

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе -  
первый проректор

\_\_\_\_\_ Феокистов А.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

## **ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основы теории горения

название дисциплины

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

направление подготовки

Промышленная теплоэнергетика

направленность

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

заочная

Новокузнецк

2018

## **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины «Основы теории горения»**

Целями учебной дисциплины являются получение обучающимися знаний, необходимых для усвоения профилирующих дисциплин, комплексного решения задач сжигания топлива в топках промышленных и энергетических котлов и воздействия этого процесса на загрязнение окружающей среды.

Задачами учебной дисциплины являются знакомство обучающихся с процессами при горении топлива; получение информации о способах предотвращения образования оксидов азота и серы; обучение принимать и обосновывать конкретные технические решения при последующем конструировании элементов.

## **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

«Основы теории горения» является базовой дисциплиной учебного плана и изучается на 4 курсе. Учебная дисциплина базируется на изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Химия». Знания и умения, приобретенные при изучении курса, используются в дисциплинах «Котельные установки и парогенераторы», «Технологические энергоносители предприятий» и др.

## **3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине «Основы теории горения»**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### **-общекультурные компетенции:**

ОК-7 - способностью к самоорганизации и самообразованию.

Структура компетенции:

-знать: общие методы и решения профессиональных проблем и при помощи этих методов решать конкретные научные задачи;

-уметь: самостоятельно вести научный поиск, используя теоретические знания;

-владеть: способностью к познавательной деятельности.

### **-профессиональные компетенции:**

ПК-4 - способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

Структура компетенции:

-знать общие методы и решения профессиональных проблем и при помощи этих методов решать конкретные научные задачи;

-уметь осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате

-владеть способностью работать самостоятельно.

ПК-9 - способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве.

Структура компетенции:

- знать об использовании особенностей топлива в целях создания энергосберегающего оборудования;
- уметь обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве;
- владеть методикой расчёта вредных газообразных выбросов, образующихся при сжигании топлив, в атмосферу.

**-общепрофессиональные компетенции:**

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Структура компетенции:

-знать о видах и характеристиках топлив; выборе того или иного топлива для промышленных установок; о видах топочных устройств, их преимуществах и недостатках;

-уметь использовать основы системного подхода, уравнения математической физики для постановки и решения задач, связанных с сжиганием топлива и организацией процесса горения; выбором конструкции того или иного вида горелочного устройства; кинетических характеристик процессов горения топлив.

-владеть методиками расчета теоретически необходимого количества воздуха, объемов продуктов сгорания, энтальпии, коэффициента избытка воздуха; теплового баланса и теоретической температуры горения

#### **4 Структура и содержание учебной дисциплины**

Программой учебной дисциплины «Основы теории горения» предусмотрено проведение лекций, практических занятий, лабораторных работ, руководство курсовой работой. Особое место в овладении учебной дисциплины «Основы теории горения» отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа(лекции), семинарского типа(практические занятия, лабораторные занятия), групповые консультации и индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть как аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

**Тематический план учебной дисциплины  
«Основы теории горения»**

Наименование разделов и тем по учебной дисциплине	Количество часов				
	всего	в том числе			
		аудиторные			самостоятельная работа
лекции	ЛР	ПЗ			
Раздел 1. Введение.	9	-	-	-	9
Итого по разделу 1	9	-	-	-	9
Раздел 2. Топливо: виды, состав, характеристики	48	2	6	8	32
Итого по разделу 2	48	2	6	8	32
Раздел 3. Материальный и тепловой балансы процесса горения топлива	46	2	4	8	32
Итого по разделу 3	46	2	4	8	32
Раздел 4. Теоретические основы топочных процессов	34	2	-	-	32
Итого по разделу 4	34	2	-	-	32
Раздел 5. Сжигание топлива	34	2	-	-	32
Итого по разделу 5	34	2	-	-	32
Экзамен	9	-	-	-	9
Всего по дисциплине (часов)	180	8	10	16	146
Всего по дисциплине (зачетных единиц)	5				
Вид промежуточной аттестации	экзамен, курсовая работа на 4 –м курсе				
Примечание – ЛР – лабораторные работы, ПЗ – практические занятия					

**Содержание учебной дисциплины  
«Основы теории горения»**

**Раздел 1. Введение.**

Современное состояние и перспективы развития топливно-энергетического комплекса Российской Федерации.

