

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

_____ 16 мая _____ 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.08 Повышение эффективности работы систем теплоснабжения

Закреплена за кафедрой **Энергетики**

Учебный план g130402_24_ОЭС.plx

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и
электротехника

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Курсовая работа 1, Экзамен 1

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	Неделя 17			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
В том числе инт.	26	26	26	26
В том числе в форме практ.подготовки	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	138	138	138	138
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):
д.т.н., проф., Елсуков В.К. _____

Рабочая программа дисциплины

Повышение эффективности работы систем теплоснабжения

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
утвержденного приказом ректора от 30.01.2024 № 31.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергетики

Протокол от 21 марта 2024 г. № 7

Срок действия программы: уч.г. - 2 года

Зав. кафедрой Булатов Ю.Н. _____

Председатель НМС ФМП

декан Видищева Е.А. _____ от 27 марта 2024 г. протокол № 7

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Булатов Ю.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

№ регистрации _____ 14
(методический отдел)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель НМС ФМП

13.04.02

_____ 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 НМС ФМП

13.04.02

_____ 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 _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Состоят в формировании у студентов знаний современных систем теплоснабжения и перспектив их развития. Получение представления о перспективах развития систем теплоснабжения; освоение методов инженерных расчетов основных элементов тепловых подстанций систем теплоснабжения.
-----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.01.08
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Математические модели и методы оптимизации	
2.1.2	Математическое моделирование теплоэнергетических систем	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работе	
2.2.2	Преддипломная практика	
2.2.3	Оптимизация режимов работы теплопотребляющих установок	
2.2.4	Энергосберегающие технологии и энергетический аудит	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-3: Способен обеспечить соблюдение требований к энергосбережению и повышению энергетической эффективности в организации

Индикатор 1	ПК-3.1 Определяет потенциал энергосбережения и повышения энергетической эффективности в организации
Индикатор 2	ПК-3.2 Демонстрирует знания и способность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в организации

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	методы организации проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности для систем теплоснабжения.
3.2	Уметь:
3.2.1	использовать эффективность работы систем теплоснабжения при распределении и снабжении потребителям технологическими энергоносителями; использовать эффективность работы систем теплоснабжения при ремонте и модернизации энергетического, теплотехнологического оборудования и тепловых сетей.
3.3	Владеть:
3.3.1	мероприятиями рационального распределения и снабжении потребителям технологическими энергоносителями; мероприятиями осуществляющиеся при ремонте и модернизации энергетического, теплотехнологического оборудования и тепловых сетей.

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. Перспективы развития систем теплоснабжения в нашей стране и мире.						
1.1	Лек	Централизация систем теплоснабжения. Ее преимущества. Развитие теплофикационного теплоснабжения. Повышение надежности систем теплоснабжения при эксплуатации.	1	3	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	2	лекция – беседа ПК-3.1, ПК-3.2
1.2	Ср		1	22	ПК-3	Л1.1Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
1.3	Экзамен		1	4	ПК-3	Л1.1Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2

	Раздел	Раздел 2. Схемы тепловых пунктов.						
2.1	Лек	Тепловые пункты промышленных предприятий и коммунальных систем теплоснабжения.	1	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	2	лекция – беседа ПК-3.1, ПК-3.2
2.2	Ср		1	22	ПК-3	Л1.1Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
2.3	Экзамен		1	3	ПК-3	Л1.1Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
	Раздел	Раздел 3. Оборудование тепловых пунктов.						
3.1	Лек	Конденсатосборные установки.	1	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	2	лекция – беседа ПК-3.1, ПК-3.2
3.2	Лек	Водоводяные подогревательные установки: трубчатые и пластинчатые.	1	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
3.3	Лек	Основы расчета различных типов теплообменников; расчет пароструйных и водоструйных эжекторов.	1	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
3.4	Пр	Оборудование тепловых пунктов.	1	10	ПК-3	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	10	сотрудничества в малых группах ПК-3.1, ПК-3.2
3.5	Ср		1	22	ПК-3	Л1.1Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
3.6	Экзамен		1	2	ПК-3	Л1.1Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
3.7	КР		1	2	ПК-3	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
	Раздел	Раздел 4. Аккумуляция теплоты в системах теплоснабжения.						
4.1	Лек	Аккумуляторы горячей воды, методы их расчета. Паровые аккумуляторы. Теплоаккумулирующая способность зданий.	1	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
4.2	Пр	Аккумуляция теплоты в системах теплоснабжения.	1	10	ПК-3	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	10	сотрудничества в малых группах ПК-3.1, ПК-3.2
4.3	Ср		1	22	ПК-3	Л1.1Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
4.4	Экзамен		1	4	ПК-3	Л1.1Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
4.5	КР		1	2	ПК-3	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
	Раздел	Раздел 5. Защита абонентских установок горячего водоснабжения от коррозии, шлама и накипи.						

