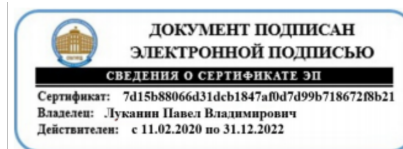


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.02.02** Водно-химические режимы теплоэнергетических установок

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++m130401.24-1\_22-12.plx

Кафедра:  Общей и неорганической химии

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Лаб. занятия				
3	УП	17	37,75	0,25	2	Зачет
	РПД	17	37,75	0,25	2	
Итого	УП	17	37,75	0,25	2	
	РПД	17	37,75	0,25	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Федорова О.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Луканина Т.Л.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** формирование у студентов системных знаний о свойствах природной и производственной воды, методах ее контроля и подготовки для проведения химических процессов по технологическому регламенту обеспечивающему высокое качество продукции и эффективность технологического процесса.

**1.2 Задачи дисциплины:**

обучение студентов основам знаний химии воды, обоснованному подходу к выбору способа обработки воды для получения продукта необходимого качества.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Экологическая безопасность

Тепломассообменное оборудование ТЭС и АЭС

Учебная практика, практика по получению первичных навыков работы с программным обеспечением применительно к области профессиональной деятельности

Теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-4.1: Готов к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации тепломассообменных установок</b>
---

<b>Знать:</b> схемы, конструкции, характеристики, технико-экономические показатели, назначение, принцип работы и особенности эксплуатации систем водоподготовки теплоэнергетических объектов; требования организационно-распорядительных, нормативных, методических документов по вопросам водно-химических режимов теплоэнергетических установок.
--

<b>Уметь:</b> обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию оборудования систем водоподготовки
--

<b>Владеть:</b> способностью к разработке мероприятий по профилактике производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращению экологических нарушений; способностью к определению показателей технического уровня проектируемых объектов или технологических схем.
--

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Физико-химические характеристики водных сред	3					О
Тема 1. Основные показатели качества очищенной воды. Основные показатели качество реальных вод на ТЭС		0,5		1	ИЛ	
Тема 2. Примеси в воде и водяном паре в контурах ТЭС		0,5		1	ИЛ	
Тема 3. Равновесие в водных средах при коррекции обработки воды. Растворимость в воде продуктов коррозии конструкционных материалов. Растворимость примесей в перегретом паре		1		1	ИЛ	
Раздел 2. Повышение надежности водно - химического режима теплосетей						Л
Тема 4. Определение скорости коррозии металла. Лабораторная работа № 1. Определение скорости коррозии металла.		4	2	НИ		
Раздел 3. Конденсатоочистка тепловых систем ТЭС						О,Л
Тема 5. Обессоливания турбинных конденсатов.		1		1	ИЛ	
Тема 6. Технологические схемы очистки турбинных конденсатов		1,5		1	ИЛ	
Тема 7. Определение величины присоса охлаждающей воды в конденсаторе турбин. Лабораторная работа № 2. Определение величины присоса охлаждающей воды в конденсаторе турбин.		4	5	НИ		
Раздел 4. Эффективность проводимых на ТЭС, котельных водно-химических режимов					О,Л	

Тема 8. Водный режим конденсатного тракта	0,5		2	ИЛ	
Тема 9. Водный режим барабанных котлов	0,5		2	ИЛ	
Тема 10. Водный режим прямоточных котлов	0,5		2	ИЛ	
Тема 11. Водный режим парогенераторов	0,5		0,5	ИЛ	
Тема 12. Водный- химический режим паровых турбин	0,5		0,5	ИЛ	
Тема 13. Водный режим испарителей, паропреобразователей, конденсатов турбин, тепловых сетей, выпарных установок	0,5		0,5	ИЛ	
Тема 14. Определение степени загрязненности экранных труб котла. Лабораторная работа № 3. Определение степени загрязненности экранных труб котла.		4	3	НИ	
Раздел 5. Химические очистки оборудования					
Тема 15. Назначение химических очисток и выбор реагента	0,5		0,5	ИЛ	
Тема 16. Применение химических реагентов	1		0,5	ИЛ	О,Т,Л
Тема 17. Консервация паровых котлов	0,5		0,5	ИЛ	
Тема 18. Методы дезактивации оборудования	1		0,5	ИЛ	