Значение огнетехнических процессов в промышленности. Роль отечественных ученых в развитии теории и практики горения топлива; задачи и содержание дисциплины, ее роль в формировании инженера-теплоэнергетика.

**Раздел 2. Топливо: виды, состав, характеристики**

Виды топлива, их классификация. Свойства основных видов энергетического топлива. Твердое топливо: каменные угли, горючие сланцы, прочие виды твердого топлива. Нефть, ее термическая переработка. Физико-химические свойства мазутов, их маркировка. Искусственное жидкое топливо. Естественные природные горючие газы, их характеристики, добыча, транспортировка и хранение. Искусственные горючие газы; способы получения и характеристика. Горючие газы - вторичные продукты производства: доменный, коксовый газы и др. Элементарный состав топлива. Влага топлива. Минеральные примеси. Выход летучих веществ, образование кокса. Теплота сгорания топлива (высшая, низшая, аналитическая). Расчетный и экспериментальный способы определения теплоты сгорания топлива. Пересчет элементарного состава топлива. Условное топливо.

Характеристики топлив вновь разрабатываемых месторождений.

### **Раздел 3. Материальный и тепловой балансы процесса горения топлива**

Основные термохимические уравнения горения элементов топлива. Материальный баланс процесса горения. Коэффициенты расхода (избытка) воздуха. Определение расхода кислорода и воздуха. Состав продуктов сгорания. Экспериментальное определение состава продуктов сгорания. Определение расхода воздуха по составу продуктов сгорания. Основное уравнение горения. Уравнение неполного горения.

Тепловой баланс процесса горения. Энтальпия воздуха и продуктов сгорания. Диаграмма энтальпия - температура. Явление диссоциации продуктов сгорания. Теоретическая и действительная температура горения.

### **Раздел 4. Теоретические основы топочных процессов**

Основное понятие кинетики реакции горения. Гомогенное и гетерогенное горения. Энергетика химических связей и теплота сгорания топлива. Скорость реакции горения. Константы равновесия реакции горения и газификация. Понятие о цепных реакциях. Зависимость реакции от температуры, давления, состава горючей смеси.

Самовоспламенение и воспламенение горючей смеси. Пределы воспламенения и их зависимость от различных факторов. Механизмы образования оксидов азота.

Смесеобразование, молекулярная и турбулентная диффузия в потоках. Перенос вещества при горении. Кинетическая, диффузионная и промежуточная области реагирования.

Распространение пламени в газоздушных смесях.

### **Раздел 5. Сжигание топлива**

Методы сжигания газов. Диффузионное и кинетическое горение. Ламинарный и турбулентный факелы. Предельные случаи горения: срыв, отрыв, проскок пламени. Стабилизации горения. Тепловые напряжения объема горе-

ния газов. Термическое разложение углеводородов в процессе горения. Излучение газового факела.

Организация сжигания жидкого топлива. Основные стадии процесса. Факельное сжигание жидкого топлива. Влияние физико-химических и аэродинамических факторов на процесс горения. Интенсификация сжигания жидкого топлива.

Способы организации сжигания твердого топлива. Стадии горения и газификации. Горение углерода. Тепловой режим горения твердого топлива. Пути интенсификации сжигания твёрдого топлива

Прямоточные и завихривающие горелки, классификация завихривающих горелок; горелки для сжигания твердого пылевидного топлива, устройства для подачи кускового и дробленого твердого топлива; форсунки для сжигания жидкого топлива; горелки для газообразного топлива; работа газомазутных топочных устройств.

### 5 Перечень тем практических занятий

№ раздела/темы дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость (час.)
2	Пересчет элементарного состава топлива	4
2	Расчетная оценка характеристик топлив и смеси топлив	4
3	Расчет количеств воздуха и дымовых газов	4
3	Расчет энтальпий дымовых газов	4
<b>Итого</b>		<b>16</b>

### 6 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела/темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
2	Определение влажности топлива	2
	Определение зольности топлива	2
	Определение выхода летучих из топлива	2
3	Анализ дымовых газов	4
<b>Итого</b>		<b>10</b>

## 7 Перечень тем курсовых работ

№ раздела дисциплины	Наименование КР	Трудоемкость (час.)
2,3,4,5	Расчёт горения топлива	20
<b>Итого</b>		20

Выполнение курсовой работы входит в самостоятельную работу. Курсовая работа выполняется по одной теме, но с разными вариантами заданий.

