

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

_____ 16 мая _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.05 Оптимизация режимов работы теплотребляющих установок

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 **4 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Экзамен 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.&b><Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
В том числе инт.	14	14	14	14
В том числе в форме практ.подготовки	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

д.т.н., проф., Елсуков В.К. _____

Рабочая программа дисциплины

Оптимизация режимов работы теплопотребляющих установок

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 11
(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	Получение более глубоких знаний: в основных современных тенденциях развития парка современных теплопотребляющих установок; для решения задач повышения экономической и энергетической эффективности действующего промышленного оборудования. Научится более квалифицированно подходить к решению комплексных проблем, направленных на оптимизацию режимов работы теплопотребляющих установок.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.01.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Энергосберегающие технологии и энергетический аудит	
2.1.2	Повышение эффективности работы систем теплоснабжения	
2.1.3	Математическое моделирование теплоэнергетических систем	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы	
2.2.2	Научно-исследовательская работа	
2.2.3	Экономика и управление в энергетике	

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	методические основы по энергосбережению на теплопотребляющих установках; методические основы для обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнологического оборудования.
3.2	Уметь:
3.2.1	разрабатывать мероприятия по оптимизации режимов работы на теплопотребляющих установках; выбирать оптимальные пути решения производственных проблем в соответствии с профилем подготовки, планировать и проводить ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнологического оборудования.
3.3	Владеть:
3.3.1	принципами рационального мониторинга по энергосбережению на теплопотребляющих установках; принципами рационального управления технологическими процессами в профессиональной сфере.

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. Испарительные установки						
1.1	Лек	Схема включения испарителей.	3	1	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
1.2	Лек	Включение испарительных установок в тепловую схему ТЭЦ.	3	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
1.3	Лек	Расчет испарителей.	3	1	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
1.4	Лек	Расчет устройств для очистки пара испарителей.	3	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
1.5	Лек	Типы испарителей и их конструкции.	3	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	2	лекция – беседа ПК-3.1, ПК-3.2

1.6	Пр	Расчет испарителей поверхностного типа.	3	5	ПК-3	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	4	сотрудниче- ства в малых группах ПК -3.1, ПК-3.2
1.7	Пр	Расчет устройств для очистки пара и обеспечения качества пара испарителей.	3	6	ПК-3	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
1.8	Ср		3	24	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
1.9	Экзамен		3	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
	Раздел	Раздел 2. Повышение эффективности теплообменных аппаратов теплоисточников.						
2.1	Лек	Физические основы и понятие интенсификации теплообмена.	3	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	2	лекция – беседа ПК-3.1, ПК-3.2
2.2	Лек	Методы повышения эффективности теплообменных аппаратов.	3	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
2.3	Ср		3	24	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
2.4	Экзамен		3	12	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
	Раздел	Раздел 3. Тепловые насосы.						
3.1	Лек	Коэффициенты преобразования энергии (КПЭ) и теплоты (КПТ).	3	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	2	лекция – беседа ПК-3.1, ПК-3.2
3.2	Лек	Двухцелевые теплонасосные установки.	3	1	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
3.3	Лек	Сопоставление различных типов теплонасосных установок.	3	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
3.4	Пр	Расчет эффективности абсорбционной теплонасосной установки (АТНУ).	3	6	ПК-3	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	4	сотрудниче- ства в малых группах ПК -3.1, ПК-3.2
3.5	Ср		3	26	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ПК-3.2
3.6	Экзамен		3	14	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 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 телекомму-никации (электронная почта, Интернет и др.))

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для текущего контроля:

Практическое занятие №1 Расчет испарителей поверхностного типа.

1. В каком месте испарителя поверхностного типа осуществляется его продувка и зачем?
2. Какие достоинства и недостатки имеют испарители мгновенного вскипания?
3. Какие преимущества и недостатки имеют многоступенчатые испарители сравнительно с одноступенчатыми?
4. От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи от греющего пара к стенкам труб?
5. От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к кипящей воде?
6. Как определяется скорость циркуляции воды в нагреваемых трубах?

Практическое занятие № 2 Расчет устройств для очистки пара и обеспечения качества пара испарителей.

1. Как влияет продувка на концентрирование примесей в воде испарителя?
2. Перечислите известные вам методы борьбы с накипеобразованием в испарителях.
3. Поясните сущность использования индекса Ланжелье.
4. Какие стабилизирующие вещества применяют для испарителей?
5. Какой механизм выноса неорганических примесей в пар в большей степени влияет на качество пара?
6. Перечислите методы получения чистого пара в испарителях.

Практическое занятие № 3 Расчет эффективности абсорбционной теплонасосной установки (АТНУ).

1. Что называется тепловым насосом?
2. Дайте определение коэффициента преобразования энергии (КПЭ) в тепловом насосе.
3. Дайте определение коэффициента преобразования теплоты (КПТ) в тепловом насосе.
4. В каких тепловых насосах используется КПЭ, а в каких КПТ?
5. За счет чего энергия низкого теплового потенциала передается на более высокий температурный уровень?
6. Опишите цикл паровой компрессионной теплонасосной установки.
7. Что такое двухцелевая теплонасосная установка?
8. От каких параметров и как зависит КПЭ теплового насоса?
9. Опишите как работает абсорбционная теплонасосная установка.
10. За счет чего энергия низкого потенциала передается на более высокий температурный потенциал в абсорбционной теплонасосной установке?
11. Что применяется в качестве низкотемпературных источников в теплонасосных установках?
12. Целесообразно ли использовать в качестве низкотемпературного источника в ТНУ обратную воду в системе отопления?

6.2. Темы письменных работ

Не предусмотрено учебным планом.

6.3. Фонд оценочных средств

Экзаменационные вопросы:

Раздел №1 Испарительные установки

1. Очистка воды методами дистилляции.
2. Влияние продувки испарителей на качество пара.
3. Устройство и принцип работы испарителя поверхностного типа.
4. Устройство и принцип работы испарителя с внешней зоной кипения.
5. Устройство и принцип работы испарителя мгновенного вскипания.
6. Схема включения одноступенчатой испарительной установки в систему подогрева сетевой воды теплофикационной турбины.
7. Схема многоступенчатой испарительной установки поверхностного типа.
8. Схема многоступенчатой испарительной установки мгновенного вскипания.
9. Определение коэффициента теплоотдачи от греющего пара к стенке трубы испарителя (α_1).
10. Определение скорости циркуляции пароводяной смеси в испарителе.
11. Определение коэффициента теплоотдачи от стенки трубы испарителя к пароводяной смеси, циркулирующей в трубах.
12. Очистка пара в паровом объеме и жалюзийном сепараторе испарителя.
13. Очистка пара в паропромысловом дырчатом листе сепаратора.

Раздел №2 Повышение эффективности теплообменных аппаратов теплоисточников.

14. Физические основы интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах.
15. Изменения коэффициентов теплопередачи и местных сопротивлений при интенсификации дискретной шероховатости теплообменников.

Раздел №3 Тепловые насосы.

16. Понятие коэффициента преобразования энергии (КПЭ) с иллюстрацией цикла теплонасосной установки в TS-координатах.
17. Понятие коэффициента преобразования теплоты (КПТ) с иллюстрацией цикла теплонасосной установки в TS-координатах.
18. Способы повышения КПЭ парокомпрессионной теплонасосной установки.
19. Использование двухцелевой теплонасосной установки в зимнее и летнее время.
20. Выбор температур рабочего тела в основных элементах абсорбционной теплонасосной установки.
21. Низкотемпературные источники используемые в теплонасосных установках.

22. Сопоставление различных типов теплонасосных установок.

6.4. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к практическим занятиям, 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
ЛП. 1	Баскаков А.П., Мунц В.А.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебник	Москва: Бастет, 2013	13	
ЛП. 2	Быстрицкий Г.Ф., Гасангаджиев Г.Г., Кожиченков В.С.	Общая энергетика. Основное оборудование: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2020	5	
ЛП. 3	Велькин, В.И. и др.	Возобновляемая энергетика и энергосбережение: учебник	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020	1	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699017
ЛП. 4	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

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
ЛП. 1	Дзюзер В. Я.	Теплотехника и тепловая работа печей: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2017	1	https://e.lanbook.com/book/93750
ЛП. 2	Луппов В. П., Мятаж 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
ЛП. 3	Куликова Л. В., Дробязко О. Н.	Общая энергетика: учебное пособие по дисциплине «Общая энергетика» для студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника»: учебное пособие	Москва Берлин: Директ-Медиа, 2020	1	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595964

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 Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.2	doPDF
7.3.1.3	Microsoft Windows (Win Pro 10)

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.2	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.3	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
7.3.2.4	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.5	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.6	«Университетская библиотека online»
7.3.2.7	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»

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.)
Экзамен	1101	Лаборатория теплоэнергетических систем	Основное оборудование: Стенд «Система солнечного нагрева с активной циркуляцией», Стенд «Система солнечного нагрева с пассивной циркуляцией», Стенд «Тепловой насос»; Дополнительно: Маркерная доска - 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 12 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.

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

Дисциплина «Оптимизация режимов работы теплопотребляющих установок» направлена на ознакомление с вопросами, относящиеся к производственно-технологической, научно-исследовательской видам профессиональной деятельности; на получение теоретических знаний о проблемах и методах развития парка современных теплопотребляющих установок, для решения задач повышения экономической и энергетической эффективности действующего промышленного оборудования. В ходе освоения вышеприведенных разделов дисциплины необходимо закрепление полученных теоретических знаний, приобретение навыков практического расчета различного теплопотребляющего и термопреобразующего оборудования ТЭС и промышленных предприятий, 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.