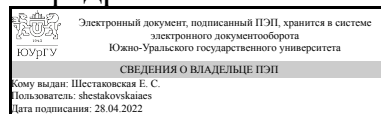


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



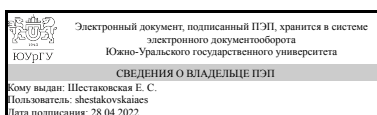
Е. С. Шестаковская

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.11.01 Основы теории горения  
**для направления** 01.03.03 Механика и математическое моделирование  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Механика и математическое моделирование жидкости, газа и плазмы  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Вычислительная механика

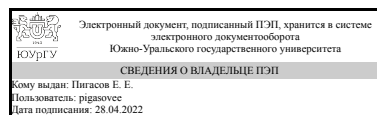
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 10

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-1 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., 84,5 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>                                                 | 84          | 84                         |
| Лекции (Л)                                                                 | 56          | 56                         |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 28          | 28                         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 49,5        | 49,5                       |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0           |                            |
| Подготовка к экзамену                                                      | 10          | 10                         |
| Подготовка к практическим занятиям                                         | 25          | 25                         |
| Подготовка к устному опросу                                                | 14,5        | 14,5                       |
| 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                       | 20                                        | 12 | 8  | 0  |
| 3         | Введение в макроскопическую кинетику             | 6                                         | 4  | 2  | 0  |
| 4         | Введение в химическую термодинамику и термохимию | 6                                         | 4  | 2  | 0  |
| 5         | Теория воспламенения                             | 20                                        | 12 | 8  | 0  |
| 6         | Теория зажигания                                 | 14                                        | 10 | 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 равновесия. Подвижность состояния равновесия химической реакции.                                                                | 2 |
| 4     | 2 | Формальная кинетика простых и сложных реакций. Реакции первого, второго и третьего порядка и их кинетические закономерности. Общие методы определения порядка реакции. Кинетика поверхностных реакций. Метод квазистационарных концентраций.                          | 2 |
| 5     | 2 | Каталитические реакции. Автокаталитические реакции. Цепные реакции. Неразветвленные цепные реакции, реакция хлорирования водорода.                                                                                                                                    | 2 |
| 6     | 2 | Разветвленные цепные реакции, реакция окисления водорода. Цепное воспламенение.                                                                                                                                                                                       | 2 |
| 7     | 2 | Три предела воспламенения водорода и их механизмы. Цепные реакции с энергетическим разветвлением цепей, реакция фторирования водорода.                                                                                                                                | 2 |
| 8     | 3 | 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 |
| 9     | 3 | Диффузионная кинетика гетерогенных реакций. Реакция первого порядка. Сложение сопротивлений. Диффузионная и кинетическая области гетерогенной реакции.                                                                                                                | 2 |
| 10-11 | 4 | Введение в химическую термодинамику и термохимию. Тепловой эффект реакции. Закон Гесса и его следствия. Методы расчета теплового эффекта.                                                                                                                             | 4 |
| 12    | 5 | Математическая постановка задач в теории воспламенения. Преобразование Франк-Каменецкого. Методы обезразмеривания уравнений теории воспламенения. Критерии подобия теории воспламенения.                                                                              | 2 |
| 13    | 5 | Теория теплового самовоспламенения Н.Н. Семенова                                                                                                                                                                                                                      | 2 |
| 14    | 5 | Стационарная теория теплового воспламенения Д.А. Франк-Каменецкого. Аналитическое решение для плоского слоя и цилиндра. Сопоставление с результатами численного анализа.                                                                                              | 2 |
| 15    | 5 | Краевая задача теории теплового воспламенения. Адиабатический тепловой взрыв.                                                                                                                                                                                         | 2 |
| 16    | 5 | Нестационарная теория теплового воспламенения.                                                                                                                                                                                                                        | 2 |
| 17    | 5 | Численный анализ задачи о тепловом взрыве.                                                                                                                                                                                                                            | 2 |
| 18    | 6 | Несимметричное воспламенение в плоской щели. Задача о переходе от воспламенения к зажиганию.                                                                                                                                                                          | 2 |
| 19    | 6 | Методы зажигания. Математическая постановка задач теории зажигания. Граничные условия и их физическая интерпретация. Обезразмеривание системы уравнений теории зажигания. Условия зажигания                                                                           | 2 |
| 20    | 6 | Зажигание накаливаемой поверхностью (г. у. I рода). Стационарная теория зажигания Я.Б. Зельдовича. Нестационарная теория с точки зрения пограничного слоя.                                                                                                            | 2 |
| 21    | 6 | Результаты численного анализа задачи о зажигании накаливаемой поверхностью в импульсной постановке. Учет выгорания реагентов. Зажигание тонкой пластины горячим телом при продолжительном действии источника тепла.                                                   | 2 |
| 22    | 6 | Физические основы адиабатического метода. Зажигание К-вещества лучистой энергией (граничные условия II рода)                                                                                                                                                          | 2 |
| 23    | 7 | Экспериментальные методы исследования скорости горения. Зависимость скорости горения вещества от параметров среды. Понятие о медленном горении, детонации и нормальной скорости горения.                                                                              | 2 |
| 24    | 7 | Постановка задач в теории теплодиффузионного распространения пламени. Стационарные режимы распространения пламени. Подобие температур и концентраций в пламени. Введение безразмерных переменных.                                                                     | 2 |

|       |   |                                                                                                                                                                                            |   |
|-------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|       |   | Формулировка задачи о распространении пламени как задачи о собственном значении.                                                                                                           |   |
| 25    | 7 | Формула для скорости распространения пламени в газе. Метод Зельдовича - Франк-Каменецкого. Зависимость скорости горения от параметров среды. Понятие о пределах распространения пламени.   | 2 |
| 26-27 | 8 | Общее понятие о скорости распространения стационарного пламени в конденсированной фазе. Экспериментальные данные по горению баллистических порохов в широком диапазоне изменения давлений. | 3 |
| 27-28 | 8 | Теория горения летучих взрывчатых веществ и порохов Беляева-Зельдовича.                                                                                                                    | 3 |

## 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         | Исследование кинетики автокаталитических реакций                                                                 | 2            |
| 4         | 2         | Три предела воспламенения водорода                                                                               | 2            |
| 5         | 3         | Диффузионная и кинетическая области гетерогенной реакции                                                         | 2            |
| 6         | 4         | Методы расчета теплового эффекта химической реакции                                                              | 2            |
| 7         | 5         | Стационарная теория теплового взрыва Н.Н. Семенова. Стационарная теория теплового взрыва Д.А. Франк-Каменецкого. | 2            |
| 8         | 5         | Нестационарная теория теплового взрыва в адиабатической системе.                                                 | 2            |
| 9         | 5         | Нестационарная теория теплового взрыва в неадиабатической системе.                                               | 2            |
| 10        | 5         | Обобщенный анализ задачи о тепловом взрыве. Теория теплового взрыва в случае автокаталитических реакций.         | 2            |
| 11        | 6         | Зажигание К-вещества нагретой пластиной. Зажигание К-вещества лучистой энергией.                                 | 2            |
| 12        | 6         | Зажигание тонкой пластины накаливаемым телом                                                                     | 2            |
| 13        | 7         | Скорость распространения пламени в газе                                                                          | 2            |
| 14        | 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       | 10           |
| Подготовка к практическим занятиям | ПУМД: осн. 1; ЭУМД: осн. 1, доп. 1.                                        | 8       | 25           |
| Подготовка к устному опросу        | ПУМД: осн. 1; ЭУМД: осн. 1, доп. 1.                                        | 8       | 14,5         |

## 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)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Учитывается в 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 - задание не выполнено.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | экзамен |
| 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 | экзамен |

|  |  |  |  |  |              |  |
|--|--|--|--|--|--------------|--|
|  |  |  |  |  | отсутствует. |  |
|--|--|--|--|--|--------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 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-1        | Знает: основные понятия и законы теории горения                                                                          |      |    |    |    | + |    |    |   | ++ |    |
| ПК-1        | Умеет: корректно ставить прикладные задачи теории горения, обоснованно выбирать методы решения и анализировать результат | ++   | ++ | ++ | ++ |   | ++ | ++ |   |    | +  |
| ПК-1        | 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 |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 707<br>(1)  | компьютерный класс с пакетом MATLAB                                                                                                              |
| Лекции                          | 708a<br>(1) | мультимедийное оборудование                                                                                                                      |