5.1	Лек	Расчет коррозионной активности воды систем горячего водоснабжения. Схемы обработки воды.	1	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
5.2	Пр	Защита абонентских установок горячего водоснабжения от коррозии, шлама и накипи.	1	14	ПК-3	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
5.3	Ср		1	22	ПК-3	Л1.1 Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
5.4	Экзамен		1	4	ПК-3	Л1.1 Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
5.5	КР		1	2	ПК-3	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
	Раздел	Раздел 6. Автоматизация тепловых подстанций.						
6.1	Лек	Выбор импульса для местного регулирования. Схемы регулирования тепловых пунктов.	1	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
6.2	Ср		1	28	ПК-3	Л1.1 Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
6.3	Экзамен		1	4	ПК-3	Л1.1 Л2.1 Л2.5 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа)

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.))

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для проведения текущего контроля:

Практическое занятие №1 Оборудование тепловых пунктов.

1. При каких соотношениях нагрузок горячего водоснабжения ($Q_{мг}$) и отопления (Q_o) применяется параллельное одноступенчатое присоединение соответствующих подогревателей в тепловых пунктах закрытых систем теплоснабжения?
2. При каких соотношениях нагрузок горячего водоснабжения ($Q_{мг}$) и отопления (Q_o) применяется двухступенчатое последовательное присоединение соответствующих подогревателей по принципу связанного регулирования в тепловых пунктах закрытых систем теплоснабжения?
3. При каких соотношениях нагрузок горячего водоснабжения ($Q_{мг}$) и отопления (Q_o) применяется двухступенчатое смешанное присоединение соответствующих подогревателей в тепловых пунктах закрытых систем теплоснабжения?
4. При каких соотношениях нагрузок горячего водоснабжения ($Q_{мг}$) и отопления (Q_o) применяется предвключенная схема присоединения подогревателя горячего водоснабжения в тепловых пунктах закрытых систем теплоснабжения?
5. Какие дополнительные конструктивные параметры учитываются при расчете действительной поверхности нагрева пластинчатого подогревателя сравнительно с кожухотрубчатый?
6. Какими параметрами ограничивается возможная максимальная скорость воды в каналах пластинчатого подогревателя?
7. Какие преимущества имеет пластинчатый подогреватель сравнительно с кожухотрубчатый?
8. Когда в качестве смесительных устройств применяют элеваторы, а когда центробежные насосы?
9. В зависимости от каких параметров рассчитывают диаметр горловины элеватора?
10. Как и почему меняется коэффициент инжекции элеватора в различных характерных режимах?

Практическое занятие № 2 Аккумуляция теплоты в системах теплоснабжения.

1. Поясните, какие показатели интегрируются в интегральном графике расхода теплоносителя через бак-аккумулятор.

2. Какой момент времени принимается для расчета массовой емкости бака-аккумулятора?
3. Какие температуры учитываются при расчете тепловой емкости бака-аккумулятора?
4. К каким трубопроводам тепловой схемы подключается бак-аккумулятор и почему?
5. От каких параметров зависит коэффициент тепловой аккумуляции здания?
6. Какие параметры кроме β определяют время падения температуры внутри помещения при отключенном отоплении?

Практическое занятие № 3 Защита абонентских установок горячего водоснабжения от коррозии, шлама и накипи.

1. При каком значении жесткости воды накипь и шлам в системе горячего водоснабжения не выпадают?
2. Какие параметры влияют на значение показателя водорода в состоянии насыщения?
3. Что означают положительные и отрицательные значения индекса равновесного насыщения карбонатом кальция?
4. При какой жесткости и почему закрытые системы теплоснабжения применять не рекомендуется?
5. При каких значениях индекса насыщения, суммарной концентрации хлоридов и сульфатов возможно применение стальных оцинкованных труб?

6.2. Темы письменных работ

Курсовая работа:

Тема: "Снижение потерь тепла при реконструкции теплового пункта"

6.3. Фонд оценочных средств

Экзаменационные вопросы:

Раздел №1 Перспективы развития систем теплоснабжения в нашей стране и мире.

- 1.1 Преимущества централизованных теплофикационных систем.
- 1.2 Перспективы развития систем теплоснабжения в нашей стране и в мире
- 1.3 Надежность тепловых сетей и методы обнаружения неплотностей
- 1.4 Типы систем теплоснабжения и их структуры

Раздел №2 Схемы тепловых пунктов

- 2.1 Назначение и классификация тепловых пунктов
- 2.2 Схемы тепловых пунктов для закрытых систем теплоснабжения
- 2.3 Схемы тепловых пунктов для открытых систем теплоснабжения
- 2.4 Схемы тепловых пунктов с зависимым и независимым присоединением систем отопления
- 2.5 Тепловые пункты промышленных предприятий

Раздел №3 Оборудование тепловых пунктов

- 3.1 Конденсатосборные установки в тепловых пунктах
- 3.2 Водно-водяные кожухотрубные подогревательные установки, их расчет
- 3.3 Водно-водяные пластинчатые подогревательные установки
- 3.4 Методика расчета расчетных расходов воды, температур по ступеням нагрева подогревателей в тепловых пунктах
- 3.6 Смесительные узлы тепловых пунктов
- 3.7 Расчет пароструйных эжекторов (компрессоров).
- 3.8 Расчет водоструйных эжекторов (элеваторов).

Раздел №4 Аккумуляция теплоты в системах теплоснабжения.

- 4.1 Аккумуляторы теплоты
- 4.2 Теплоаккумулирующая способность зданий

Раздел №5 Защита абонентских установок горячего водоснабжения от коррозии, шлама и накипи

- 5.1 Защита местных установок горячего водоснабжения от коррозии, шлама и накипи
- 5.2 Расчет коррозионной активности воды систем горячего водоснабжения

Раздел №6 Автоматизация тепловых подстанций

- 6.1 Автоматизация тепловых подстанций

6.4. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к практическим занятиям, КР, 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
---------	----------	---------------	--------	-----------

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1.1	Авдониин Е. Г.	Источники и системы теплоснабжения: тепловые сети и тепловые пункты: учебник	Москва Вологда: Инфра-Инженерия, 2019	1	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564782
Л1.2	Аполлонский С. М.	Энергосберегающие технологии в энергетике. Том 1. Энергосбережение в энергетике: учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023	1	https://e.lanbook.com/book/329543
Л1.3	Аполлонский С. М.	Энергосберегающие технологии в энергетике. Том 2. Инновационные технологии энергосбережения и энергоменеджмент: учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023	1	https://e.lanbook.com/book/352634

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2.1	Соколов Е.Я.	Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов	Москва: МЭИ, 2001	150	
Л2.2	Луппов В. П., Мятеж Т. В., Сидоркин Ю. М., Стрельников Ю. М., Шевцов Д. Е.	Энергосбережение и энергоэффективность в энергетике: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018	1	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574704
Л2.3	Анисимов П. Н.	Источники и системы теплоснабжения: учебное пособие по курсовому проектированию	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018	1	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494051
Л2.4	Панкратьев П.С.	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2020	1	https://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Панкратьев%20П.С.Энергосбережение%20в%20теплоэнергетике%20и%20теплотехнологии.УП.2020.PDF
Л2.5	Иванова Е. А.	Автономные системы теплоснабжения: учебное пособие	Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ), 2017	1	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=693338

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

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	doPDF

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Национальная электронная библиотека НЭБ
---------	-----------------------------------------

7.3.2.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.3	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.4	«Университетская библиотека online»
7.3.2.5	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.6	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7.3.2.7	ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Аудитория	Наименование аудитории	Оснащённость
Лек	0002*	лекционная аудитория	Учебная мебель
Пр	0001*	Аудитория для практических занятий	Учебная мебель
Ср	2201	читальный зал №1	Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)
КР	0001*	Аудитория для практических занятий	Учебная мебель
Экзамен	0001*	Аудитория для практических занятий	Учебная мебель

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Повышение эффективности работы систем теплоснабжения» направлена на ознакомление с вопросами, относящиеся к производственно-технологической видам профессиональной деятельности; на приобретение навыков выбора и расчета основных элементов тепловых пунктов систем теплоснабжения, развитие у обучающихся самостоятельности при решении инженерных задач и навыков работы с нормативной и технической литературой. В ходе освоения вышеприведенных разделов дисциплины необходимо закрепление полученных теоретических знаний, приобретение навыков практического расчета основных элементов тепловых пунктов систем теплоснабжения, развитие у обучающихся самостоятельности при решении инженерных задач и навыков работы с нормативной и технической литературой.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: формулировке основных положений теории и теорем; умение применять теорию для решения типовых задач.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о решении задач по вышеприведенным разделам.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления теоретической учебно-научной информацией в учебной литературе.

В процессе консультации с преподавателем разобраться с наиболее сложными вопросами теории и методикой решения типовых задач.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой.