИСИС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2023 года набора:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль: Тепломассообменные процессы и оборудование при производстве металлизированного сырья, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 24.06.2025 г.,

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

*наименование кафедры*

Протокол от «05» июня 2025 г. № 8

Зав. кафедрой

ММ им. С.П. Угаровой

*аббревиатура наименования кафедры*

  
подпись

А.В. Сазонов

*И.О. Фамилия*

«05» июня 2025 г.

Руководитель ОПОП ВО

заведующий кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

*должность, уч. ст., уч. зв.*

  
подпись

А.В. Сазонов

*И.О. Фамилия*

«05» июня 2025 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» является изучение технологии очистки теплоносителя и обеспечения оптимального водно-химического режима систем энергообеспечения промышленных предприятий и объектов ЖКХ.

Задачи дисциплины - познакомить обучающихся с технологическими процессами при подготовке воды, с современными методами исследования свойств теплоносителя, научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при последующем проектировании и эксплуатации установок по очистке воды и обеспечению оптимального водно-химического режима систем энергообеспечения промышленных предприятий и объектов ЖКХ.

## 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Химия
2.1.2	Физическая химия
2.1.3	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии
2.1.4	Физика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Котельные установки и парогенераторы
2.2.2	Методы и аппараты очистки газов и воды
2.2.3	Технологические энергоносители предприятий
2.2.4	Научно-исследовательская работа
2.2.5	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

## 3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**ОПК-1: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий**

Знать:	ОПК-1-31 основные принципы и методы информационных, компьютерных и сетевых технологий необходимые для решения системных задач в сфере водоподготовки
Уметь:	ОПК-1-У1 использовать информационные, компьютерные и сетевые технологии при обосновании выбора и расчета метода водоподготовки
Владеть:	ОПК-1-В1 навыками поиска и анализа необходимой научно-технической информации при работе с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий

**ОПК-2: Способен демонстрировать знание и понимание математики и других фундаментальных наук, лежащих в основе соответствующей инженерной специализации, применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач**

Знать:	ОПК-2-31 основные принципы и методики расчета при проектировании и эксплуатации установок по очистке воды и обеспечению оптимального водно-химического режима
Уметь:	ОПК-2-У1 проводить предварительный анализ данных и расчеты при конструировании водоподготовительных установок, установок по организации водно-химических режимов теплоэнергетического оборудования и систем химико-технологического мониторинга качества теплоносителя
Владеть:	ОПК-2-В1 навыками расчета и проектирования схем водоподготовки в соответствии с техническим заданием при решении профессиональных задач

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач**

Знать:	УК-1-31 теоретические основы физико-химических процессов водоподготовки, современные методы исследования свойств теплоносителя УК-1-32 действующие и перспективные технологии водообработки, системы водоподготовки для энергообъектов различных типов, принципы и пути создания малосточных установок
Уметь:	УК-1-У1 обосновывать выбор метода водоподготовки, исходя из конкретных целей, условий и объекта анализа
Владеть:	УК-1-В1 навыками применения аналитических, вычислительных и экспериментальных методов для решения типовых и системных задач по водоподготовке

**УК-6: Способен управлять своим временем, осознавать необходимость, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни**

Знать:	УК-6-31 основные подходы, принципы и методологию самостоятельной работы при изучении информации связанной с технологиями водоподготовки с целью выстраивания и реализации траектории саморазвития в сфере профессиональной деятельности
--------	---

Уметь:	УК-6-У1 работать самостоятельно, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности
Владеть:	УК-6-В1 навыками самостоятельной работы и методами принятия решений при поиске информации об отдельных определениях, понятиях и терминах связанных с водоподготовкой с целью самоорганизации и самообразования, непрерывного самосовершенствования, повышения квалификации

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1.</b> <b>Общая характеристика воды и водоподготовки.</b> <b>Основные показатели качества воды</b>					
1.1	Использование воды в теплоэнергетике. Типичные схемы обращения воды в ТЭС. Загрязнение водного теплоносителя в трактах ТЭС. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-32	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э1-Э3 Э6 Э14	
1.2	Классификация и характеристика примесей природных вод. Показатели качества воды. /Лек/	4	2	УК-1-31	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Л 3.3	
1.3	Ионная сила раствора. Активность. Расчет значений рН в растворах электролитов. /Пр/	4	4	УК-1-31 ОПК-2-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э4	
1.4	Свойства электролитов. Способы выражения концентрации растворов. /Ср/	4	2	УК-1-31 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э4	
1.5	Технологические и качественные показатели воды. /Пр/	4	6	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
1.6	Технологические показатели качества воды: Жесткость, щелочность, рН, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток. /Ср/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э4-Э5	
	<b>Раздел 2.</b> <b>Методы предварительной очистки воды</b>					
2.1	Предварительная очистка воды методами коагуляции. Электрохимическая коагуляция. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-32	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э5	
2.2	Обработка воды реагентами-осадителями. Известкование. Содоизвесткование. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-32	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
2.3	Осветление воды методами фильтрования. Принципиальные технологические схемы осветлителей. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-32	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
2.4	Реагентная обработка воды. /Пр/	4	4	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э5	
2.5	Технологические показатели качества воды после	4	2	УК-1-31	Л 1.1-Л 1.3	

	коагуляции и осаждения. /Ср/			УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У1	Л 2.1 -Л 2.9 Э5	
2.6	Осветление воды фильтрованием. /Пр/	4	4	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э7-Э8	
2.7	Механизмы фильтрования. Классификация и принцип работы осветлительных фильтров различных типов. /Ср/	4	6	УК-1-У1 УК-1-31 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э7-Э8	
2.8	Выполнение раздела ДЗ. /Ср/	4	8	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
2.9	Подготовка к контрольной работе. /Ср/	4	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1- У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
	<b>Раздел 3. Обработка воды методами ионного обмена</b>					
3.1	Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках. Основные закономерности ионного обмена. /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-32	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э9	
3.2	Технология катионирования. На-катионирование. Н-катионирование. /Лек/	4	2			
3.3	Технология анионирования воды. Технология ионитного (химического) обессоливания воды. /Лек/	4	2			
3.4	Технологические схемы ионитных установок Малосточные схемы ионитных установок. /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-32	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э10-Э11	
3.5	Обработка воды методом ионного обмена. /Пр/	4	8	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1- У1 УК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э9	
3.6	Конструкции современных фильтров: прямоточных, противоточных, фильтров смешанного действия с регенерацией внутри и вне корпуса фильтра. Эксплуатация ионитных	4	14	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э10-Э-11	

	фильтров (установок). /Ср/			УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У1		
	<b>Раздел 4. Мембранные методы очистки воды</b>					
4.1	Технология обратного осмоса и ультрафильтрации. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-32	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.10 Э12	
4.2	Технология электродиализа. Принципиальные схемы электродиализных аппаратов. Характеристики мембран. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-32	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.10	
4.3	Требования к качеству исходной воды, обрабатываемой мембранными способами. /Ср/	4	2	УК-1-32 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.10 Э13	
4.4	Подготовка к контрольной работе. /Ср/	4	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
4.5	Выполнение раздела ДЗ. /Ср/	4	8	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
	<b>Раздел 5. Очистка воды от растворенных газов</b>					
5.1	Процессы абсорбции и десорбции газов. Технология деаэрации воды. Технология декарбонизации воды. Химические методы удаления из воды коррозионноагрессивных газов. /Лек/	4	2	УК-1-32 УК-1-31	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
5.2	Конструкция и принцип работы декарбонизатора и деаэратора. /Лек/		2			
5.3	Очистка воды от растворенных газов. /Пр/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э15-Э16	
5.4	Химические методы связывания диоксида углерода и кислорода. /Ср/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9 Э15-Э16	
	<b>Раздел 6. Термическое обессоливание воды</b>					
6.1	Технология дистилляции воды в испарителях различных типов. Область применения	4	2	УК-1-32 УК-1-31	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	

	термического обессоливания воды. Принцип работы испарителей. /Лек/					
6.2	Зависимость качества пара от продувки испарителей. Причины загрязнения пара: капельный унос, избирательный унос. /Ср/	4	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
	<b>Раздел 7. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами</b>					
7.1	Обработка воды для получения неприкипающего шлама: обработка воды фосфатами, комплексообразующими веществами, антинакипинами. Магнитный метод обработки воды. /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-32	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
7.2	Образование отложений на поверхности паровых котлов и теплообменников. /Пр/	4	6	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
7.3	Растворимость труднорастворимых веществ. Фосфатирование и щелочение котловой воды. /Ср/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
7.4	Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды. /Ср/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-32 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
7.5	Выполнение раздела ДЗ. /Ср/	4	8	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
7.6	Подготовка к контрольной работе. /Ср/	4	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	
8	Часы на контроль /Экзамен/	4	36	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1	Л 1.1-Л 1.3 Л 2.1 -Л 2.9	

				ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1		
--	--	--	--	---	--	--

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену

*Перечень контрольных вопросов, используемых при формировании экзаменационных билетов при оценке знаний обучающихся на экзамене. (УК-1-31, УК-1-32, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, ОПК-2-У1, ОПК-2-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)*

1. Вода в теплоэнергетике. Свойства воды. (УК-1-31, ОПК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
2. Очистка воды методом коагуляции. Факторы, влияющие на процесс коагуляции. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, ОПК-2-У1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
3. Флокуляция. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
4. Сущность уголекислотного равновесия воды, понятия стабильности и нестабильности воды. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
5. Осаждение методами известкования. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
6. Очистка воды от растворенных газов. Удаление свободной уголекислоты. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
7. Характеристика ионизированных примесей. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
8. Химические свойства ионитов. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
9. Фильтрация воды на механических фильтрах, задачи, типы фильтрования. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
10. Важнейшие показатели качества воды. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, ОПК-2-У1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
11. Электродиализ. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
12. ОН-анионирование. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
13. Технологические показатели воды. Ионный состав воды. Жесткость воды. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
14. Показатели, определяющие свойства обратноосмотических мембран. (УК-1-32, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
15. Принцип работы деаэратора. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
16. Классификация примесей воды. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
17. Классификация природных вод. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
18. Ионообменные материалы. Функциональные группы, придающие ионитам свойства катионитов и анионитов. (УК-1-32, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
19. Технологические показатели качества воды. Содержание ГДП, pH, сухой остаток, окисляемость воды. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
20. Технология ионного обмена. Н-катионирование. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
21. Основные химические реакции процесса коагуляции. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
22. Технологические показатели качества воды. Щелочность, кремнийсодержание, концентрация истинно-растворимых примесей. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
23. Фильтрующие материалы, основные характеристики и требования. (УК-1-32, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
24. Основные стадии и режимы известкования воды. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
25. Структура матрицы ионита. Способы получения ионитов. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
26. Противоточная технология ионирования. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
27. Реагенты коагулянты. Условия применения. (УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
28. Классификация и характеристика накипи по химическому составу. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
29. Термический метод очистки воды. Метод дистилляции. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
30. Физические свойства ионитов. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
31. Предочистка, задачи, методы. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)



32. Регенерация Н - катионитных фильтров. (УК-1-32, ОПК-1-В1, ОПК-2-31,
33. Очистка воды от растворенных газов. Удаление свободной углекислоты. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31 УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
34. Ряды селективности для типичных катионов и анионов природных вод. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
35. Осаждение методами известкования и содоизвесткования. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
36. Уравнения реакций для Na-катионитного фильтра. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
37. Химические свойства ионитов. (УК-1-32, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
38. Фильтрующие материалы и основные характеристики структуры фильтрованных слоев. (УК-1-32, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
39. Предотвращение накипеобразования в испарительных установках химическими, конструктивными и технологическими методами. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
40. Обессоливание воды. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
41. Принципиальная схема прямого и обратного осмоса. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1)
42. Обменная емкость ионитов. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
43. Электрохимическая коагуляция. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
44. Физико-химические основы ионного обмена. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
45. Химические методы удаления газов из воды. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-9-1)
46. Ионообменные материалы и их характеристики. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
47. Магнитная противонакипная обработка добавочной воды с предварительной подготовкой воды. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
48. Принципиальные схемы обращения воды в тракте. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
49. Теоретические основы удаления растворенных газов ( $O_2$  и  $CO_2$ ). (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
50. Применение окислителей для борьбы с биологическим обрастанием теплообменников и обеззараживания воды. (УК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
51. Источники загрязнений теплоносителя в пароводяных трактах ТЭС и АЭС. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
52. Схемы подготовки воды котлоагрегатов (низкого, среднего, высокого, сверхкритического давления). (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, ОПК-2-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
53. Термический метод очистки воды. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
54. Влияние примесей воды на надежность работы теплоэнергетического оборудования. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
55. Малосточные схемы ионитных водоподготовок. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)
56. Характеристика и назначение различных потоков воды в различных циклах ТЭС. (УК-1-31, ОПК-1-В1, ОПК-2-У1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)

## 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В 4 семестре по дисциплине предусмотрен экзамен. Для оценки текущей успеваемости студента в 4 семестре предусмотрены:

1) *Контрольная работа № 1 по разделам 1,2* (УК-1-31, УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1).

*Примерный перечень вопросов по разделам:*

Раздел 1. Общая характеристика воды и водоподготовки. Основные показатели качества воды.

- 1) Из каких этапов состоят круговороты природных и производственно-бытовых вод?
- 2) Какие основные катионы и анионы поступают в природные воды и за счет чего?
- 3) В чем качественное отличие поверхностных и подземных вод?
- 4) Какие признаки лежат в основе различных классификаций природных вод?
- 5) Каковы причины строгого нормирования содержания ионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в водах теплоэнергетических установок?
- 6) Какие показатели воды относятся к качественным и технологическим?
- 7) Виды жесткости и щелочности воды.
- 8) Почему окисляемость является условным показателем?
- 9) Поясните понятие коли-индекса?
- 10) В чем сущность «углекислотного равновесия». Понятие стабильности и нестабильности воды.
- 11) Технологические процессы, осуществляемые в теплоэнергетических установках, в которых используется природная вода.
- 12) Характеристика и назначение различных потоков воды в различных циклах ТЭС.
- 13) Какие примеси и за счет чего поступают в тракт ТЭС и котельной?
- 14) Укажите влияние примесей воды на надежность и безаварийность работы теплоэнергетического оборудования?
- 15) В чем заключается выбор водоисточника?
- 16) Какие факторы необходимо учитывать при расчете производительности ВПУ.

Раздел 2. Методы предварительной очистки воды

- 1) Классификация основ обработки воды.
- 2) Достоинства и недостатки методов предварительной очистки.
- 3) Стадии обработки воды.
- 4) Задачи предочистки.
- 5) Характеристика коллоидных частиц.
- 6) Коагулянты, применяемые в процессах осаждения.
- 7) Сущность процесса коагуляции.
- 8) Основные химические реакции процесса коагуляции.
- 9) Почему известкованная вода должна характеризоваться малой нестабильностью?
- 10) По каким параметрам должен оптимизироваться процесс известкования?
- 11) Каковы реальные значения остаточных концентраций примесей, удаляемых при известковании и содоизвестковании?
- 12) Реакции известкования и содоизвесткования.
- 13) Дайте геометрическую характеристику фильтрующих материалов?
- 14) В чем заключается механизм задержания части в зернистых слоях?
- 15) Отличие адгезионного и пленочного фильтрования.
- 16) Основные требования к фильтрующим материалам.

2) Контрольная работа № 2 по разделам 3,4 (УК-1-31, УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-В1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1).

*Примерный перечень вопросов по разделам:*

#### Раздел 3. Обработка воды методами ионного обмена

- 1) Сущность ионного обмена. Процессы.
- 2) Схема структуры зерна ионита.
- 3) Способы получения ионитов.
- 4) Ряды селективности для типичных катионов и анионов природных вод.
- 5) Физические свойства ионитов.
- 6) Химические свойства ионитов.
- 7) Обменная емкость ионитов.
- 8) Технология ионного обмена
  - а) Na-катионирование.
  - б) H-катионирование.
  - в) OH-анионирование.
- 9) Что такое регенерация фильтров? Типы регенераций ионитов.
- 10) Регенерация Na-катионитного фильтра. Уравнения.
- 11) Регенерация H-катионитного фильтра. Уравнения.
- 12) Регенерация OH-анионитного фильтра. Уравнения.
- 13) Какие типы ионитов используются в двухступенчатой схеме химического обессоливания?
- 14) Схемы соединения ионитных фильтров в обессоливающих установках.
- 15) Основные принципы, реализуемые в малосточных схемах ионитной обработки воды.
- 16) Схемы подготовки воды котлоагрегатов (низкого, среднего, высокого, сверхкритического давления).
- 17) Основные типы фильтров.

