

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Инженерный институт



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физика горения Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Ларионов В.М.

Рецензент(ы): Ткаченко Л.А., Зарипов Ринат Герфанович

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Кашапов Н. Ф.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Ларионов В.М. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), Larionov.kfu@gmail.com

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-8	способностью самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней
ПК-14	способностью разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров
ПК-9	способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

физические основы процессов интегрированных в процессе горения;
уравнения теории горения и методы их решения;
принципы работы и устройство современных измерительных средств для исследования ламинарных и турбулентных пламен;
принципы организации процесса горения в промышленных энергоустановках.

Должен уметь:

применять методы теории горения к решению практических задач;
выполнять расчеты, связанные с проектированием новых и модернизации имеющихся промышленных камер сгорания;
использовать современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний в области теории и практики горения.

Должен владеть:

математическим аппаратом теории горения;
навыками проведения расчетов процесса горения с заданными параметрами;
навыками работы с современной измерительной аппаратурой.

Должен демонстрировать способность и готовность:

проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов горения, направленные на решение задач энерго- и ресурсосбережения;
выполнять физико-технические расчеты с целью создания новых и модернизации существующих энергоустановок;
оценивать инновационный потенциал результатов работы.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) на 252 часа(ов).

Контактная работа - 130 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 76 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 59 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 63 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение	7	6	0	0	10
3.	Тема 3. Горение газов и паров	7	6	3	15	9
7.	Тема 7. Ламинарное пламя предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия, структура и условия стабилизации.	7	6	3	15	10
11.	Тема 11. Турбулентное пламя, его структура при горении предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия.	7	6	4	15	10
15.	Тема 15. Газодинамика горения	7	6	4	15	10
19.	Тема 19. Горение жидких и твердых веществ	7	6	4	16	10
	Итого		36	18	76	59

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

Понятие процесса горения. Некоторые положения химической кинетики: скорость химических реакций, константа скорости реакции, закон Аррениуса, теплота реакции, цепные реакции. Самовоспламенение и взрыв, как результат самоускоряющихся реакций, адиабатический тепловой взрыв, теория Н.Н.Семенова, стационарная теория теплового взрыва, вынужденное воспламенение.

Тема 3. Горение газов и паров

Определение стехиометрического числа, концентрации топлива, коэффициента избытка воздуха. Распространение процесса горения, фронт пламени, нормальная скорость распространения пламени, основы теории нормального распространения пламени. Адиабатическое плоское пламя. Методы измерения нормальной скорости распространения пламени, опытные данные о влиянии состава, температуры и давления смеси.

Тема 7. Ламинарное пламя предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия, структура и условия стабилизации.

Математические модели ламинарного пламени предварительно подготовленной смеси, истекающей из круглого отверстия. Вывод формул, определяющих адиабатическую и с учетом тепловых потерь температуру горения смесей газообразных топлив с воздухом.

В газозооной смеси источник воспламенения создает узкую зону реакции горения, которая в результате переноса теплоты и активных центров распространяется от одного слоя смеси к другому. Таким образом, процесс распространения зоны реакции (пламени) представляет ряд последовательно идущих непрерывных процессов зажигания. Зону быстрой реакции и больших градиентов Γ и C называют фронтом пламени. Скорость движения фронта пламени (u_{fr}) определяется процессами теплопроводности от продуктов сгорания к горючей смеси, а также диффузией исходных веществ, промежуточных и конечных продуктов сгорания.

Тема 11. Турбулентное пламя, его структура при горении предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия.

Механизмы турбулентного горения. Методы измерения и расчетные формулы для скорости турбулентного горения, анализ имеющихся экспериментальных данных для основных углеводородных топлив. Диффузионное горение, принципиальное отличие от горения предварительно подготовленной смеси. Различные схемы организации процесса горения. Обоснование положения о том, что диффузионное горение происходит вблизи стехиометрической поверхности.

Тема 15. Газодинамика горения

Пламя как поверхность газодинамического разрыва. Искривление линий тока при пересечении наклонного фронта пламени. Стабилизация пламени в потоках с высокой скоростью при помощи плохобтекаемых тел. Упрощенная математическая модель пламени за удерживающей точкой в трубе. Математическая модель горения за удерживающей точкой в трубе с учетом неравномерности течения продуктов сгорания Ускорение фронта пламени, распространяющегося в трубе. Образование волн сжатия, переход к детонационному горению.

Тема 19. Горение жидких и твердых веществ

Основные стадии процесса горения жидкой частицы с учетом подготовительных процессов. Время жизни капли. Основы теории диффузионного горения капли. Особенности горения твердых топлив, пиролиз, горение летучих компонентов, горение углерода. Физические механизмы и основы теории горения углеродной частицы. Слоевое горение твердого топлива, схемы организации и физические модели процесса горения.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 7			
	<i>Текущий контроль</i>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Контрольная работа	ОПК-8, ПК-14, ПК-9	3. Горение газов и паров 7. Ламинарное пламя предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия, структура и условия стабилизации. 11. Турбулентное пламя, его структура при горении предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия. 15. Газодинамика горения 19. Горение жидких и твердых веществ
2	Письменное домашнее задание	ОПК-8, ПК-14, ПК-9	3. Горение газов и паров 7. Ламинарное пламя предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия, структура и условия стабилизации. 11. Турбулентное пламя, его структура при горении предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия. 15. Газодинамика горения 19. Горение жидких и твердых веществ
3	Реферат	ОПК-8, ПК-14, ПК-9	1. Введение 3. Горение газов и паров 7. Ламинарное пламя предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия, структура и условия стабилизации. 11. Турбулентное пламя, его структура при горении предварительно подготовленной смеси, истекающей из отверстия. 15. Газодинамика горения 19. Горение жидких и твердых веществ
	Экзамен	ОПК-8, ПК-14, ПК-9	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 7					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 7

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 3, 7, 11, 15, 19

1. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании пороха массой 25 г; торфа массой 0,5 т; каменного угля массой 1,5 т?
2. В топке котла парового двигателя сожгли торф массой 20 т. Какой массой каменного угля можно было бы заменить сгоревший торф?
3. Определить теоретическую массу и объем воздуха, необходимого для горения 1 м³ метана при нормальных условиях.
4. Определить теоретический объем воздуха, необходимого для горения 1 кг бензола.
5. Определить объем и массу воздуха, необходимого для горения 1 кг органической массы состава: С? 60 %, Н? 5 %, О? 25 %, W ? 5 %, (влажность), если коэффициент избытка воздуха = 2,5; температура воздуха 305 К, давление 99500 Па.

6. Определить объем воздуха, необходимого для горения 5 м³ смеси газов, состоящих из 20 % CH₄; 40 % C₂H₂; 10 % CO; 5 % N₂ и 25 % O₂, если коэффициент избытка воздуха равен 1,8.
7. Определить коэффициент избытка воздуха при горении уксусной кислоты, если на горение 1 кг поступило 3 м³ воздуха.
8. Определить объем воздуха, пошедшего на окисление 1 м³ аммиака, если в продуктах горения содержание кислорода составило 18%.
9. Определить объем окислительной среды, состоящей из 60 % O₂ и 40 % N₂, необходимый для горения 1 кг изопропилового спирта, если ее температура равна 295 К, давление 62,0 кПа.
10. Определить массу динитротолуола, C₇H₆(NO₂)₂, сгоревшего в герметичном объеме 100 м³, если содержание кислорода в продуктах горения составило 12 %.
11. Какое количество продуктов горения выделится при сгорании 1 м³ ацетилена в воздухе, если температура горения составила 1450 К.
12. Определить объем продуктов горения при сгорании 1 кг фенола, если температура горения 1200 К, давление 95 000 Па, коэффициент избытка воздуха 1,5.
13. Определить состав продуктов горения метил-этилкетона.

2. Письменное домашнее задание

Темы 3, 7, 11, 15, 19

Задачи

1. Определить массу и объем (теоретический) воздуха, необходимого для горения 1 кг метилового, этилового, пропилового и амилового спиртов. Построить график зависимости объема воздуха от молекулярной массы спирта.
2. Определить теоретический объем воздуха, необходимого для горения 1 м³ метана, этана, пропана, бутана и пентана. Построить график зависимости объема воздуха от положения вещества в гомологическом ряду (содержания углерода в молекуле вещества).
3. Определить теоретическую массу воздуха, пошедшего на горение 1 кг метана, метилового спирта, муравьиного альдегида, муравьиной кислоты. Объяснить причину влияния состава вещества на объем воздуха, требуемого для их горения.
4. Определить объем и массу воздуха, пошедшего на горение 1 кг древесины состава: C ? 47 %, H ? 8 %, O ? 40 %, W ? 5 %, если коэффициент избытка воздуха равен 2,8; давление 900 ГПа, температура 285 К.
5. Сколько воздуха, кг, поступило на горение 1 кг углерода, если в продуктах горения содержание кислорода составило 17 %?
6. Сколько воздуха, кг, требуется подать на сжигание 200 м³ генераторного газа состава: CO ? 29 %, H₂ ? 14 %, CH₄ ? 3 %, CO₂ - 6,5 %, N₂ - 45 %, O₂ - 2,5 %, если коэффициент избытка воздуха равен 2,5?
7. Определить количество сгоревшего толуола, кг, в помещении объемом 400 м³ если после пожара при отсутствии газообмена установлено, что содержание кислорода снизилось до 17 %.
8. Сколько хлора, м³, поступило на горение 300 м³ водорода, если в продуктах горения избыток окислителя составил 80 м³ ?
9. Определить избыток воздуха в продуктах горения газовой смеси состава: CO ? 15 %, C₄H₁₀ ? 45 % O₂ ? 30 %, N₂ ? 10%, если коэффициент избытка воздуха равен 1,9.
10. Сколько окислительной среды, м³, состоящей из 50 % кислорода и 50 % азота, необходимо для горения 8 кг этилацетата, если коэффициент избытка равен 1,2; температура 265 К, давление 850 ГПа.
11. Определить коэффициент избытка окислительной среды, состоящей из 70 % кислорода и 30 % азота, если при горении серы содержание кислорода снизилось до 55 %. Определить количество сгоревшей серы (кг), если объем помещения равен 180 м³.
12. Сколько антрацита (принять, что содержание углерода равно 100 %) сгорело в помещении объемом 150 м³, если прекращение горения наступило при снижении кислорода до 13 %. Газообмен не учитывать.
13. Рассчитать массовый и объемный расход воздуха, необходимый для горения газового фонтана дебитом 30 млн. м³/сут., состоящего из CH₄ ? 80 %, CO₂ ? 10 %, H₂S ? 5 %, O₂ ? 5 % при температуре воздуха 27°C и давлении 105 кПа.

3. Реферат

Темы 1, 3, 7, 11, 15, 19

Темы письменных работ-рефератов.

1. Сверхзвуковое сопло.
2. Истечение из единичного плоского сопла с косым срезом в пространство с пониженным давлением.
3. Адиабатическое течение газа с трением.
4. Течение в трубе постоянного сечения.
5. Нормальное горение газов.
6. Измерение температуры пламени.
7. Исследование процессов горения жидкого топлива.

8. Горение жидкого топлива в реактивных двигателях.
9. Измерения температуры продуктов горения.
10. Основные представления о механизме горения порохов.
11. Механизм горения взрывчатых веществ.
12. Измерение температуры горения.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

Примерные вопросы к экзамену:

1. Исторический обзор исследований в данной области, современное состояние вопроса.
2. Основные понятия термодинамической системы. Первый закон термодинамики в приложении к процессам горения.
3. Основные понятия термодинамической системы. Второй закон термодинамики в приложении к процессам горения. Закон Гесса.
4. Основы химической кинетики. Скорость химической реакции. Обратимость химической реакции.
5. Обратимость химической реакции. Закон действующих масс. Константа равновесия. Диссоциация продуктов горения.
6. Понятие о цепных реакциях. Разветвленные и неразветвленные реакции.
7. Тепловое воспламенение. Влияние температуры и давления на условия самовоспламенения.
8. Горение. Общие представления о физической картине процесса (стационарное и нестационарное горение, гомогенное и гетерогенное горение).
9. Ламинарное горение, нормальная скорость распространения пламени, тепловая теория распространения ламинарного пламени.
10. Зависимость скорости горения углеводородов от физико-химических свойств топлива.
11. Методы исследования размера капель жидкого топлива.
12. Измерение нормальной скорости распространения пламени.
13. Изучение процессов излучения и горения одиночных капель.
14. Горение газов.
15. Горение жидкостей.
16. Горение взрывчатых смесей.
17. Детонационная волна в газах.
18. Газодинамические параметры режима горения. Стадии процесса горения.
19. Теплота горения, ее виды и расчет.
20. Температура горения, ее расчет.
21. Материальный и тепловой балансы процессов горения.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 7			
Текущий контроль			

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Просмотрите конспект сразу после занятий. Пометьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.</p>
практические занятия	<p>Практические занятия представляют особую форму сочетания теории и практики. Их назначение ?углубление проработки теоретического материала предмета путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к практическим занятиям включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу.</p> <ul style="list-style-type: none"> -индивидуальные выступления студентов с сообщениями по какому-либо вопросу изучаемой темы; -фронтальное обсуждение рассматриваемой проблемы, обобщения и выводы; -решение задач и упражнений по образцу; -решение вариантных задач и упражнений; -решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; -выполнение контрольных работ; -работу с тестами. <p>При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется: внимательно ознакомиться с тематикой практического занятия; прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу; составить краткий план ответа на каждый вопрос практического занятия; проверить свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки; если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради. Все письменные задания выполнять в рабочей тетради. Практические занятия развивают у студентов навыки самостоятельной работы по решению конкретных задач.</p>
лабораторные работы	<p>Лабораторные работы представляют одну из форм освоения теоретического материала с одновременным формированием практических навыков в изучаемой дисциплине. Их назначение ?углубление проработки теоретического материала, формирование практических навыков путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к лабораторным работам включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение лабораторной работы предполагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> -изучение теоретического материала по теме лабораторной работы (по вопросам изучаемой темы); -выполнение необходимых расчетов и экспериментов; -оформление отчета с заполнением необходимых таблиц, построением графиков, подготовкой выводов по проделанным экспериментам и теоретическим расчетам; -по каждой лабораторной работе проводится контроль: проверяется содержание отчета, проверяется усвоение теоретического материала. Контроль усвоения теоретического материала является индивидуальным.
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов проводится с целью:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений; - углубления и расширения теоретических знаний; - формирования умений использовать справочную литературу; - формирования самостоятельности мышления; - развития исследовательских умений. <p>Для достижения указанной цели студенты должны решать следующие задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучить рекомендуемые литературные источники; - изучить основные понятия и определения; - решить предложенные задачи; - ответить на контрольные вопросы.

Вид работ	Методические рекомендации
<p>контрольная работа</p>	<p>Контрольная работа выполняется по вариантам. На бланке указывается факультет, курс, группа, ФИО студента. Вопросы строятся на основе тестовых и задач. В тестовых заданиях, выбирается правильный(ые) ответ(ы). При решении задач выбирается правильная последовательность действий . Проверка контрольной работы позволяет выявить и исправить допущенные студентами ошибки, указать, какие вопросы дисциплины ими недостаточно усвоены и требуют доработки. Студент должен внимательно ознакомиться с письменными замечаниями преподавателя и приступить к их исправлению, для чего еще раз повторить соответствующий материал.</p>
<p>письменное домашнее задание</p>	<p>Домашнее задание ? типичный пример самостоятельной работы, без которой невозможно полноценное усвоение и запоминание знаний полученных в ходе аудиторных занятий. Виды домашних заданий, которые даются преподавателем, могут быть самые разнообразные: - ответы на специально поставленные вопросы; - решение задач, связанных с материалом предыдущего занятия; - работа над устранением ошибок и т.п. Но независимо от вида домашних заданий их основные цели остаются неизменными. 1. Очень важно, чтобы домашние задания выполнялись ежедневно в одно и то же время и на постоянном месте. Это правило при всей его кажущейся простоте имеет существенное значение для успешного выполнения домашней работы. Оно содействует быстрому сосредоточению внимания на выполнении учебных заданий, развивает волю, приучает к дисциплине и упорядоченности процесса обучения. 2. Домашние задания нужно выполнять в день их получения. Любой материал, полученный на занятии, быстро забывается. Чтобы предупредить забывание знаний, усвоенных на занятии, необходимо сразу же провести работу по их закреплению. Именно поэтому во всех методических пособиях настоятельно рекомендуется выполнять домашние задания в день их получения. 3. Помните, что процесс осмысления и усвоения знаний должен носить рассредоточенный характер. Это значит, что для все стороннего осмысления и прочного усвоения учебного материала следует вдумчиво выполнять задания не за один присест, а обращаться к их изучению несколько раз в течение некоторого времени. 4. Выполнение письменных заданий нужно начинать с повторения теоретического материала, то есть с работы над учебником. Повторение теоретического материала, необходимого для выполнения письменных заданий, вызвано в основном двумя причинами. Во-первых, перед выполнением письменных заданий всегда полезно вспомнить теоретический материал, для того чтобы проще было найти способ решения письменных заданий и обосновать свой выбор. Во-вторых, повторение материала в результате устной и письменной работы повышает прочность его закрепления. 5. Приступая к решению задач, выполнению практических заданий, следует внимательно просмотреть те, которые выполнялись при изучении темы на практических занятиях, и продумать, какие теоретические положения использовались в процессе их выполнения. Это помогает установить связь с упражнениями в аудитории и содействует самостоятельному выполнению письменных заданий.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
реферат	<p>Написание реферата является</p> <ul style="list-style-type: none"> -одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов; -одной из форм научной работы студентов, целью которой является расширение научного кругозора студентов, ознакомление с методологией научного поиска. <p>Реферат, как форма обучения студентов, -это краткий обзор максимального количества доступных публикаций по заданной теме, с элементами сопоставительного анализа данных материалов и с последующими выводами. При проведении обзора должна проводиться и исследовательская работа, но объем ее ограничен, так как анализируются уже сделанные предыдущими исследователями выводы и в связи с небольшим объемом данной формы работы.</p> <p>Темырефератов определяются кафедрой и содержатся в программе курса. Преподаватель рекомендует литературу, которая может быть использована для написания реферата.</p> <p>Требования к содержанию:</p> <ul style="list-style-type: none"> -материал, использованный в реферате, должен относиться строго к выбранной теме; -необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.) -при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения или по научным школам; -реферат должен заканчиваться подведением итоговпроведенной исследовательской работы: содержать краткий анализ-обоснование преимуществ той точки зрения по рассматриваемому вопросу, с которой Вы солидарны.
экзамен	<p>Студенты сдают экзамену в конце теоретического обучения. К экзамену допускается студент, выполнивший в полном объеме задания, предусмотренные в рабочей программе. В случае пропуска каких-либо видов учебных занятий по уважительным или неуважительным причинам студент самостоятельно выполняет и сдает на проверку в письменном виде общие или индивидуальные задания, определяемые преподавателем.</p> <p>Экзамен по теоретическому курсу проходит в устной или письменной форме (определяется преподавателем) на основе перечня вопросов, которые отражают содержание действующей рабочей программы учебной дисциплины.</p> <p>Студентам рекомендуется:</p> <ul style="list-style-type: none"> -готовиться к экзамену в группе (два-три человека); -внимательно прочитать вопросы к экзамену; -составить план ответа на каждый вопрос, выделив ключевые моменты материала; -изучив несколько вопросов, обсудить их с однокурсниками. <p>Ответ должен быть аргументированным.</p> <p>Результаты сдачи экзаменов оцениваются отметкой ?отлично?, ?хорошо?, ?удовлетворительно? или ?неудовлетворительно?.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Физика горения" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Физика горения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено .