

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

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

Учебный план: _____ ФГОС3++m130401.24-12_26-12.plx

Кафедра: 11 _____
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	17	37,75	0,25	2	Зачет
	РПД	17	17	37,75	0,25	2	
Итого	УП	17	17	37,75	0,25	2	
	РПД	17	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 Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Кандидат химических наук, доцент

Смит Р. А.

Вахрушев А. Ю.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Ардашева Л. П.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Громова Е.Н.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

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:

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Знать: 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.
--

Уметь: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию оборудования систем водоподготовки
--

Владеть: 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 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	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 качества реальных вод на ТЭС		0,5		1	
Тема 2. Примеси в воде и водяном паре в контурах ТЭС		0,5		1	
Тема 3. Равновесие в водных средах при коррекции обработки воды. Растворимость в воде продуктов коррозии конструкционных материалов. Растворимость примесей в перегретом паре		1		1	
Раздел 2. Повышение надежности водно - химического режима теплосетей					Л
Тема 4. Определение скорости коррозии металла. Лабораторная работа № 1. Определение скорости коррозии металла.			4	2	
Раздел 3. Конденсатоочистка тепловых систем ТЭС					О,Л
Тема 5. Обессоливания турбинных конденсатов.		1		1	
Тема 6. Технологические схемы очистки турбинных конденсатов		1,5		1	
Тема 7. Определение величины присоса охлаждающей воды в конденсаторе турбин. Лабораторная работа № 2. Определение величины присоса охлаждающей воды в конденсаторе турбин.			4	5	
Раздел 4. Эффективность проводимых объектах электроэнергетики водно-химических режимов					О,Л
Тема 8. Водный режим конденсатного тракта		0,5		2	
Тема 9. Водный режим барабанных котлов		0,5		2	

Тема 10. Водный режим прямоточных котлов		0,5		2	
Тема 11. Водный режим парогенераторов		0,5		0,5	
Тема 12. Водный- химический режим паровых турбин		0,5		0,5	
Тема 13. Водный режим испарителей, паропреобразователей, конденсатов турбин, тепловых сетей, выпарных установок		0,5		0,5	
Тема 14. Определение степени загрязненности экранных труб котла. Лабораторная работа № 3. Определение степени загрязненности экранных труб котла.			4	3	
Раздел 5. Химическая очистка оборудования					
Тема 15. Назначение химических очисток и выбор реагента		0,5		0,5	
Тема 16. Применение химических реагентов		1		0,5	
Тема 17. Консервация паровых котлов		0,5		0,5	
Тема 18. Методы дезактивации оборудования		1		0,5	О,Т,Л
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	
Тема 20. Водно-химический режим паротурбинной установки. Лабораторная работа № 4. Водно-химический режим паротурбинной установки.			5	5	
Раздел 6. Особенности водно-химического режима при эксплуатации водогрейных котлов, сжигающих мазутное топливо					
Тема 21. Водно-химические режимы при эксплуатации водогрейных котлов		1		1	О

Тема 22. Мазутное топливо. Работа котлов на мазутном топливе. Другие виды топлива		1		0,75	
Раздел 7. Нормативно-технические документы эксплуатации установки (установок) для докотловой обработки воды. Оформление режимных карт.					
Тема 23. Правила оформления нормативно-технической документации		1		2	О
Тема 24. Оформление режимных карт		1		2	
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	О
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	37,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине		34,25		37,75	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-4.1	Демонстрирует знания основных принципов водоподготовки и водоочистки, уверенно оперирует показателями качества воды и методами их определения, ориентируется в оборудовании систем водоподготовки. Использует основные физические и химические законы, и методы математической обработки данных для оптимизации технологии водоподготовки на различных энергообъектах. 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.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	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	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

	равновесия к решению практических задач анализа химических систем; может аргументировано выбирать методику анализа для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала	его интерпретировать
Не зачтено	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	Обучающий 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

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ 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

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

6.3.3 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 степени $200 \text{ г на } 1 \text{ г-экв}$ 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 степени $200 \text{ г на } 1 \text{ г-экв}$ 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 степени $200 \text{ г на } 1 \text{ г-экв}$ 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) $\text{H}_2\text{SO}_4 = 70 \text{ г/г-экв}$.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 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»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку составляет 30 минут.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Стоянов, Н. И., Беляев, Е. И., Куклите, Й. Я.	Водоподготовка	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2018	https://www.iprbooks.hop.ru/83236.html
Зиганшина, С. К., Кудинов, А. А.	Водоподготовка	Саратов: Профобразование	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/116255.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Старцева, Н. А., Полунина, О. А.	Химия воды. Ч.2	Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/107616.html
Шарапов, В. И., Пазушкина, О. В., Мингараева, Е. В.	Низкотемпературная деаэрация воды в теплоэнергетических установках	Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет	2020	http://www.iprbookshop.ru/106138.html
Малинина, З. З.	Контроль качества воды	Саратов: Профобразование	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/125732.html
Аксенов, В. И., Ушакова, Л. И., Ничкова, И. И., Аксенова, В. И.	Химия воды. Аналитическое обеспечение лабораторного практикума	Саратов, Екатеринбург: Профобразование, Уральский федеральный университет	2019	http://www.iprbookshop.ru/87898.html
Копина, Г. И., Кабргель, О. И.	Химия воды	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/74356.html
Стоянов, Н. И., Беляев, Е. И., Куклите, Й. Я.	Водоподготовка	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2018	http://www.iprbookshop.ru/83236.html

7.2 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/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

7.4 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.
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска