

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

_____ 05 июня _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.01 Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем

Закреплена за кафедрой **Энергетики**

Учебный план bz130301_23_ПТЭ.plx

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Экзамен 5

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	5		Итого	
	уп	рп		
Лекции	8	8	8	8
Практические	8	8	8	8
В том числе инт.	4	4	4	4
В том числе в форме практ.подготовки	8	8	8	8
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	155	155	155	155
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

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

Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем

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 17.02.2023 № 72.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергетики

Протокол от 21 апреля 2023 г. № 10

Срок действия программы: 2023-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю.Н. _____

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. _____ 24 апреля 2023 г. №09

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Булатов Ю.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

№ регистрации _____ 50 _____
(методический отдел)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

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 _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Дать обучающемуся необходимый объем знаний современных способов и принципов эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий: в получении представления по оптимальной организации работы различных служб и подразделений, направленных на эксплуатацию и совершенствование энергооборудования; в изучении методологических подходов совершенствования и наладки энергоустановок промпредприятий; в освоении методов инженерных расчетов по оценке технологических и конструкторивных мероприятий, повышающих эффективность теплосилового и вспомогательного оборудования.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.ДВ.04.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Нагнетатели и тепловые двигатели	
2.1.2	Тепломассообмен	
2.1.3	Техническая термодинамика	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Экономика теплоэнергетики	
2.2.2	Производственная (преддипломная) практика	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-2: Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на твердом топливе**

Индикатор 1	ПК-2.1. Управляет процессом эксплуатации котлов, работающих на твердом топливе.
ПК-4: Готов к профилактической работе по предотвращению несчастных случаев и профзаболеваний на производстве, аварий, пожаров, технологических нарушений в работе тепломеханического оборудования ТЭС	
Индикатор 1	ПК-4.4. Выполняет профилактическую работу по предотвращению технологических нарушений в работе тепломеханического оборудования ТЭС.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	особенности котлов для сжигания твердого топлива; влияние внешних факторов (нагрузки, качества) на показатели работы котла.
3.2	Уметь:
3.2.1	рассчитывать тепловой баланс и КПД котла; рассчитывать температуры дымовых газов в топке при изменении режимов рециркуляции и подачи воздуха.
3.3	Владеть:
3.3.1	методиками расчета поверхностей нагрева котлов; методами выбора числа пылесистем, их размольной и сушильной производительности.

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. Управление работой котлов с естественной циркуляцией в стационарном режиме						
1.1	Лек	Управление работой котлов с естественной циркуляцией в стационарном режиме	5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	1	лекция – беседа ПК-2.1; ПК-4.4
1.2	Пр	Определение расхода топлива при испытаниях котлоагрегата с использованием газового анализа	5	3	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.2Л3.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
1.3	Ср		5	15	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4

1.4	Экзамен		5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
	Раздел	Раздел 2. Тепловые характеристики работы котлов при изменении режимов эксплуатации						
2.1	Лек	Тепловые характеристики работы котлов при изменении режимов эксплуатации	5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
2.2	Пр	Изучение влияния рециркулирующих газов и других эксплуатационных факторов (воздушного режима, качества топлива) на теплообмен в топочной камере	5	3	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2	2	сотрудничества в малых группах ПК-2.1; ПК-4.4
2.3	Ср		5	20	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
2.4	Экзамен		5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
	Раздел	Раздел 3. Гидродинамика котельных агрегатов						
3.1	Лек	Гидродинамика котельных агрегатов	5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
3.2	Ср		5	20	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
3.3	Экзамен		5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
	Раздел	Раздел 4. Эксплуатация устройств топливоприготовления						
4.1	Лек	Эксплуатация устройств топливоприготовления	5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
4.2	Пр	Расчет систем пылеприготовления прямого вдувания с мельницами - вентиляторами	5	2	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
4.3	Ср		5	20	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
4.4	Экзамен		5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
	Раздел	Раздел 5. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий, как единый комплекс						
5.1	Лек	Теплоэнергетические системы промышленных предприятий, как единый комплекс	5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
5.2	Ср		5	20	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
5.3	Экзамен		5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
	Раздел	Раздел 6. Назначение и состав основных служб эксплуатации и ремонту теплоэнергетических систем промпредприятий						

