

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

_____ 07 мая _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Водоподготовка

Закреплена за кафедрой **Энергетики**

Учебный план **b130301_24_ЭОП.plx**

Направление: **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Зачет **5**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	17			
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
В том числе инт.	14	14	14	14
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):
асс., Кижин Вадим Владиславович _____
Рабочая программа дисциплины

Водоподготовка

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утвержденного приказом ректора от 30.01.2024 № 32.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергетики

Протокол от 21.03.2024 № 7

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю.Н. _____

Председатель МКФ старший преподаватель Латушкина С.В. _____ 26.04.2024 №8

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Булатов Ю.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.
(подпись)

№ регистрации _____ 31
(учебный отдел)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Дать бакалаврам знания о физико-химических основах процессов образования отложений, коррозии и др.; которые протекают в водопаровом и газовом трактах источников теплоснабжения.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.
2.1.2	Химия
2.1.3	Физика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Котельные установки и парогенераторы
2.2.2	Источники теплоснабжения

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-3: Способен к ведению заданного режима работы оборудования ТЭС**

Индикатор 1	ПК-3.1. Соблюдает заданный режим работы оборудования ТЭС
-------------	--

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные технологические схемы водоподготовки при эксплуатации теплоэнергетических объектов; теоретические основы водоподготовки, физико-химических процессах при эксплуатации теплоэнергетического оборудования, принципов действия и областей применения различных способов обработки воды;
3.2	Уметь:
3.2.1	производить выбор и расчет основных элементов схем цикла водоподготовки на производстве; рассчитывать физико-химические показатели качества воды и режимов работы оборудования;
3.3	Владеть:
3.3.1	методиками расчета основных элементов технологических схем водоподготовки при эксплуатации теплоэнергетических объектов; методиками выбора технологий химии воды и водоподготовки при эксплуатации теплоэнергетического оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Природные воды						
1.1	Лек	Введение. Природные воды как исходное технологическое сырьё для водоподготовительных установок ТЭС	5	1	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
1.2	Лек	Технологические показатели качества воды. Краткая характеристика водного баланса ТЭС разного типа	5	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	2	Компьютерн ая презентация ПК 3.1
1.3	Пр	Расчет различных видов концентраций растворов	5	4	ПК-3	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	4	Работа в малых группах. ПК 3.1
1.4	Пр	Показатели качества воды	5	8	ПК-3	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	4	Работа в малых группах. ПК 3.1

1.5	Ср	Подготовка к практическим занятиям и экзамену	5	12	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
	Раздел	Раздел 2. Образование отложений в паровых котельных агрегатах, тепловых сетях, теплообменниках и их предотвращение						
2.1	Лек	Образование отложений в котельных агрегатах. Внутрикотловая обработка воды	5	1	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
2.2	Лек	Предотвращение образования отложений в конденсаторах, тепловых сетях и удаление образовавшихся отложений	5	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
2.3	Пр	Образование отложений в паровых котлах	5	8	ПК-3	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
2.4	Ср	Подготовка к практическим занятиям и экзамену	5	12	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
	Раздел	Раздел 3. Загрязнение пара и способы борьбы с ним						
3.1	Лек	Растворимость веществ. Капельный и избирательный унос	5	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
3.2	Лек	Многоступенчатое испарение, продувка котельных агрегатов, промывка пара	5	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
3.3	Пр	Водный режим паровых котлов.	5	8	ПК-3	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
3.4	Ср	Подготовка к практическим занятиям и экзамену	5	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
	Раздел	Раздел 4. Коррозия теплоэнергетического оборудования						
4.1	Лек	Сущность и форма проявления коррозии металлов. Основные внешние факторы коррозии	5	1	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
4.2	Лек	Коррозия водно-конденсатного тракта и методы борьбы с ней	5	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
4.3	Пр	Коррозия теплоэнергетического оборудования	5	3	ПК-3	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
4.4	Ср	Подготовка к практическим занятиям и экзамену	5	12	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
	Раздел	Раздел 5. Методы обработки и очистки воды						
5.1	Лек	Ионный обмен воды.	5	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	2	Компьютерная презентация ПК 3.1

5.2	Лек	Сущность процессов коагуляции, обратного осмоса и электродиализа.	5	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	2	Компьютерная презентация ПК 3.1
5.3	Пр	Обработка воды по методу ионного обмена.	5	3	ПК-3	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1
5.4	Ср	Подготовка к практическим занятиям и экзамену	5	11	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 3.1

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

Технология дистанционного обучения (получение образовательных услуг без посещения университета, с помощью современных систем телекоммуникации (электронная почта, Интернет и др.))

