

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по учебной работе

Е.И.Луковникова

20 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.02.01 Физико-химические основы горения и топлива**

Закреплена за кафедрой **Промышленной теплоэнергетики**

Учебный план bz130301\_20\_ПТЭ.plx

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Экзамен 4

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	4		Итого	
	уп	рп		
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	4	4	4	4
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	159	159	159	159
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

ст.пр., Латушкина С.В.



Рабочая программа дисциплины

### Физико-химические основы горения и топливо

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (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 03.02.2020 протокол № .

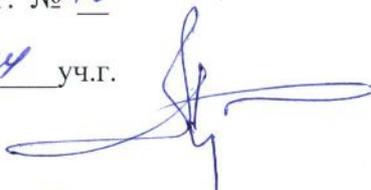
Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

### Промышленной теплоэнергетики

Протокол от 26 мая 2020 г. № 10

Срок действия программы: 2020-2024 уч.г.

Зав. кафедрой Федяев А. А.



Председатель МКФ

старший преподаватель Ульянов А.Д.

26.11.20 2020 г. № 11

Ответственный за реализацию ОПОП

Федяев А.А.  
(подпись) (ФИО)

Директор библиотеки

(подпись)

(ФИО)

Светик

Светик Ф.Ф.

№ регистрации

(методический отдел)

406

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Формирование у обучающихся знаний для комплексного решения задач сжигания топлива и теплового воздействия на технологический продукт или рабочее тело в топливосжигающей огнетехнической установке.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.02.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Химия
2.1.2	Физика
2.1.3	Экология
2.1.4	Гидрогазодинамика
2.1.5	Техническая термодинамика
2.1.6	Тепломассообмен
2.1.7	Учебная (ознакомительная) практика
2.1.8	Введение в специальность
2.1.9	Производственная (технологическая) практика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Нагнетатели и тепловые двигатели
2.2.2	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии
2.2.3	Источники теплоснабжения
2.2.4	Охрана труда в теплоэнергетике
2.2.5	Системы теплоснабжения
2.2.6	Технологические энергоносители предприятий
2.2.7	Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем
2.2.8	Охрана окружающей среды при работе теплоэнергетических объектов
2.2.9	Производственная (преддипломная) практика
2.2.10	Тепломассообменное оборудование предприятий
2.2.11	Экономика теплоэнергетики
2.2.12	Производственная (эксплуатационная) практика
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

**ПК-1: готовность к участию в работах по освоению схем размещения ОПД и их систем, доводке технологических процессов, выполнении специальных расчетов**

Индикатор 1 | ПК-1.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства

**ПК-2: способность обеспечивать контроль технологической дисциплины при эксплуатации ОПД, норм расхода топлива и всех видов энергии ОПД**

Индикатор 1 | ПК-2.1. Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основы теплотехнических расчетов горения топлива; промышленную классификацию топлив.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	обоснованно выбирать то или иное топливо для конкретных промышленных установок; выполнять все необходимые расчеты, связанные со сжиганием топлива и организацией горения; в дальнейшем использовать все особенности того или иного вида топлива в целях создания энергосберегающего оборудования и технологий или наиболее эффективных огнетехнических установок.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методиками определения температуры горения топлива; методиками расчета материального и теплового баланса процесса горения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	<b>Раздел 1. Топливо</b>						
1.1	Лек	Топливо-энергетический баланс в мире и в России. Энергетическое топливо и его виды. Элементный состав топлива и виды исходной массы топлива. Теплотехнические характеристики топлива. Промышленная классификация твердого, жидкого и газового топлива.	4	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0,5	Лекция-беседа ПК1.1, ПК2.1
1.2	Лаб	Определение влажности твердого топлива.	4	1	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.3	Лаб	Определение зольности твердого топлива.	4	1	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.4	Лаб	Определение выхода летучих и коксового остатка для твердого топлива.	4	1	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.5	Лаб	Определение гранулометрического состава твердого топлива.	4	1	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.6	Ср		4	84	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.7	Экзамен		4	4,5	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4	0	ПК1.1, ПК2.1
	Раздел	<b>Раздел 2. Физико-химические основы горения</b>						

2.1	Лек	Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива.	4	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0,5	Лекция-беседа ПК1.1, ПК2.1
2.2	Лек	Основные положения теории горения.	4	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0,5	Лекция-беседа ПК1.1, ПК2.1
2.3	Лек	Горение газового, жидкого и твердого топлива.	4	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0,5	Лекция-беседа ПК1.1, ПК2.1
2.4	Ср		4	75	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
2.5	Экзамен		4	4,5	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа, лекция – дискуссия, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-консультация, занятия с применением затрудняющих условий, методы группового решения творческих задач, метод развивающейся кооперации)

### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 6.1. Контрольные вопросы и задания

1. Топливо-энергетические ресурсы РФ: их роль в энергетике и промышленности, этапы и перспективы развития.
2. Определение понятия «органическое топливо». Виды топлив, их классификация.
3. Твердое топливо: бурые и каменные угли, антрацит, горячие сланцы и торф.
4. Газообразное топливо. Компонентный состав газового топлива и его пересчет на элементарный массовый состав.
5. Элементарный состав топлива.
6. Виды исходной массы топлива.
7. Влажность топлива.
8. Материальный баланс процесса горения.
9. Выбор оптимального коэффициента избытка воздуха.
10. Определение расхода кислорода, воздуха объема и состава продуктов сгорания при различных коэффициентах расхода воздуха.
11. Определение коэффициента расхода воздуха по составу продуктов сгорания.
12. Основные понятие кинетики реакции горения, гомогенное и гетерогенное горение.
13. Энергетика химических связей и теплоты сгорания топлива.
14. Закон Гесса. Скорость реакций горения.
15. Обратимость реакций и константа равновесия реакций горения и газификации.

16. Понятие о цепных реакциях.
17. Зависимость скорости реакции от давления, температуры, состава горючей смеси.
18. Самовоспламенение смеси. Температура воспламенения. пределы воспламенения и их зависимость от различных факторов.
19. Методы сжигания газов. Диффузионное и кинетическое горение.
20. Ламинарные и турбулентные факелы. Размеры ламинарного и турбулентного диффузионных факелов.
21. Предельные случаи горения: срыв, отрыв, проскок пламени.
22. Зависимость тепловых напряжений от способа организации горения газов.
23. Тепловые напряжения объема сгорания газа.
24. Термическое разложение углеводородов в процессе горения. Излучение газового факела.
25. Минеральные примеси и образование золы.
26. Выход летучих и свойства коксового остатка.
27. Теплота сгорания топлива.
28. Условное топливо. Приведенные характеристики топлива.
29. Промышленная классификация твердого и жидкого топлива: типы, марки, группы и классы.
30. Тепловой баланс процесса горения
31. Энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания.
32. Калориметрическая температура горения и жаропроизводительность топлива
33. Теоретическая и действительная температуры горения.
34. Смесеобразование, предшествующее горению.
35. Молекулярная и турбулентная диффузия в потоках.
36. Перенос вещества при гетерогенном горении.
37. Кинетическая, диффузионная и промежуточная область реагирования.
38. Распространение пламени в газоздушных смесях.
39. Влияние давления, температуры, состава смеси на нормальную скорость.
40. Скорость распространения пламени в турбулентном потоке.
41. Организация сжигания жидкого топлива. Основные стадии процесса.
42. Факельное сжигание жидкого топлива. Влияние физико-химических и аэродинамических факторов на процессе горения.
43. Интенсификация сжигания жидкого топлива.
44. Способы организации сжигания твердого топлива. Стадии горения и газификации.
45. Горение углерода. Тепловой режим горения твердого топлива.
46. Горение в слое. Факельный способ сжигания угольной пыли.
47. Пути интенсификации горения твердого топлива.

## 6.2. Темы письменных работ

Учебным планом не предусмотрены.

## 6.3. Фонд оценочных средств

Лабораторные работы  
 Экзаменационные вопросы  
 Экзаменационные билеты

## 6.4. Перечень видов оценочных средств

Комплек экзаменационных билетов  
 Комплект экзаменационных вопросов по всем темам в количестве 47  
 Макет отчета по лабораторным работам

## 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	Хзмалян Д.М.	Теория топочных процессов: Учебное пособие для вузов	Москва: Энергоатомизда т, 1990	16	

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 2	Михайловский В.П.	Теплотехническое оборудование керамических заводов. Топливо и расчет его горения. Ч.1: учебное пособие к лекционным и практическим занятиям	Омск: СибАДИ, 2002	1	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Михайловский%20В.П.%20Теплотехническое%20оборудование%20керамических%20заводов.%20Топливо%20и%20расчет%20его%20горения.%20Учеб.пособие.%202002.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Михайловский%20В.П.%20Теплотехническое%20оборудование%20керамических%20заводов.%20Топливо%20и%20расчет%20его%20горения.%20Учеб.пособие.%202002.pdf</a>
Л1. 3	Михайловский В.П., Мартемьянова Э.Н., Ушаков В.В.	Расчеты горения топлива, температурных полей и тепловых установок технологии бетонных и железобетонных изделий: учебное пособие	Омск: СибАДИ, 2011	1	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Михайловский%20В.П.%20Теплотехническое%20оборудование%20керамических%20заводов.%20Топливо%20и%20расчет%20его%20горения.%20Учеб.пособие.%202002.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Михайловский%20В.П.%20Теплотехническое%20оборудование%20керамических%20заводов.%20Топливо%20и%20расчет%20его%20горения.%20Учеб.пособие.%202002.pdf</a>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Белосельский Б.С., Барышев В.И.	Низкосортные энергетические топлива: особенности подготовки и сжигания: учебное пособие	Москва: Энергоатомиздат, 1989	5	
Л2. 2	Белосельский Б.С., Соляков В.К.	Энергетическое топливо: Учеб. пособие для теплоэнерг. спец. вузов	Москва: Энергия, 1980	25	
Л2. 3	Померанцев В.В.	Основы практической теории горения: учебное пособие	Ленинград: Энергоатомиздат, 1986	62	
Л2. 4	Хзмалян Д.М., Каган Я.А.	Теория горения и топочные устройства: Учебное пособие	Москва: Энергия, 1976	29	
Л2. 5	Померанцев В.В.	Сборник задач по теории горения: Учебное пособие	Ленинград: Энергоатомиздат, 1983	16	

#### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Гутчинский Л.Ф.	Технический анализ твердого и жидкого топлива: Методические указания к выполнению лабораторных работ	Братск: БрГТУ, 2001	25	
Л3. 2	Гутчинский Л.Ф.	Физико-химические основы горения и топливо: Программа, задания и методические указания	Братск: БрГТУ, 2003	64	
Л3. 3	Гутчинский Л.Ф.	Физико-химические основы горения и топливо: методические указания к выполнению лабораторных работ	Братск: БрГУ, 2013	27	

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 4	Гутчинский Л.Ф.	Технический анализ твердого и жидкого топлива: Методические указания к выполнению лабораторных работ	Братск: БрГУ, 2001	1	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Гутчинский%20Л.Ф.%20Технический%20анализ%20твердого%20и%20жидкого%20топлива.2001.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Гутчинский%20Л.Ф.%20Технический%20анализ%20твердого%20и%20жидкого%20топлива.2001.pdf</a>

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a> Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
----	---	---

### 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	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 license No Level
7.3.1.4	Архиватор 7-Zip
7.3.1.5	Adobe Reader
7.3.1.6	КОМПАС 3D V12 LT
7.3.1.7	Microsoft Windows (Win Pro 10)+
7.3.1.8	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

### 7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система
7.3.2.2	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7.3.2.3	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.4	«Университетская библиотека online»
7.3.2.5	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.6	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.7	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
7.3.2.8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.9	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
7.3.2.10	
7.3.2.11	Национальная электронная библиотека НЭБ

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1215	Лекционная аудитория	Учебная мебель
1001	читальный зал №3	Учебная мебель, Оборудование 15- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005
1103	Лаборатория теплообменных процессов и установок	Учебная мебель Учебный стенд «Изучение холодильного оборудования», Дистиллятор ДЭ-4-2, Установка для определения физико-химической температурной депрессии, Шкаф сушильный СНОЛ-2,4, Аэродинамическая установка, Печь муфельная ПМ-8, Сушильный шкаф СНОЛ 67/350, Стенд «Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции воздуха»

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

Дисциплина "Физико-химические основы горения и топливо" направлена на ознакомление обучающихся с основными видами энергетических топлив, с теоретическими положениями и основами их горения, их практическим применением в промышленной теплоэнергетике.

Изучение дисциплины "Физико-химические основы горения и топливо" предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические занятия,
- самостоятельную работу,

**экзамен.**

В ходе освоения раздела 1 «Топливо» студенты должны уяснить: состояние топливно-энергетического баланса РФ, виды энергетического топлива и их теплотехнические характеристики.

В ходе освоения раздела 2 «Физико-химические основы горения» студенты должны уяснить: понятия материального и теплового балансов процесса горения, а также расчета материального и теплового балансов процесса горения, основные положения теории горения, такие как гомогенное и гетерогенное горение, закон Гесса, скорость реакции горения, самовоспламенения смеси, смесеобразование, молекулярная и турбулентная диффузия в потоках, особенности горения твердого, жидкого и газообразного топлив.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления: о методах определения влажности, зольности твердого топлива, коксового остатка и выхода летучих, гранулометрического состава твердого топлива.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления: о видах масс топлива и пересчета из одной массы в другую, о расчете теплоты сгорания топлива, составлении материального и теплового балансов процесса горения топлива.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления с рекомендованной учебной и методической литературой.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: видам и теплотехническим характеристикам топлива, составлению материального и теплового балансов процесса горения топлива, основным положениям теории горения, особенностям сжигания твердого, жидкого и газообразного топлив.

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.