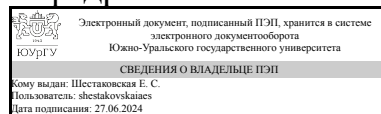


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



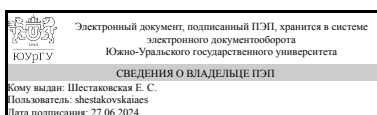
Е. С. Шестаковская

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П0.09.01 Основы теории горения  
**для направления** 01.03.03 Механика и математическое моделирование  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Математическое моделирование и компьютерные технологии  
с присвоением второй квалификации "бакалавр 09.03.04 Программная инженерия"  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Вычислительная механика

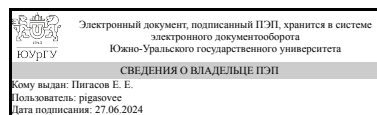
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 10

Зав.кафедрой разработчика,  
к.физ.-мат.н., доц.



Е. С. Шестаковская

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Е. Е. Пигасов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса «Основы теории горения» - подготовка научных работников, для которых овладение методами теоретических расчетов в области физики и химии горения является необходимым элементом профессиональной подготовки. Конкретные задачи курса сводятся к следующему: 1. Овладение основными теоретическими представлениями и методами теории воспламенения, зажигания и распространения волн горения в газообразных и конденсированных реагирующих средах, гомогенного и гетерогенного горения. 2. В процессе изучения данного курса студент должен усвоить основные теоретические и методические принципы современной теории горения и научиться применять их на практике для выполнения практических расчетов процессов горения.

## Краткое содержание дисциплины

Введение в физику горения. Основы химической кинетики. Введение в макроскопическую кинетику. Введение в химическую термодинамику и термохимию. Теория воспламенения. Теория зажигания. Теория распространения волн горения. Горение конденсированных веществ.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                                                 | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-9 Владение методами механического, физического и математического исследования при анализе проблем механики на основе знаний фундаментальных физико-математических дисциплин и компьютерных наук и навыками проблемно-задачной формы представления научных знаний | Знает: основные понятия и законы теории горения<br>Умеет: корректно ставить прикладные задачи теории горения, обоснованно выбирать методы решения и анализировать результат<br>Имеет практический опыт: решения задач математической теории горения |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Теория теплообмена                                            | Не предусмотрены                            |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина         | Требования                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Теория теплообмена | Знает: основные понятия и законы теории теплообмена<br>Умеет: применять математические методы для решения уравнения теплопроводности<br>Имеет практический опыт: решения задач теплообмена |