Традиционная (репродуктивная) технология (преподаватель знакомит обучающихся с порядком выполнения задания, наблюдает за выполнением и при необходимости корректирует работу обучающихся)

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция-визуализация)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для текущего контроля:

1. Предмет водоподготовки. Природные воды как исходное технологическое сырье для водоподготовительных установок ТЭС.
2. Краткая характеристика водного баланса ТЭС разного типа.
3. Гидрохимическая карта рек России по временам года.
4. Показатели воды, характеризующие общее количество примесей: прозрачность, солесодержание, сухой остаток, прокаленный остаток.
5. Показатели, характеризующие отдельные группы примесей: жесткость, щелочность, кремнесодержание, окисляемость.
6. Технологические показатели воды: рН и рОН.
7. Углекислотное равновесие.
8. Состав и свойства накипей и шламов.
9. Возможность и обязательность образования отложений. Скорость образования отложений.
10. Методы борьбы с отложениями в барабанных котлах.
11. Предотвращение образования отложений в прямоточных котельных агрегатах.
12. Предотвращение образования в конденсаторах паровых турбин.
13. Предотвращение образования отложений в тепловых сетях.
14. Удаление образовавшихся отложений.
15. Растворимость различных веществ в паре в зависимости от давления и температуры.
16. Капельный и избирательный унос.
17. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов (удельные нагрузки парового объема и зеркала испарения, нагрузки котла) на величину уноса.
18. Зависимость коэффициента уноса кремниевой кислоты от рН котловой воды.
19. Сепарационные устройства и продувка котельных агрегатов.
20. Сущность и форма проявления коррозии металлов.
21. Влияние O₂ на интенсивность коррозионных процессов.
22. Влияние CO₂ на скорость коррозионных процессов.
23. Стояночные коррозия и способы борьбы с ней.
24. Методы борьбы с коррозией питательного и паро-конденсатного тракта.
25. Методы борьбы с межкристаллитной и пароводяной коррозией.
26. Сущность обработки природных вод и конденсатов методов ионного обмена.
27. Na – катионирование.
28. H – катионирование.
29. NH₄ – катионирование.
30. Анионирование.
31. Сущность процессов коагуляции.
32. Сущность процессов обратного осмоса и электродиализа.

6.2. Темы письменных работ

Не предусмотрено учебным планом.

6.3. Фонд оценочных средств

Экзаменационные вопросы.

1. Природные воды

2.1. Предмет водоподготовки. Природные воды как исходное технологическое сырье для водоподготовительных установок ТЭС.

2.2. Краткая характеристика водного баланса ТЭС разного типа.

2.3. Гидрохимическая карта рек России по временам года.

2.4. Показатели воды, характеризующие общее количество примесей: прозрачность, солесодержание, сухой остаток, прокаленный остаток.

2.5. Показатели, характеризующие отдельные группы примесей: жесткость, щелочность, кремнесодержание, окисляемость.

2.6. Технологические показатели воды: рН и рОН.

2.7. Углекислотное равновесие.

2.1. Образование отложений в паровых котельных агрегатах, тепловых сетях, теплообменниках и их предотвращение

2.2. Состав и свойства накипей и шламов.

2.3. Возможность и обязательность образования отложений. Скорость образования отложений.

2.4. Методы борьбы с отложениями в барабанных котлах.

2.5. Предотвращение образования отложений в прямоточных котельных агрегатах.

2.6. Предотвращение образования в конденсаторах паровых турбин.

2.7. Предотвращение образования отложений в тепловых сетях.

2.7. Удаление образовавшихся отложений.

3. Загрязнение пара и способы борьбы с ним

3.1. Растворимость различных веществ в паре в зависимости от давления и температуры.

3.2. Капельный и избирательный унос.

3.3. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов (удельные нагрузки парового объема и зеркала испарения, нагрузки котла) на величину уноса.

3.4. Зависимость коэффициента уноса кремниевой кислоты от рН котловой воды.

3.5. Сепарационные устройства и продувка котельных агрегатов.

4. Коррозия теплоэнергетического оборудования

4.1. Сущность и форма проявления коррозии металлов.