6.1	Лек	Назначение и состав основных служб эксплуатации и ремонту теплоэнергетических систем промпредприятий	5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	1	лекция – беседа ПК-2.1; ПК-4.4
6.2	Ср		5	20	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
6.3	Экзамен		5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
	Раздел	Раздел 7. Организация, планирование и основные задачи планово-предупредительного и аварийного ремонта теплоэнергетического оборудования						
7.1	Лек	Организация, планирование и основные задачи планово-предупредительного и аварийного ремонта теплоэнергетического оборудования	5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
7.2	Ср		5	20	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
7.3	Экзамен		5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
	Раздел	Раздел 8. Службы Энергоназора и Ростехнадзора						
8.1	Лек	Службы Энергоназора и Ростехнадзора	5	1	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
8.2	Ср		5	20	ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4
8.3	Экзамен		5	2	ПК-2 ПК-4	Л1.1 Э1 Э2	0	ПК-2.1; ПК-4.4

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)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля по практическим занятиям:

Практическое занятие №1

1. Какие методы определения расхода топлива на котлах вы знаете?
2. Какой из них наиболее точный и почему?
3. Как и почему избытки воздуха (α) при горении влияют на тепловые потери q_2 , q_3 , q_4 ?
4. Как, зная характеристики топлива RO_2 max и β , оценить качество процесса горения?
5. Как определить энтальпию холодного воздуха J_x .v при отрицательных температурах в расчетах потерь q_2 ?

Практическое занятие №2

1. Для чего применяется рециркуляция дымовых газов в топку котла?
2. Как учитывается рециркуляция при расчете энтальпии дымовых газов на выходе из котла?
3. Какие параметры влияют на адиабатную температуру горения?
4. Как влияет воздушный режим в топке на температуру газов на выходе из топки ($\square T \square$)?
5. Как температуры плавкости золы связаны с температурой $\square \square \square$?

Практическое занятие №3

1. Для размола каких углей целесообразно применение мельниц-вентиляторов (МВ)?
2. По каким параметрам можно оценить достаточность сушильной производительности?

3. Какие конструктивные характеристики МВ влияют на ее размольную производительность?
4. Как изменяется вентиляционная производительность МВ при увеличении расхода топлива (В)?
5. Как объясняется полученная в расчетах зависимость удельного расхода электроэнергии от расхода топлива на МВ?

6.2. Темы письменных работ

Не предусмотрено учебным планом.

6.3. Фонд оценочных средств

Экзаменационные вопросы:

Раздел №1 Управление работой котлов с естественной циркуляцией в стационарном режиме

- 1.1 Основные оперативные показатели работы котла: нагрузка, давление, температура перегретого пара, равномерность питания.
- 1.2 Система технического обслуживания и ремонта по состоянию оборудования.
- 1.3 Диагностика теплоэнергетического оборудования.
- 1.4 Техническая инвентаризация и технические осмотры оборудования.
- 1.5 Влияние изменения нагрузки на тепловые показатели котла.

Раздел №2 Тепловые характеристики работы котлов при изменении режимов эксплуатации

- 2.1 Тепловые показатели котла при изменении температуры питательной воды и постоянном расходе топлива.
- 2.2 Тепловые показатели котла при изменении температуры питательной воды и постоянной паропроизводительности.
- 2.3 Характеристики котла при изменении воздушного режима.
- 2.4 Влияние рециркулирующих газов на тепловые характеристики котла при их вводе в камеру сгорания.
- 2.5 Влияние рециркулирующих газов на тепловые характеристики котла при их вводе в верхнюю часть топки.

Раздел №3 Гидродинамика котельных агрегатов

- 3.1 Работа котла при изменении влажности топлива.
- 3.2 Анализ состава дымовых газов при испытаниях.
- 3.3 Определение расхода топлива при испытаниях котла прямыми и косвенными методами.
- 3.4 Определение расхода топлива при испытаниях котла из обратного баланса.
- 3.5 Нарушение гидродинамики в поверхностях нагрева с естественной циркуляцией: расслоение пароводяной смеси, опрокидывание циркуляции и др.