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 82,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
|                                                                            |             | в часах                    |
|                                                                            |             | Номер семестра             |
|                                                                            |             | 8                          |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 144         | 144                        |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 72          | 72                         |
| Лекции (Л)                                                                 | 48          | 48                         |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 24          | 24                         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 61,5        | 61,5                       |
| Подготовка к экзамену                                                      | 12          | 12                         |
| Подготовка к устному опросу                                                | 19,5        | 19,5                       |
| Подготовка к практическим занятиям                                         | 30          | 30                         |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 10,5        | 10,5                       |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                    |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                 | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----|
|           |                                                  | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение в физику горения                        | 2                                         | 2  | 0  | 0  |
| 2         | Основы химической кинетики                       | 14                                        | 8  | 6  | 0  |
| 3         | Введение в макроскопическую кинетику             | 6                                         | 4  | 2  | 0  |
| 4         | Введение в химическую термодинамику и термохимию | 6                                         | 4  | 2  | 0  |
| 5         | Теория воспламенения                             | 16                                        | 10 | 6  | 0  |
| 6         | Теория зажигания                                 | 12                                        | 8  | 4  | 0  |
| 7         | Теория распространения волн горения              | 8                                         | 6  | 2  | 0  |
| 8         | Горение конденсированных веществ                 | 8                                         | 6  | 2  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                | Кол-во часов |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Краткая история науки о горении. Основные представления теории горения: понятие горения, критические явления, критические условия, явления самораспространения пламени. Основные процессы горения: гомогенное, гетерогенное горение и их разновидности.                | 2            |
| 2        | 2         | Основные представления химической кинетики: открытые и замкнутые системы, гомогенные и гетерогенные реакции, простые и сложные реакции, стехиометрическое уравнение реакции, скорость химической реакции, закон действующих масс. Молекулярность элементарной реакции. | 2            |
| 3        | 2         | Константа скорости реакции, закон Аррениуса. Энергия активации. Понятие об активированном комплексе. Химическое равновесие, константа                                                                                                                                  | 2            |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |
|-----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|     |   | равновесия. Подвижность состояния равновесия химической реакции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |
| 4-5 | 2 | Формальная кинетика простых и сложных реакций. Реакции первого, второго и третьего порядка и их кинетические закономерности. Метод квазистационарных концентраций. Каталитические реакции. Автокаталитические реакции. Цепные реакции. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции, реакция окисления водорода. Цепное воспламенение.                                      | 4 |
| 6   | 3 | Три предела воспламенения водорода и их механизмы. Цепные реакции с энергетическим разветвлением цепей. Основные понятия макрокинетики. Подобие процессов диффузии и теплопередачи. Законы Фурье и Фика. Тепло- и массообмен в условиях свободной и вынужденной конвекции. Коэффициенты переноса. Критерии подобия теории тепломассообмена. Уравнения связи между критериями. | 2 |
| 7   | 3 | Диффузионная кинетика гетерогенных реакций. Реакция первого порядка. Сложение сопротивлений. Диффузионная и кинетическая области гетерогенной реакции.                                                                                                                                                                                                                        | 2 |
| 8   | 4 | Введение в химическую термодинамику и термохимию. Тепловой эффект реакции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 |
| 9   | 4 | Введение в химическую термодинамику и термохимию. Тепловой эффект реакции. Закон Гесса и его следствия. Методы расчета теплового эффекта.                                                                                                                                                                                                                                     | 2 |
| 10  | 5 | Математическая постановка задач в теории воспламенения. Преобразование Франк-Каменецкого. Методы обезразмеривания уравнений теории воспламенения. Критерии подобия теории воспламенения. Теория теплового самовоспламенения Н.Н. Семенова                                                                                                                                     | 2 |
| 11  | 5 | Стационарная теория теплового воспламенения Д.А. Франк-Каменецкого. Аналитическое решение для плоского слоя и цилиндра. Сопоставление с результатами численного анализа.                                                                                                                                                                                                      | 2 |
| 12  | 5 | Краевая задача теории теплового воспламенения. Адиабатический тепловой взрыв.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 |
| 13  | 5 | Нестационарная теория теплового воспламенения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 |
| 14  | 5 | Численный анализ задачи о тепловом взрыве.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 |
| 15  | 6 | Несимметричное воспламенение в плоской щели. Задача о переходе от воспламенения к зажиганию.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2 |
| 16  | 6 | Методы зажигания. Математическая постановка задач теории зажигания. Граничные условия и их физическая интерпретация. Обезразмеривание системы уравнений теории зажигания. Условия зажигания                                                                                                                                                                                   | 2 |
| 17  | 6 | Зажигание накаливаемой поверхностью (г. у. I рода). Стационарная теория зажигания Я.Б. Зельдовича. Нестационарная теория с точки зрения пограничного слоя.                                                                                                                                                                                                                    | 2 |
| 18  | 6 | Физические основы адиабатического метода. Зажигание К-вещества лучистой энергией (граничные условия II рода)                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2 |
| 19  | 7 | Экспериментальные методы исследования скорости горения. Зависимость скорости горения вещества от параметров среды. Понятие о медленном горении, детонации и нормальной скорости горения.                                                                                                                                                                                      | 2 |
| 20  | 7 | Постановка задач в теории теплодиффузионного распространения пламени. Стационарные режимы распространения пламени. Подобие температур и концентраций в пламени. Введение безразмерных переменных. Формулировка задачи о распространении пламени как задачи о собственном значении.                                                                                            | 2 |
| 21  | 7 | Формула для скорости распространения пламени в газе. Метод Зельдовича - Франк-Каменецкого. Зависимость скорости горения от параметров среды. Понятие о пределах распространения пламени.                                                                                                                                                                                      | 2 |
| 22  | 8 | Общее понятие о скорости распространения стационарного пламени в                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 |

|    |   |                                                                                                    |   |
|----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | конденсированной фазе.                                                                             |   |
| 23 | 8 | Экспериментальные данные по горению баллистических порохов в широком диапазоне изменения давлений. | 2 |
| 24 | 8 | Теория горения летучих взрывчатых веществ и порохов Беляева-Зельдовича.                            | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                             | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Прямая и обратная задачи химической кинетики простых реакций                                                    | 2            |
| 2         | 2         | Определение порядка реакции. Метод квазистационарных концентраций                                               | 2            |
| 3         | 2         | Три предела воспламенения водорода                                                                              | 2            |
| 4         | 3         | Диффузионная и кинетическая области гетерогенной реакции                                                        | 2            |
| 5         | 4         | Методы расчета теплового эффекта химической реакции                                                             | 2            |
| 6         | 5         | Стационарная теория теплового взрыва Н.Н. Семенова. Стационарная теория теплового взрыва Д.А.Франк-Каменецкого. | 2            |
| 7         | 5         | Нестационарная теория теплового взрыва в адиабатической и неадиабатической системах.                            | 2            |
| 8         | 5         | Обобщенный анализ задачи о тепловом взрыве. Теория теплового взрыва в случае автокаталитических реакций.        | 2            |
| 9         | 6         | Зажигание К-вещества нагретой пластиной. Зажигание К-вещества лучистой энергией.                                | 2            |
| 10        | 6         | Зажигание тонкой пластины накаливаемым телом                                                                    | 2            |
| 11        | 7         | Скорость распространения пламени в газе                                                                         | 2            |
| 12        | 8         | Скорость распространения пламени в К-веществе                                                                   | 2            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                     |                                                                            |         |              |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                         | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену              | ПУМД: осн. 1; ЭУМД: осн. 1, доп. 1.                                        | 8       | 12           |
| Подготовка к устному опросу        | ПУМД: осн. 1; ЭУМД: осн. 1, доп. 1.                                        | 8       | 19,5         |
| Подготовка к практическим занятиям | ПУМД: осн. 1; ЭУМД: осн. 1, доп. 1.                                        | 8       | 30           |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № | Се- | Вид | Название | Вес | Макс. | Порядок начисления баллов | Учи- |
|---|-----|-----|----------|-----|-------|---------------------------|------|
|---|-----|-----|----------|-----|-------|---------------------------|------|

| КМ | местр | контроля         | контрольного мероприятия |   | балл |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | тыва-<br>ется в<br>ПА |
|----|-------|------------------|--------------------------|---|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1  | 8     | Текущий контроль | Практическое задание № 1 | 1 | 5    | 5 баллов - задание выполнено верно; 4 балла - задание выполнено верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат; 3 балла - в задании допущены 1-2 ошибки; 2 балла - в задании допущены 3 ошибки; 1 балл - в задании допущено более трёх ошибок; 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                          | экзамен               |
| 2  | 8     | Текущий контроль | Практическое задание № 2 | 1 | 5    | 5 баллов - задание выполнено верно; 4 балла - задание выполнено верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат; 3 балла - в задании допущены 1-2 ошибки; 2 балла - в задании допущены 3 ошибки; 1 балл - в задании допущено более трёх ошибок; 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                          | экзамен               |
| 3  | 8     | Текущий контроль | Практическое задание № 3 | 1 | 5    | 5 баллов - задание выполнено верно; 4 балла - задание выполнено верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат; 3 балла - в задании допущены 1-2 ошибки; 2 балла - в задании допущены 3 ошибки; 1 балл - в задании допущено более трёх ошибок; 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                          | экзамен               |
| 4  | 8     | Текущий контроль | Практическое задание № 4 | 1 | 5    | 5 баллов - задание выполнено верно; 4 балла - задание выполнено верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат; 3 балла - в задании допущены 1-2 ошибки; 2 балла - в задании допущены 3 ошибки; 1 балл - в задании допущено более трёх ошибок; 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                          | экзамен               |
| 5  | 8     | Текущий контроль | Устный опрос № 1         | 1 | 15   | Устный опрос содержит три теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов. | экзамен               |
| 6  | 8     | Текущий контроль | Практическое задание № 5 | 1 | 5    | 5 баллов - задание выполнено верно; 4 балла - задание выполнено верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат; 3 балла - в задании допущены 1-2 ошибки; 2 балла - в задании допущены 3 ошибки; 1 балл - в задании допущено более трёх ошибок; 0 баллов -                                                                                                                                                                                | экзамен               |