4.2. Влияние O₂ на интенсивность коррозионных процессов.

4.3. Влияние CO₂ на скорость коррозионных процессов.

4.4. Стояночные коррозия и способы борьбы с ней.

4.5. Методы борьбы с коррозией питательного и паро-конденсатного тракта.

4.6. Методы борьбы с межкристаллитной и пароводяной коррозией.

5. Методы обработки и очистки

5.1. Сущность обработки природных вод и конденсатов методов ионного обмена.

5.2. Na – катионирование.

5.3. H – катионирование.

5.4. NH₄ – катионирование.

5.5. Анионирование.

5.6. Сущность процессов коагуляции.

5.7. Сущность процессов обратного осмоса и электродиализа.

6.4. Перечень видов оценочных средств

Экзаменационные вопросы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф.	Водоподготовка в энергетике: Учеб. пособие для вузов	Москва: МЭИ, 2003	90	
Л1. 2	Белан Ф.И.	Водоподготовка: Учебник	Москва: Энергия, 1979	21	
Л1. 3	Фрог Б.Н., Первов А.Г.	Водоподготовка: Учебник для вузов	Москва: АСВ, 2015	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Фрог%20Б.Н.Водоподготовка.Учебник.%202015.pdf

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Белан Ф.И.	Водоподготовка: Расчеты, примеры, задачи	Москва: Энергия, 1980	9	

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
ЛЗ. 1	Елсуков В.К., Паршин Е.А., Тартыкова Е.В.	Водоподготовка: Программа, задания и метод. указания	Братск: БрГУ, 2004	62	
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"					
Э1	Электронный каталог библиотеки БрГУ		http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe? LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21 CNR=&Z21ID		
Э2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online"		http://biblioclub.ru		
Э3	Электронная библиотека БрГУ		http://ecat.brstu.ru/catalog		
7.3.1 Перечень программного обеспечения					
7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level				
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level				
7.3.1.3	Adobe Acrobat Reader DC				
7.3.1.4	doPDF				
7.3.1.5	КОМПАС - 3D Учебная версия				
7.3.1.6	КОМПАС-3D V13				
7.3.2 Перечень информационных справочных систем					
7.3.2.1	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»				
7.3.2.2	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система				
7.3.2.3	«Университетская библиотека online»				
7.3.2.4	Электронный каталог библиотеки БрГУ				
7.3.2.5	Электронная библиотека БрГУ				
7.3.2.6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU				
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
Аудитория	Назначение	Оснащение аудитории			Вид занятия
1218	Учебная аудитория	Меловая доска – 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 34 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.			Лек
Бассейн	Бассейн	Основное оборудование: - плавательный бассейн - 6 дорожек Дополнительно: -доска для плавания – 8 шт. -спасательный шест – 3 шт. -спасательный круг – 1 шт. - спасательный конец Александра- 2 шт. - сачок – 1 шт. Вместимость: 48 человек			Пр
A1207	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	Основное оборудование: - интерактивная доска SMART Board X885ix со встроенным проектором UX – 1 шт.; Персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb - системный блок CPU 5000/RAM 2Gb/HDD - 14 шт.; - монитор TFT 19 Samsung E1920NR – 14 шт.; - монитор TFT 19 LG1953S-SF - 14 шт.; - принтер HP Laser jet P3015d – 1 шт.; - сканер CANOSCAN LIDE220 – 1 шт.; Дополнительно: - маркерная доска – 1 шт. Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 24/14 шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.; персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb – 1 шт. монитор TFT19 Samsung E1920NR – 1 шт.;			Зачёт
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					

Дисциплина Водоподготовка направлена на изучение показателей качества воды; таких процессов, как образования отложений, электролиза, коррозии, которые протекают в водопаровом и газовом трактах источников теплоснабжения. Изучение дисциплины Водоподготовка предусматривает: лекции, практические занятия, самостоятельную работу, экзамен. В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе ознакомиться с основными определениями и понятиями водоподготовки, основными показателями качества воды, способами выражения концентрации и далее более подробно рассматривать основные уравнения и зависимости, применяемые для описания процессов, происходящих в водопаровом и газовом трактах источников теплоснабжения.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление навыков применения методов анализа основных процессов, протекающих в установках, оценки основных свойств жидких сред, показателей качества воды в котельных установках а также условий образования отложений в них.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснить все непонятные моменты.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы.