

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Физика горения БЗ.ДВ.1

Направление подготовки: 223200.62 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Ларионов В.М.

**Рецензент(ы):**

-

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Ларионов В.М. Кафедра технической физики и энергетики Отделение физики, Victor.Larionov@kpfu.ru

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины Б3.ДВ1 "Физика горения": понимание физико-химических процессов, приводящих к явлению горения; формирование у студентов знаний и навыков, относящихся к законам и методам физики горения.

### **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.1 Профессиональный" основной образовательной программы 223200.62 Техническая физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина Б3.ДВ1 "Физика горения" входит в профессиональный цикл Б3 подготовки бакалавров по направлению 223200 "Техническая физика" и является обязательной для изучения студентами по профилю "Теплофизика".

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. 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.

2. 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.

3. должен владеть:

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

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.

### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. 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 теплого взрыва, вынужденное воспламенение.	7		0	0	0	
3.	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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. 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.	7		0	0	0	
5.	Тема 5. 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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. 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.	7		0	0	0	
7.	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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. 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.	7		0	0	0	
9.	Тема 9. 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.	7		0	0	0	



N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. 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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. 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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
13.	Тема 13. 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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. 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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
15.	<p>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 плохообтекаемых 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.</p>	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
16.	<p>Тема 16. Газодинамика горения Пламя как поверхность газодинамического разрыва. Искривление линий тока при пересечении наклонного фронта пламени. Стабилизация пламени в потоках с высокой скоростью при помощи плохообтекаемых 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.</p>	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
17.	<p>Тема 17. Газодинамика горения Пламя как поверхность газодинамического разрыва. Искривление линий тока при пересечении наклонного фронта пламени. Стабилизация пламени в потоках с высокой скоростью при помощи плохообтекаемых 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.</p>	7		0	0	0	



N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
18.	<p>Тема 18. Газодинамика горения Пламя как поверхность газодинамического разрыва. Искривление линий тока при пересечении наклонного фронта пламени. Стабилизация пламени в потоках с высокой скоростью при помощи плохообтекаемых 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.</p>	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
19.	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.	7		0	0	0	
20.	Тема 20. 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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
21.	Тема 21. 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.	7		0	0	0	
22.	Тема 22. 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.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен
	Итого			0	0	0	

#### 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 2. 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 4. 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 5. 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 6. 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.

**Тема 8. 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.

**Тема 9. 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.**

**Тема 10. 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.**

**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 12. 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 13. 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 14. 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 16. Газодинамика горения Пламя как поверхность газодинамического разрыва. Искривление линий тока при пересечении наклонного фронта пламени. Стабилизация пламени в потоках с высокой скоростью при помощи плохообтекаемых 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 17. Газодинамика горения Пламя как поверхность газодинамического разрыва. Искривление линий тока при пересечении наклонного фронта пламени. Стабилизация пламени в потоках с высокой скоростью при помощи плохообтекаемых 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 18. Газодинамика горения Пламя как поверхность газодинамического разрыва. Искривление линий тока при пересечении наклонного фронта пламени. Стабилизация пламени в потоках с высокой скоростью при помощи плохообтекаемых 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.**

**Тема 20. 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.**

**Тема 21. 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.**

**Тема 22. 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. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Используются следующие формы учебной работы: лекции, лабораторные и семинарские занятия, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.



Лекционные занятия дополняются лабораторными работами, что позволяет студентам пронаблюдать и проанализировать изучаемые явления. Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, также позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Материалы курса лекций, список контрольных вопросов, задания для практических занятий и самостоятельной работы, а также методические материалы в форме ЭОР размещены в интернете на сайте Института Физики. Консультации проводятся в обозначенное в расписании время и в режиме "online".

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **7.1. Основная литература:**

Варнатц, Юрген. Горение: Физ. и хим. аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ / Ю. Варнатц, У. Маас, Р. Диббл; Пер. с англ. Г.Л. Агафонова, Под ред. П.А. Власова. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. ?351 с.

Смирнов Н.Н., Зверев И.Н. Гетерогенное горение. - М.: Изд-во МГУ. 1992. - 446 с.

Зельдович Я.Б. и др. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. 478 с.

### **7.2. Дополнительная литература:**

Ассовский И.Г. Физика горения и внутренняя баллистика / И.Г. Ассовский. - М.: Наука, 2005. - 357 с.

Льюис Б., Эльбе Г. Горение, пламя и взрывы в газах. М.: Мир, 1968. 592 с.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 223200.62 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Ларионов В.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.