#### Раздел 4. Мембранные методы очистки воды

- 1) Преимущества мембранных методов очистки воды.
- 2) Принципиальная схема прямого и обратного осмоса.
- 3) Какие показатели определяют свойства обратноосмотических мембран?
- 4) Строение и механизм обратноосмотического процесса в полупроницаемой мембране.
- 5) Принципиальная схема установки обратного осмоса. Типы установок.
- 6) Типы катодных и анодных реакций, протекающих в электродиализных установках.
- 7) Факторы, ограничивающие получение глубоко обессоленной воды в электродиализных установках.
- 8) Коэффициент выхода по току, потери в электродиализных установках.
- 9) Какие требования предъявляют к воде, поступающей на электродиализаторы?
- 10) В чем состоят преимущества дистилляционных и мембранных методов перед ионообменной технологией очистки высокоминерализованных вод?

3) Контрольная работа № 3 по разделам 5-7 (УК-1-31, УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-31, ОПК-1-В1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1).

*Примерный перечень вопросов по разделам:*

#### Раздел 5. Очистка воды от растворенных газов

- 1) Основные газы в воде, источники поступления, задачи удаления растворенных газов.
- 2) Основные законы растворимости газов в воде, условия дегазации.
- 3) Основные методы удаления растворенных газов ( $O_2$  и  $CO_2$ )?
- 4) Принцип работы и устройства декарбонизатора.
- 5) Повышение эффективности работы декарбонизатора.
- 6) Основы термической деаэрации, повышение эффективности процесса.
- 7) Типы деаэраторов.
- 8) Значение выпара для работы деаэрационных установок.
- 9) Обработка воды сульфитом натрия.

- 10) Обработка воды гидразин-гидратом.
- 11) Обработка воды водным раствором аммиака.

#### Раздел 6. Термическое обессоливание воды

- 1) Типы испарительных установок.
- 2) Назначение испарительных установок на ТЭС.
- 3) Методы предотвращения накипобразования в испарительных установках.
- 4) Цели подкисления воды.
- 5) Цели фосфатирования воды.
- 6) Какими методами можно получить чистый пар?
- 7) Какие стабилизирующие вещества применяют для испарителей?
- 8) Для каких котлов можно использовать дистиллят испарителей.

#### Раздел 7. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами

- 1) Что определяет биологическое обрастание поверхностей оборудования и трубопроводов?
- 2) Какие реагенты применяют для борьбы с биологическими отложениями?
- 3) Поясните технологию хлорирования охлаждающей воды.
- 4) Технология магнитной обработки воды.
- 5) Как соотносится обработка охлаждающей воды с защитой водных бассейнов от загрязнения вредными примесями?

4) *Домашнее задание.* (УК-1-31, УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-2-31, ОПК-2-У1, ОПК-2-В1, УК-1-В1, УК-6-31, УК-6-У1, УК-6-В1)

Домашнее задание включает в себя расчет ВПУ и выполняется в соответствии с методическими указаниями.

Для выполнения вычислений, анализа и построения графиков возможно использование пакета прикладных программ Microsoft Excel. Оформление отчета в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105, ГОСТ 7.32.

5) *Практические занятия.* (УК-1-31, УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-2-31, ОПК-2-У1, ОПК-2-В1, УК-1-В1).

В учебном пособии для практических занятий изложены теоретические основы физико-химических процессов подготовки воды, даны задачи для самостоятельного решения и примеры типовых расчетов.

Подробное описание оценочных материалов для текущей аттестации обучающихся приведено в ФОМ.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса из установленного перечня по темам, изложенным в 4 разделе данной РПД. Билеты хранятся на кафедре и утверждены заведующим кафедрой.

Пример билета:

1. Характеристика ионизированных примесей.
2. Химические свойства ионов.
3. Фильтрация воды на механических фильтрах, задачи, типы фильтрации.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины

*Обучающийся получает допуск на экзамен при своевременном и правильном выполнении всех видов работ, предусмотренных текущей аттестацией по дисциплине. Методика оценки знаний, умений и навыков обучающегося:*

1) *Защита домашнего задания.*

*Зачтено:* Домашнее задание оформлено в соответствии с требованиями, выполнен весь объем ДЗ, правильность выполнения составляет 75-80 %, выявленные недочеты студент может устранить при защите, владеет терминологией, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, логически мыслит, показывает достаточные знания в объеме защищаемой темы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу

*Не зачтено:* Оформление домашнего задания не соответствует требованиям, выполнены не все части ДЗ, студент не может устранить выявленные недочеты и замечания, не понимает сущности задаваемых вопросов, не ориентируется в тематике домашнего задания, допускает грубые ошибки при ответе.

2) *Решение задач на практических занятиях.*

*Зачтено:* Студент владеет в достаточном объеме терминологией и теоретическими знаниями по тематике практического занятия, умеет применять их для решения практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу.

*Не зачтено:* Студент не владеет терминологией, имеет недостаточный объем знаний теоретического материала, чтобы применять его для решения практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью, не понимает сущности изучаемой темы, допускает грубые ошибки в расчетах и ответах на поставленные вопросы.

3) *Контрольная работа*

*Зачтено:* При выполнении контрольной работы студент показывает достаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет 60 % и выше.

*Не зачтено:* При выполнении контрольной работы студент показывает недостаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет менее 60 %.

4) *Экзамен*

*Отлично:* студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, дает ответы на дополнительные вопросы, знает дополнительно рекомендованную литературу.

*Хорошо:* студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике,

четко излагает материал.

*Удовлетворительно:* студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.

*Неудовлетворительно:* студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неправильные или неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

*Неявка:* студент на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	С.Е. Беликов	Водоподготовка : справочник	Электронная библиотечная система "Университетская библиотека" ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=97864">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=97864</a>	Москва : Издательский Дом «Аква-Терм», 2007.
Л 1.2	А.С. Копылов, В.Ф. Очков, Ю.В. Чудова	Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программные расчеты	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Издательский дом МЭИ, 2009.
Л 1.3	А.М. Сибатуллин	Водоснабжение Ч. 2. Водоподготовка	Электронная библиотечная система "Университетская библиотека" ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494223">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494223</a>	Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018.

#### 6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	А.Г. Ветошкин	Инженерная защита водной среды	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	СПб. : "Лань", 2014.
Л 2.2	В.И. Кичигин	Водоотводящие системы промышленных предприятий	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Издательство АСВ, 2011.
Л 2.3	В.И. Аксенов и др.	Водоснабжение металлургических предприятий	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Екатеринбург : УрФУ, 2011.
Л 2.4	М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова	Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений Т.2: Очистка и кондиционирование природных вод	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М.: Издательство АСВ, 2010.
Л 2.5	М.Г. Журба, Л.И. Соколова, Ж.М. Говорова	Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений Т.1: Системы водоснабжения, водозаборные сооружения	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М : Издательство АСВ, 2010.
Л 2.6	М.Г. Журба, Л.И. Соколова, Ж.М. Говорова	Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений Т.3: Системы распределения и подачи воды	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М.: Издательство АСВ, 2010.
Л 2.7	Е.С. Гогина, А.Д. Гуринович, Е.А. Урецкий	Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : АСВ, 2012.

Л 2.8	Ф.Р. Спеллман; пер. 2-го англ. изд. под ред. М.И. Алексеева. -	водоотведения Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	СПб. : ЦОП "Профессия", 2014.
Л 2.9	С.М. Чудновский	Улучшение качества природных вод	Электронная библиотечная система "Университетская библиотека" ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=466773">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=466773</a>	Москва ; Вологда : Инфра-Инженер ия, 2017.
Л 2.10	Отв. ред. член-корреспонде нт РАН А.Б. Ярославцев	Мембраны и мембранные технологии	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М.: Научный мир, 2013.

#### 6.1.3 Методические разработки

Обозначен ие	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э 1	Как работает ТЭЦ? Технология производства энергии <a href="https://youtu.be/3lpwxVTkpQo">https://youtu.be/3lpwxVTkpQo</a>
Э 2	КАК РАБОТАЕТ ТЭЦ? Тепло и электричество. Энергетика <a href="https://youtu.be/42CQ8xhWCVM">https://youtu.be/42CQ8xhWCVM</a>
Э 3	Водоподготовка на ТЭЦ <a href="https://youtu.be/IrcUwtYP27s">https://youtu.be/IrcUwtYP27s</a>
Э 4	Что такое pH? Водородный показатель. Электролитическая диссоциация. <a href="https://youtu.be/DlWK2YDfwzA?list=PLrjxlqx3d75HTQYUjDJU6jE8Hy8acaywT">https://youtu.be/DlWK2YDfwzA?list=PLrjxlqx3d75HTQYUjDJU6jE8Hy8acaywT</a>
Э 5	Коллоидные растворы. Дисперсные системы <a href="https://youtu.be/JR6qi6MuyLk?list=PLrjxlqx3d75HTQYUjDJU6jE8Hy8acaywT">https://youtu.be/JR6qi6MuyLk?list=PLrjxlqx3d75HTQYUjDJU6jE8Hy8acaywT</a>
Э 6	Как работает химводоочистка <a href="https://youtu.be/TXLShl1BC1s">https://youtu.be/TXLShl1BC1s</a>
Э 7	Промышленный фильтр осветлительный вертикальный ФОВ схема работы ТЭКО-ФИЛЬТР <a href="https://youtu.be/5XReoZVFmyU">https://youtu.be/5XReoZVFmyU</a>
Э 8	Презентация. Гидротехсервис. Напорный фильтр. <a href="https://youtu.be/B5dshX_P4YU">https://youtu.be/B5dshX_P4YU</a>
Э 9	Ионообменная смола <a href="https://youtu.be/MJhJ8_njRBo">https://youtu.be/MJhJ8_njRBo</a>
Э 10	Промышленный фильтр ионитный параллельноточный ФИПа схема работы ТЭКО-ФИЛЬТР <a href="https://youtu.be/A016rRBz6gc">https://youtu.be/A016rRBz6gc</a>
Э 11	Фильтр ионитный противоточный ФИПр схема работы ТЭКО ФИЛЬТР <a href="https://youtu.be/6IHdF1Rv21A">https://youtu.be/6IHdF1Rv21A</a>
Э 12	Обратный осмос   Чем отличается обратный осмос от других фильтров?   Фильм первый <a href="https://youtu.be/fJtbxksxBnQ">https://youtu.be/fJtbxksxBnQ</a>
Э 13	Переработка отходов. Мембранная очистка сточных вод. <a href="https://youtu.be/nDzEEGSJWQg">https://youtu.be/nDzEEGSJWQg</a>
Э 14	Контрольно-измерительные приборы для водоподготовки (в котельных и ТЭЦ) <a href="https://youtu.be/owkmFSjGgUw?list=PLZwewaxOSqnpKJzIXNzV1xDZ1hbkHwcu">https://youtu.be/owkmFSjGgUw?list=PLZwewaxOSqnpKJzIXNzV1xDZ1hbkHwcu</a>
Э 15	Деаэрирование котловой воды <a href="https://youtu.be/oWAOCphQVGs">https://youtu.be/oWAOCphQVGs</a>
Э 16	Деаэратор <a href="https://youtu.be/nb42pTXAmz8">https://youtu.be/nb42pTXAmz8</a>

#### 6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	MS Windows
П 2	MS Office
П 3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И 1	- Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСИС):
И 2	- аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И 3	- аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И 4	- наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И 5	- научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1	<b>Аудитория № 301</b> <b>Лаборатория промышленной безопасности и экологии</b> Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, моноблок MSI AE2210 HR, проектор для презентаций Epson EB-485W.
7.2	<b>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</b> <b>Аудитория № 306</b> <b>Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий</b> Перечень

	<p>основного оборудования, учебно-наглядных пособий:  комплект учебной мебели на 25 посадочных мест,  рабочая станция Core i3-4130 - 4 шт.,  рабочая станция HP Z420 - 8 шт.,  проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032.  В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.</p>
--	--

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» обучающемуся необходимо:

1. Посещение занятий.
2. Регистрация на электронные образовательные ресурсы.
3. Систематическая работа в течение семестра и своевременное выполнение всех видов работ в процессе изучения дисциплины.

4. Самостоятельная работа с информационными справочными системами и профессиональными базами данных.

5. Выполнение внутрисеместровых контрольных мероприятий для текущей оценки успеваемости.

При изучении дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» необходимо использовать следующие учебные издания, разработанные на кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой и рекомендованные к использованию в учебном процессе:

- учебное пособие для практических занятий по дисциплине «Физико-химические основы водоподготовки» для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

- методические указания для выполнения домашнего задания по дисциплине «Физико-химические основы водоподготовки» для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.