## 8 Виды самостоятельной работы

На самостоятельную работу обучающихся отводится 146 часов, в том числе на подготовку к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам, прохождение тестирований и выполнение индивидуального домашнего задания – 117 часов, выполнение курсовой работы – 20 часов, подготовку к экзамену – 9 часов.

№ раздела/темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)
1	1 Проработка материалов о перспективах развития топливно- энергетического комплекса Российской Федерации.	9
2	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	6
	2 Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе.	8
	3 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	4
	4 Выполнение индивидуального домашнего задания.	6
	5 Подготовка курсовой работы.	4
	6 Подготовка к текущему контролю.	4
3	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	6
	2 Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе.	8
	3 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	4
	4 Выполнение индивидуального домашнего задания.	6
	5 Подготовка курсовой работы.	4
	6 Подготовка к текущему контролю.	4
4	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	12

	2 Подготовка курсовой работы.	8
	3 Подготовка к текущему контролю.	12
5	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	16
	2 Подготовка курсовой работы.	4
	3 Подготовка к текущему контролю.	12
Экзамен	Подготовка к экзамену	9
<b>Итого</b>		<b>146</b>

## **9 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **а) основная литература:**

1.Кудинов В. А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. – Электрон. дан. – Москва : Абрис, 2012. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200445.html>

2.Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. И. Ляшков. – Москва : Абрис, 2012. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200513.html>

3.Быстрицкий, Г. Ф. Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / Г. Ф. Быстрицкий. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 305 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-03889-7. – Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/21E8CDE1-FDB6-448D-AF08-8AFFDD0A70FC](http://www.biblio-online.ru/book/21E8CDE1-FDB6-448D-AF08-8AFFDD0A70FC)

### **б) дополнительная литература:**

1.Технологическое сжигание и использование топлива / А. А. Винтовкин [и др.]. – Москва : Металлургия, 1998. – 286 с.

2.Кудинов А. А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. [Электронный ресурс] / А. А. Кудинов, С. К. Зиганшина. – Москва : Машиностроение, 2011. – Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755584.html>

### **в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Электронный каталог Научно-технической библиотеки СибГИУ [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающей в фонд НТБ СибГИУ. – Электрон. дан. – Новокузнецк, [199-]. – Режим доступа: <http://libr.sibsiu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2 Электронная библиотека СибГИУ [Электронный ресурс] : база данных содержит полнотекстовые электронные документы, поступающие в фонд НТБ СибГИУ. – Электрон. дан. – Новокузнецк, [200-]. – Режим доступа: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Загл. с экрана.



3 Университетская библиотека online [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>. – Загл. с экрана.

4 Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Электрон. дан. – Санкт-Петербург, [200-]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. – Загл. с экрана.

5 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>. – Загл. с экрана.

6 Юрайт. Электронная библиотека [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>. – Загл. с экрана.

7 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU : электронное периодическое издание / ООО «РУНЭБ». – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>. – Загл. с экрана.

8 Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) [Электронный ресурс] : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>. – Загл. с экрана.

**г) программное обеспечение:** ABBYYFineReader 11, «Программное обеспечение «Руконтекст», WinRAR 3.6, 7-Zip, MicrosoftOffice 2010, MicrosoftOffice 2007, MicrosoftOffice 2003.

**д) информационно-справочные системы:**

1 Техэксперт [Электронный ресурс] : информационно-справочная система / ООО «Кузбасский центр нормативно-технической документации». – Электрон. дан. – Кемерово, [200-]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2 Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Электрон. дан. – Москва, [199-]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

3 Система ГАРАНТ [Электронный ресурс] : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Электрон. дан. – Кемерово, [2016-]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) [Электронный ресурс] : база данных / ВИНТИ РАН. – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

## **10 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины «основы теории горения» включает 2 специально оборудованных компьютерных класса с выходом в Интернет, аудиторию с оборудованным мультимедийным проектором, научно-техническую библиотеку СибГИУ, лабораторию топлива и огнеупоров.

## **11 Методические рекомендации по организации изучения учебной дисциплины**

Текущий контроль успеваемости обучающихся по учебной дисциплине «Основы теории горения» проводится в форме аттестации на основе оценки выполнения практических работ, лабораторных работ, домашних заданий, результатов тестирования, контроля за посещаемостью и т.п. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Основы теории горения» проводится в форме экзамена и дифференцированного зачёта по курсовой работе на основе оценки результатов ответов обучающихся на теоретические вопросы, составленные по всем разделам изучаемой учебной дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ООП по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Составитель:

ст.преподаватель

Е.В.Медведская

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры теплоэнергетики и экологии, протокол №20 от «20» марта 2018 г.

зав. кафедрой  
теплоэнергетики и экологии СибГИУ,  
к.т.н., профессор

С.Г.Коротков

Согласовано:

старший методист  
методического отдела

## Приложение А

**Аннотация**  
**программы учебной дисциплины**  
**«Основы теории горения»**  
наименование дисциплины  
**по направлению подготовки**  
**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**  
код и наименование направления подготовки  
**(направленность «Промышленная теплоэнергетика»)**  
**форма обучения – заочная**

### **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины** **«Основы теории горения»**

Целями учебной дисциплины являются получение обучающимися знаний, необходимых для усвоения профилирующих дисциплин, комплексного решения задач сжигания топлива в топках промышленных и энергетических котлов и воздействия этого процесса на загрязнение окружающей среды.

Задачами учебной дисциплины являются знакомство обучающихся с процессами при горении топлива; получение информации о способах предотвращения образования оксидов азота и серы; обучение принимать и обосновывать конкретные технические решения при последующем конструировании элементов.

### **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению** **подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

«Основы теории горения» является базовой дисциплиной учебного плана и изучается на 4 курсе. Учебная дисциплина базируется на изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Химия». Знания и умения, приобретенные при изучении курса, используются в дисциплинах «Котельные установки и парогенераторы», «Технологические энергоносители предприятий» и др.

### **3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине**      **«Ос-** **новы теории горения»**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**-общекультурные компетенции:**

ОК-7 - способностью к самоорганизации и самообразованию.

**Структура компетенции:**

-знать: общие методы и решения профессиональных проблем и при помощи этих методов решать конкретные научные задачи;

-уметь: самостоятельно вести научный поиск, используя теоретические знания;

-владеть: способностью к познавательной деятельности.

**-профессиональные компетенции:**

ПК-4 - способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

Структура компетенции:

-знать общие методы и решения профессиональных проблем и при помощи этих методов решать конкретные научные задачи;

-уметь осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате

-владеть способностью работать самостоятельно.

ПК-9 - способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве.

Структура компетенции:

- знать об использовании особенностей топлива в целях создания энергосберегающего оборудования;

- уметь обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве;

- владеть методикой расчёта вредных газообразных выбросов, образующихся при сжигании топлив, в атмосферу.

**-общепрофессиональные компетенции:**

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Структура компетенции:

-знать о видах и характеристиках топлив; выборе того или иного топлива для промышленных установок; о видах топочных устройств, их преимуществах и недостатках;

-уметь использовать основы системного подхода, уравнения математической физики для постановки и решения задач, связанных с сжиганием топлива и организацией процесса горения; выбором конструкции того или иного вида горелочного устройства; кинетических характеристик процессов горения топлив.

-владеть методиками расчета теоретически необходимого количества воздуха, объемов продуктов сгорания, энтальпии, коэффициента избытка воздуха; теплового баланса и теоретической температуры горения

#### **4 Трудоемкость учебной дисциплины**

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 академических часов).

## **5 Краткое содержание учебной дисциплины**

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные темы: виды энергетического топлива; теплота сгорания топлива; условная теплота, высшая и низшая теплота; материальный баланс процесса горения; температуры воспламенения, горения и потухания; нижний и верхний предел воспламенения; фронт горения, скорость распространения пламени; газовые горелки; мазутные форсунки и горелки; организация сжигания твердого топлива; газификация твердого топлива; ступенчатое сжигание топлива; избытки воздуха в различных зонах топки при сжигании различных топлив.

## **6 Формы организации учебного процесса**

Лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа, консультации, курсовая работа.

## **7 Виды промежуточной аттестации**

Экзамен по учебной дисциплине, дифференцированный зачёт по курсовой работе.

## **8 Составитель**

Ст.преподаватель Медведская Е.В.

**Дополнения и изменения к программе учебной дисциплины**  
**Основы теории горения**  
**основной образовательной программы**  
**13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**  
код    наименование основной образовательной программы  
**на период 2018 – 2023 г.г.**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.