

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

21 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ВОДОПОДГОТОВКА»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Энергообеспечение
предприятий

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 7

Зачет 7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель Ю.В. Хондошко, старший преподаватель,

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 143

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

21 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

21 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

21 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

21 июня 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

освоение технологических процессов обработки вод различных типов, обеспечивающих безаварийную и высокую экономичность работы паросилового оборудования.

Задачи дисциплины:

- * освоение водных балансов на ТЭЦ и котельных различного типа;
- * физико-химических свойств и составных вод;
- * физико-химических свойств коллоидных растворов, на которых базируется различные способы очистки сырой воды, конденсата и сточных вод;
- * физико-химических свойств ионного обмена, термохимического умягчения, мембранных способов;
- * конструктивных и технологических характеристик водоприготовительной аппаратуры;
- * способов обработки воды для подпитки тепловых сетей и охлаждающей воды теплообменных аппаратов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Водоподготовка» входит в Блок 1, в часть формируемую участниками образовательных отношений. Для освоения данной дисциплины необходимо иметь знания в области физики, химии, тепломассообмена.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-3 - Способен определять параметры оборудования, рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ИД-1.ПК-3 - Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности, учитывая технические ограничения и требования по экологической безопасности; ИД-2.ПК-3 - Рассчитывает, обеспечивает и управляет режимами объектов профессиональной деятельности.
ПК-4 - Способен участвовать в эксплуатации и организации ремонта объектов профессиональной деятельности	ИД-4.ПК-4 - Выполняет организационное и техническое обеспечение полного цикла или отдельных стадий эксплуатации объектов профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Использование воды на промышленных и отопительных котельных	7	2		2								4	Входной контроль
2	Генезис природных вод	7	4										4	Контрольная работа
3	Предварительная обработка воды	7	4		2								8	Контрольная работа
4	Обработка воды методом ионного обмена	7	4		2								7	Контрольная работа
5	Термическое обессоливание воды	7	4		2								6.8	Контрольная работа
6	Безреагентные методы обработки воды	7	4		2								8	Контрольная работа
7	Удаление из воды растворенных газов	7	4		2								8	Контрольная работа
8	Очистка вод типа конденсата	7	4		2								6	Контрольная работа
9	Основные задачи водно-химического режима	7	2		2								8	Контрольная работа
10	Зачет	7								0.2				

	Итого		32.0	16.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	59.8	
--	-------	--	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	--

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Использование воды на промышленных и отопительных котельных	Характеристика водного баланса ТЭС. Основные источники потерь воды в теплосиловом цикле, в системах теплофикации и охлаждения.
2	Генезис природных вод	Большой и малый кругооборот воды в природе. Основные источники водоснабжения ТЭЦ. Общая характеристика примесей природных вод, и их классификация. Физические и технологические показатели, характеризующие количество примесей в воде.
3	Предварительная обработка воды	Удаление из воды грубодисперсных (ГДП) и коллоидно- дисперсных (КДП) примесей и её обработка методом осаждения. Физико-химические методы коагуляции, основные факторы, влияющие на эффективность процесса коагуляции. Коагуляция воды в осветителях. Электрохимическая коагуляция.
4	Обработка воды методом ионного обмена	Известкование и магниальное обескремнивание, физико- химическая сущность этих процессов, область применения. Задачи при осветлении воды фильтрованием. Фильтрующие материалы и их свойства. Конструкции осветлений фильтров намывного и насыпного типов Задачи при осветлении воды фильтрованием.
5	Термическое обессоливание воды	Физико- химические основы процессов ионного обмена. Классификация ионитных материалов и их свойства. Na и H – катионирование воды. Способы регенерации ионитов. Выходные кривые и обменная емкость при катионировании. Схемы Na и H – катионирования. «Голодная» регенерация H – катионитных фильтров.
6	Безреагентные методы обработки воды	Анионирование. Комбинация Na – катионирования и Cl – анионирования. Физико-химические основы дистилляции. Термическое обессоливание в испарителях кипящего типа и аппаратах мгновенного вскипания. Качество дистилляции. Подготовка питательной воды испарителей различного типа.
7	Удаление из воды растворенных газов	Безреагентные методы обработки. Мембранные методы обработки воды: обратный осмос, электродиализ. Физико- химическая сущность процессов. Область их применения. Типы и свойства мембран. Типы и конструкции аппаратов.
8	Очистка	Магнитная обработка воды. Требования к

	вод типа конденсата	качеству воды, подлежащей обработке. Классификация аппаратов и их параметры, и область их применения. Контроль за обработкой воды магнитным методом. Удаление из воды растворимых газов. Классификация деаэраторов. Удаление свободной угольной кислоты. Химическое обескислороживание. Системы технического водоснабжения. Прямоточные схемы технического водоснабжения и оборотные системы. Обработка охлаждающей воды систем оборотного водоснабжения. Стабилизация, рекарбонизация, обработка в магнитном и акустическом полях. Предотвращение биологических обращений.
9	Основные задачи водно-химического режима	Образование отложений на внутренних поверхностях барабанных и прямоточных котлов. Структура и состав отложений схемы химического контроля. Основные задачи водно-химического режима. Водно-химический режим барабанных котлов. Водно-химический режим тракта питательной воды и оборотных конденсаторов. Химический контроль и его задачи. Виды химического контроля. Содержание принципиальной схемы химического контроля.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Характеристика водного баланса ТЭС	Основные источники потерь воды в теплосиловом цикле, в системах теплофикации и охлаждения.
Предварительная обработка воды	Удаление из воды грубодисперсных и коллоидно-дисперсных примесей. Физико-химические методы коагуляции. Коагуляция воды в осветителях. Электрохимическая коагуляция.
Обработка воды методом ионного обмена	Задачи при осветлении воды фильтрованием. Фильтрующие материалы и их свойства.
Термическое обессоливание воды	Физико-химические основы процессов ионного обмена. Способы регенерации ионитов. Выходные кривые и обменная емкость при катионировании.
Безреагентные методы обработки воды	Комбинация Na – катионирования и Cl – анионирования. Термическое обессоливание в испарителях кипящего типа и аппаратах мгновенного вскипания. Качество дистилляции.
Удаление из воды растворенных газов	Безреагентные методы обработки. Мембранные методы обработки воды: обратный осмос, электродиализ. Типы и свойства мембран. Типы и конструкции аппаратов.
Очистка вод типа конденсата	Требования к качеству воды, подлежащей обработке. Классификация аппаратов и их параметры, и область их применения.
Основные задачи водно-химического режима	Образование отложений на внутренних поверхностях барабанных и прямоточных котлов.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Использование воды на промышленных и отопительных котельных	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	4
2	Генезис природных вод	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	4
3	Предварительная обработка воды	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	8
4	Обработка воды методом ионного обмена	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	7
5	Термическое обессоливание воды	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	6.8
6	Безреагентные методы обработки воды	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	8
7	Удаление из воды растворенных газов	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	8
8	Очистка вод типа конденсата	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	6
9	Основные задачи водно-химического режима	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Водоподготовка» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются и компьютерные технологии, привлечение мультимедийной техники и интерактивной доски, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции. Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их

формирования, описание шкал оценивания, индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Характеристика водного баланса ТЭС.
2. Основные источники потерь воды в теплосиловом цикле, в системах теплофикации и охлаждения.
3. Основные источники водоснабжения ТЭЦ.
4. Общая характеристика примесей природных вод, и их классификация.
5. Физические и технологические показатели, характеризующие количество примесей в воде.
6. Удаление из воды грубодисперсных (ГДП) и коллоидно- дисперсных (КДП) примесей и её обработка методом осаждения.
7. Физико- химические методы коагуляции, основные факторы, влияющие на эффективность процесса коагуляции.
8. Коагуляция воды в осветителях. Электрохимическая коагуляция.
9. Известкование и магниальное обескремнивание, физико- химическая сущность этих процессов, область применения.
10. Задачи при осветлении воды фильтрованием.
11. Фильтрующие материалы и их свойства.
12. Конструкции осветлений фильтров намывного и насыпного типов.
13. Задачи при осветлении воды фильтрованием.
14. Физико-химические основы процессов ионного обмена.
15. Классификация ионитных материалов и их свойства.
16. Na и H – катионирование воды.
17. Способы регенерации ионитов.
18. Выходные кривые и обменная емкость при катионировании.
19. Схемы Na и H – катионирования.
20. Анионирование. Комбинация Na – катионирования и Cl – анионирования.
21. Физико-химические основы дистилляции.
22. Термическое обессоливание в испарителях кипящего типа и аппаратах мгновенного вскипания.
23. Качество дистилляции.
24. Подготовка питательной воды испарителей различного типа.
25. Безреагентные методы обработки.
26. Мембранные методы обработки воды: обратный осмос, электродиализ.
27. Физико-химическая сущность процессов.
28. Типы и свойства мембран.
29. Типы и конструкции аппаратов.
30. Магнитная обработка воды.
31. Требования к качеству воды, подлежащей обработке.
32. Контроль за обработкой воды магнитным методом.
33. Удаление из воды растворимых газов.
34. Классификация деаэраторов.
35. Удаление свободной угольной кислоты.
36. Химическое обескислороживание.
37. Системы технического водоснабжения. Прямоточные схемы технического водоснабжения и оборотные системы.
38. Обработка охлаждающей воды систем оборотного водоснабжения.
39. Стабилизация, рекарбонизация, обработка в магнитном и акустическом полях.
40. Предотвращение биологических ображений.
41. Образование отложений на внутренних поверхностях барабанных и прямоточных котлов.