Тема 19. Химический контроль водно-химического режима оборудования с учетом качества исходной воды и состояния действующего оборудования. Внутрикотловой водно-химический режим и его коррекция на основании теплотехнических испытаний.	0,5		0,5	АС	
Тема 20. Водно-химический режим паротурбинной установки. Лабораторная работа № 4. Водно-химический режим паротурбинной установки.		5	5	АС	
Раздел 6. Особенности водно-химического режима при эксплуатации водогрейных котлов, сжигающих мазутное топливо					
Тема 21. Водно-химические режимы при эксплуатации водогрейных котлов	1		1	ГД	О
Тема 22. Мазутное топливо. Работа котлов на мазутном топливе. Другие виды топлива	1		0,75	АС	
Раздел 7. Нормативно-технических документы эксплуатации установки (установок) для докотловой обработки воды. Оформление режимных карт.					
Тема 23. Правила оформления нормативно-технической документации	1		2	ГД	О
Тема 24. Оформление режимных карт	1		2	ИЛ	
Раздел 8. Аварийные ситуации в теплоэнергетике из-за нарушений водно-химического режима					
Тема 25. Предотвращение аварийных ситуаций из-за нарушений водно-химического режима	2		2	АС	О
<b>Итого в семестре (на курсе для ЗАО)</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>37,75</b>		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	<b>34,25</b>		<b>37,75</b>		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

#### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-4.1	<p>Демонстрирует знания основных принципов водоподготовки и водоочистки, уверенно оперирует показателями качества воды и методами их определения, ориентируется в оборудовании систем водоподготовки.</p> <p>Использует основные физические и химические законы, и методы математической обработки данных для оптимизации технологии водоподготовки на различных энергообъектах.</p> <p>Показывает умения в подборе методики проведения и метрологической оценки результатов химического анализа, демонстрирует знания по выбору методики проведения обоснованного химического анализа и регулирования процессов водоподготовки.</p>	<p>1. Вопросы устного собеседования</p> <p>2. Практико-ориентированные задания</p>

#### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	<p>Обучающийся демонстрирует глубокое знание теоретических основ аналитической химии и физико-химического анализа, при ответе легко ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; проработал основную и знаком с дополнительной литературой; способен обоснованно применять теорию химического равновесия к решению практических задач анализа химических систем; может аргументировано выбрать методику анализа для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала</p>	<p>Обучающийся показывает правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул и химических реакций для ее решения, знание размерностей химических и физических величин в системе СИ. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать</p>
Не зачтено	<p>Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя</p>	<p>Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся не способен проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать химические законы и плохо ориентируется в химических и физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания</p>

### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Водный- химический режим паровых турбин
2	Водный режим барабанных котлов
3	Водный режим прямоточных котлов

4	Водный режим парогенераторов
5	Определение степени загрязненности экранных труб котла
6	Химические очистки оборудования
7	Химический контроль водно-химического режима оборудования
8	Водно-химический режим паротурбинной установки
9	Особенности водно-химического режима при эксплуатации водогрейных котлов
10	Нормативно-технических документы эксплуатации установки
11	Аварийные ситуации в теплоэнергетике из-за нарушений водно-химического режима
12	Классификация примесей природной воды по фазово-дисперсной характеристике
13	Коагулянты, используемые для обесцвечивания воды
14	Факторы, влияющие на процесс фильтрования
15	Технологические показатели ионитов
16	Что такое обессоливание. Сущность метода
17	Особенности поверхностных и подземных вод
18	Применение флокулянтов для интенсификации коагуляции
19	Классификация фильтров
20	Принципы метода ионирования воды
21	Известково-содовый метод умягчения воды
22	Определение ДОЕ при обмене 2-х видов ионов
23	Фильтрующие материалы и требования, предъявляемые к ним
24	Технология двухступенчатого Na-катионирования
25	H-катионирование, особенности процесса
26	Обессоливание турбинных конденсатов
27	Чем опасен конденсат для котлов



## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. На примере двух тепловых электростанций (ТЭС с прямоточными котлами давлением 24 МПа и ТЭС с барабанными котлами давлением 14 МПа) установить, как влияют на выбор ВХР состав основного оборудования ТЭС и вид применяемых конструкционных материалов.

2. Подобрать необходимые реагенты и определить места их ввода на схеме контроля за водно-химическим режимом энергоблока.

3. Рассчитать H-Na-катионитовые фильтры водоумягчительной установки для работы ее по схеме параллельного катионирования при следующих условиях:

Na-катионитовые фильтры в установку двухступенчатого катионирования;

$Q_{\text{полез}} = 150 \text{ м}^3/\text{час}$ ;  $Ж_0 = 4 \text{ мг-экв/л}$ ; содержание Na в исходной воде –  $0,4 \text{ мг-экв/л}$ ; полезная продолжительность фильтроцикла –  $10,5 \text{ ч}$ ; продолжительность регенерации  $1,5 \text{ ч}$ ; удельный расход соли на регенерацию фильтров 1 ступени  $200 \text{ г}$  на  $1 \text{ г-экв}$  поглощенных катионитов.

H-катионитовые фильтры в установке одноступенчатого катионирования; щелочность умягчаемой воды –  $0,3 \text{ мг-экв/л}$ ;  $Ж_0 = 4 \text{ мг-экв/л}$ , карбонатная жесткость  $Ж_к = 3 \text{ мг-экв/л}$ , удельный расход (обычно принимают)  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 70 \text{ г/г-экв}$ ,  $b = 0,2 \text{ мг-экв/л}$ .

Установка работает круглосуточно. Фильтры загружают сульфоглем СК-1.

4. Рассчитать катионитовые фильтры водоумягчительной установки для работы ее по схеме последовательного H-Na-катионирования при следующих условиях:

Na-катионитовые фильтры в установку двухступенчатые

$Q_{\text{полез}} = 150 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $Ж_0 = 4 \text{ мг-экв/л}$ ; содержание Na в исходной воде –  $0,4 \text{ мг-экв/л}$ ; полезная продолжительность фильтроцикла –  $10,5 \text{ ч}$ ; продолжительность регенерации  $1,5 \text{ ч}$ ; удельный расход соли на регенерацию фильтров I-ой ступени  $200 \text{ г}$  на  $1 \text{ г-экв}$  поглощенных катионитов.

H-катионитовые фильтры в установке одноступенчатого катионирования; щелочность умягчаемой воды –  $0,3 \text{ мг-экв/л}$ ;  $Ж_0 = 4 \text{ мг-экв/л}$ , карбонатная жесткость  $Ж_к = 3 \text{ мг-экв/л}$ , удельный расход (обычно принимают)  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 70 \text{ г/г-экв}$ ,  $b = 0,2 \text{ мг-экв/л}$ .

Установка работает круглосуточно. Фильтры загружают сульфоглем СК-1.

5. Рассчитать H-Na-катионитовые фильтры водоумягчительной установки для работы ее по схеме параллельного H-Na-катионирования при следующих условиях:

Na-катионитовые фильтры в установку двухступенчатого катионирования;  $Q_{\text{полез}} = 120 \text{ м}^3/\text{час}$ ;  $Ж_0 = 4 \text{ мг-экв/л}$ ; содержание Na в исходной воде –  $0,6 \text{ мг-экв/л}$ ; полезная продолжительность фильтроцикла –  $10,5 \text{ час.}$ ; продолжительность регенерации  $1,5 \text{ час}$ ; удельный расход соли на регенерацию фильтров 1 ступени  $200 \text{ г}$  на  $1 \text{ г-экв}$  поглощенных катионитов.

H-катионитовые фильтры в установке одноступенчатого катионирования; желательная щелочность умягченной воды  $0,4 \text{ мг-экв/л}$ ; карбонатная жесткость  $Ж_к = 3 \text{ мг-экв/л}$ , удельный расход (обычно принимают)  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 70 \text{ г/г-экв}$ .

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  + Письменная  + Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку составляет 30 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Стоянов, Н. И., Беляев, Е. И., Куклите, Й. Я.	Водоподготовка	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/83236.html">http://www.iprbookshop.ru/83236.html</a>
Чиж, В. А., Карницкий, Н. Б., Криксина, Е. Н., Нерезько, А. В.	Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС	Минск: Вышэйшая школа	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/20204.html">http://www.iprbookshop.ru/20204.html</a>
Шиян, Л. Н.	Химия воды. Водоподготовка	Томск: Томский политехнический университет	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/34732.html">http://www.iprbookshop.ru/34732.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
А.А. Комиссаренков [ и др.]	Основы водоподготовки в целлюлозно-бумажной промышленности и теплоэнергетике [Текст] : учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	<a href="http://nizrp.narod.ru/vodopodgot.htm">http://nizrp.narod.ru/vodopodgot.htm</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>  
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
MicrosoftOfficeProfessional 2013

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-316	Вытяжные шкафы, весы аналитические, комплект посуды для количественного анализа и водоподготовки, вакуумный сушильный шкаф, электрические плитки. Специализированная учебная лаборатория ФХМА с необходимым оборудованием: Спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, анализатор вольтамперометрический АКВ – 07 МК, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3», установка для проведения процесса ионитного умягчения воды.