|    |   |                          |                          |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
|----|---|--------------------------|--------------------------|---|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                          |                          |   |    | задание не выполнено.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
| 7  | 8 | Текущий контроль         | Практическое задание № 6 | 1 | 5  | 5 баллов - задание выполнено верно; 4 балла - задание выполнено верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат; 3 балла - в задании допущены 1-2 ошибки; 2 балла - в задании допущены 3 ошибки; 1 балл - в задании допущено более трёх ошибок; 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | экзамен |
| 8  | 8 | Текущий контроль         | Практическое задание № 7 | 1 | 5  | 5 баллов - задание выполнено верно; 4 балла - задание выполнено верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат; 3 балла - в задании допущены 1-2 ошибки; 2 балла - в задании допущены 3 ошибки; 1 балл - в задании допущено более трёх ошибок; 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | экзамен |
| 9  | 8 | Текущий контроль         | Устный опрос № 2         | 1 | 15 | Устный опрос содержит три теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                            | экзамен |
| 10 | 8 | Промежуточная аттестация | Экзамен                  | - | 15 | Студенту выдается билет, содержащий 3 теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - студент безошибочно ответил на вопрос, демонстрирует системные и достаточно глубокие знания, владеет необходимой терминологией; 4 балла - студент в полном объеме ответил на вопрос, допущены незначительные неточности; 3 балла - студент дал неполный ответ на вопрос, но в ходе собеседования ответил на дополнительные вопросы по билету; 2 балла - студент дал неполный ответ на вопрос, в ходе собеседования не ответил на дополнительные вопросы по билету; 1 балл - в ответах студент допустил ошибки и не смог их исправить в ходе собеседования; 0 баллов - ответ отсутствует. | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|-------------------|----------------------|---------------------|
|-------------------|----------------------|---------------------|

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                         |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| аттестации |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                         |
| экзамен    | Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине проводится на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Прохождение всех контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно. Если студент желает повысить свой рейтинг, то он проходит мероприятие промежуточной аттестации. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена в виде устного опроса. Студенту выдается билет, содержащий 3 теоретических вопроса из разных тем курса. На подготовку дается 1 час, после чего проводится собеседование. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                      | № КМ |    |    |    |   |    |    |    |    |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
|             |                                                                                                                          | 1    | 2  | 3  | 4  | 5 | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| ПК-9        | Знает: основные понятия и законы теории горения                                                                          |      |    |    |    | + |    |    |    | ++ |    |
| ПК-9        | Умеет: корректно ставить прикладные задачи теории горения, обоснованно выбирать методы решения и анализировать результат |      | ++ | ++ | ++ |   | ++ | ++ | ++ |    | +  |
| ПК-9        | Имеет практический опыт: решения задач математической теории горения                                                     | +    | +  | +  | +  | + | +  | +  | +  | +  | +  |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Рябинин, В. К. Математическая теория горения Текст курс лекций В. К. Рябинин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Вычисл. механика сплошных сред ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 440 с. ил., фот.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Физика Горения и Взрыва
2. Доклады Российской Академии Наук
3. Combustion and Flame

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Организация и методическое сопровождение самостоятельной работы студентов: методические указания.

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Организация и методическое сопровождение самостоятельной работы студентов: методические указания.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Гельфанд, Б. Е. Водород: параметры горения и взрыва / Б. Е. Гельфанд, О. Е. Попов, Б. Б. Чайванов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 288 с.<br><a href="http://e.lanbook.com/book/2680">http://e.lanbook.com/book/2680</a>                                                             |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Штейнберг, А. С. Быстрые реакции в энергоемких системах: высокотемпературное разложение ракетных топлив и взрывчатых веществ : монография / А. С. Штейнберг. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 208 с.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/2706">https://e.lanbook.com/book/2706</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)
4. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 708a<br>(1) | мультимедийное оборудование                                                                                                                      |
| Практические занятия и семинары | 707<br>(1)  | компьютерный класс с пакетом MATLAB                                                                                                              |