42. Структура и состав отложений схемы химического контроля.
43. Основные задачи водно-химического режима.
44. Водно-химический режим барабанных котлов.
45. Водно- химический режим тракта питательной воды и оборотных конденсатопроводов.
46. Химический контроль и его задачи.
47. Виды химического контроля.
48. Содержание принципиальной схемы химического контроля.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Водоподготовка и водно- химические режимы ТЭС и АЭС : лабораторный практикум. Учебное пособие / В.А. Чиж [и др.]. — Минск : Вышэйшая школа, 2012. — 159 с. — ISBN 978-985-06-2122-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/20204.html](https://www.iprbookshop.ru/20204.html) (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Шиян Л.Н. Химия воды. Водоподготовка : учебное пособие / Шиян Л.Н.. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 83 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/34732.html](https://www.iprbookshop.ru/34732.html) (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Стоянов Н.И. Водоподготовка : курс лекций / Стоянов Н.И., Беляев Е.И., Куклите Й.Я.. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 110 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/83236.html](https://www.iprbookshop.ru/83236.html) (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Войтов Е.Л. Водоподготовка: инновационные проектные решения : учебное пособие / Войтов Е.Л.. — Новосибирск : Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2021. — 75 с. — ISBN 978-5-7795-0928-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/129323.html](https://www.iprbookshop.ru/129323.html) (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
2	ЭБС IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
3	ЭБС ЮРАЙТ https://urait.ru	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
2	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Водоподготовка» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Зачет	9 сем,	0.2 акад. часа
Лекции	8.0	(акад. часа)
Практические занятия	8.0	(акад. часа)
Лабораторные работы	0.0	(акад. часа)
ИКР	0.0	(акад. часа)
Самостоятельная работа	91.8	(акад. часа)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108.0 (акад. часа), 3.00 (з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	С е м е с т р	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	ИКР	КТО	КЭ			
1	Использование воды на промышленных и отопительных котельных	9	0.5	1						8	Входной контроль
2	Генезис природных вод	9	0.5							10	Контрольная работа
3	Предварительная обработка воды	9	1	1						10	Контрольная работа
4	Обработка воды методом ионного обмена	9	1	1						10	Контрольная работа
5	Термическое обессоливание воды	9	1	1						9.8	Контрольная работа
6	Безреагентные методы обработки воды	9	1	1						10	Контрольная работа
7	Удаление из воды растворенных газов	9	1	1						11	Контрольная работа
8	Очистка вод типа конденсата	9	1	1						11	Контрольная работа
9	Основные задачи водно-химического режима	9	1	1						12	Контрольная работа

10	Зачет	9					0.2				
	Итого		8.0	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	91.8	

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Использование воды на промышленных и отопительных котельных	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	8
2	Генезис природных вод	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	10
3	Предварительная обработка воды	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	10
4	Обработка воды методом ионного обмена	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	10
5	Термическое обессоливание воды	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	9.8
6	Безреагентные методы обработки воды	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	10
7	Удаление из воды растворенных газов	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	11
8	Очистка вод типа конденсата	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	11
9	Основные задачи водно-химического режима	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе.	12