Раздел №4 Эксплуатация устройств топливоприготовления

- 4.1 Влияние изменения давления на нарушения гидродинамики в котлах с естественной циркуляцией.
- 4.2 Нарушения гидродинамики в поверхностях нагрева с принудительной циркуляцией.
- 4.3 Влияние изменения нагрузки на давление пара в котлах различного типа.
- 4.4 Влияние изменения нагрузки и давления на уровень воды в барабанах котлов различного типа.
- 4.5 Эксплуатационные свойства угля и угольной пыли: влажность, взрывобезопасность, тонкость помола и др.

Раздел №5 Теплоэнергетические системы промышленных предприятий, как единый комплекс

- 5.1 Взрывобезопасность систем пылеприготовления.
- 5.2 Эксплуатационные характеристики молотковых мельниц.
- 5.3 Схемы пылеприготовления с мельницами-вентиляторами и их эксплуатация.
- 5.4 Тепловой расчет систем пылеприготовления с мельницами-вентиляторами (МВ): выбор числа и типа МВ, их сушильной и размольной производительности, цель расчета.
- 5.5 Показатели эффективности теплоэнергетической системы промпредприятий (ТЭС п/п).

Раздел №6 Назначение и состав основных служб эксплуатации и ремонту теплоэнергетических систем промпредприятий

- 6.1 Аккумулирование пара.
- 6.2 Регулирование паропроизводительности утилизационной установки.
- 6.3 Основные факторы, учитываемые при выборе оборудования ТЭС п/п.
- 6.4 Технологии кипящего и факельно-кипящего сжигания в слое.
- 6.5 Технологии плазменного и каталитического горения.

Раздел №7 Организация, планирование и основные задачи планово-предупредительного и аварийного ремонта теплоэнергетического оборудования

- 7.1 Технологии утилизации теплоты при температуре дымовых газов выше температуры точки росы.
- 7.2 Технологии утилизации теплоты при температуре дымовых газов ниже температуры точки росы.
- 7.3 Снижение дебалансов в летнее время.
- 7.4 Резервирование
- 7.5 Надежность ТЭС п/п.
- 7.6 Задачи и ответственность отдела главного энергетика п/п.

Раздел №8 Службы Энергонадзора и Ростехнадзора

- 8.1 Структура отдела гл.энергетика.
- 8.2 Система ППР и виды ремонта.
- 8.3 Планирование ремонтов.
- 8.4 Оценка качества ремонтных работ.

8.5 Связь отдела гл.энергетика с Госэнергонадзором

8.6 Связь отдела гл.энергетика с Ростехнадзором.

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	Сазанов Б.В., Ситас В.И.	Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: Учебное пособие	Москва: МЭИ, 2014	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Сазанов%20Б.В.Промышленные%20теплоэнергетические%20установки%20и%20системы.Уч.пособие.2014.PDF
Л1. 2	Лебедев В. М., Приходько С. В., Гаак В. К., Стариков А. П., Глухов С. В., Лебедева В. М.	Региональные проблемы теплоэнергетики: учебное пособие	Санкт- Петербург: Лань, 2022	1	https://e.lanbook.com/book/206825

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Елизаров Д.П.	Теплоэнергетические установки электростанций: Учебник для вузов	Москва: Энергоиздат, 1982	51	
Л2. 2	Елсуков В.К.	Эксплуатация котельных агрегатов и пылесистем с мельницами- вентиляторами: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2010	146	

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Елсуков В.К.	Эксплуатация теплоэнергетических систем и установок. Практикум: методические указания	Братск: БрГУ, 2003	35	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронная библиотека БрГУ	http://ecat.brstu.ru/catalog
Э2	Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»	http://e.lanbook.com

7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.2	КОМПАС-3D V13

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.2	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.3	Национальная электронная библиотека НЭБ
7.3.2.4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.5	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
7.3.2.6	«Университетская библиотека online»
7.3.2.7	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7.3.2.8	ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение аудитории	Вид занятия
0002*	лекционная аудитория	Учебная мебель	Лек
1215	Учебная аудитория	Меловая доска – 1 шт. Учебная мебель:	Пр

		Комплект мебели (посадочных мест) - 30 шт.	
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.)	Ср

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

Дисциплина «Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем» направлена на выявление естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности с привлечением для их решения соответствующего физико-математического аппарата; на получение теоретических знаний и практических навыков для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины «Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем» предусматривает:

- лекции;
- практические занятия;
- экзамен.

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.