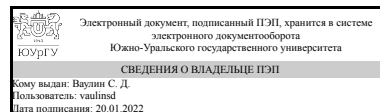


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



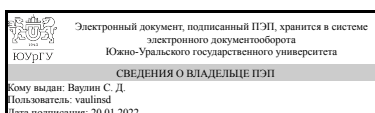
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.40 Проектирование ракетных двигателей на твердом топливе  
**для специальности** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
**уровень** Специалитет  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Двигатели летательных аппаратов

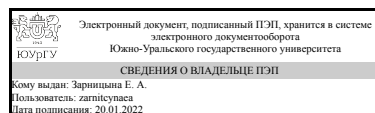
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

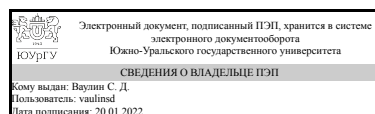
Разработчик программы,  
старший преподаватель



Е. А. Зарницына

СОГЛАСОВАНО

Руководитель специальности  
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

## 1. Цели и задачи дисциплины

### Краткое содержание дисциплины

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                            | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 Проектирование, конструирование и расчет двигательных установок летательных аппаратов, в том числе космических, и их составных частей, включая утилизацию жидкостного ракетного двигателя | Знает: основы проектирования, конструктивные схемы и характеристики рабочего процесса ракетных двигателей на твердом топливе; условия эксплуатации и технического обслуживания ракетных двигателей на твердом топливе, о тенденциях создания принципиально новых материалов и технологических процессов для изготовления ответственных элементов ракетных двигателей на твердом топливе<br>Умеет: использовать методы анализа влияния параметров рабочего процесса на эффективность термодинамического цикла ракетных двигателей на твердом топливе<br>Имеет практический опыт: термодинамического и газодинамического расчетов продуктов сгорания твердого топлива, расчета внутренней баллистики двигателя твердого топлива, расчета теплозащитного покрытия; изучения конструкций ракет с двигателями твердого топлива |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                    |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1.О.41 Конструирование летательных аппаратов                  | Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр) |

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

| Дисциплина                                   | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.41 Конструирование летательных аппаратов | Знает: конструкцию, работу и процессы, происходящие в летательных аппаратах<br>Умеет: выбирать требуемые расчетные схемы для решения задач проектирования летательных аппаратов<br>Имеет практический опыт: методами анализа и синтеза, подходами инженерных основ создания летательных аппаратов |

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 9                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 48          | 48                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 16          | 16                                 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 51,5        | 51,5                               |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0           |                                    |
| Проработка лекционного материала                                           | 30          | 30                                 |
| Подготовка к контрольным точкам                                            | 21,5        | 21.5                               |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5         | 8,5                                |
| 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                                                                              | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Термогазодинамические и энергетические основы рабочего процесса в РДТТ                | 6                                         | 6 | 0  | 0  |
| 3         | Основы проектирования, расчет основных характеристик и конструктивных параметров РДТТ | 40                                        | 8 | 16 | 16 |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Принцип действия и особенности РДТТ. Конструкции с вкладным и скрепленным зарядами. История развития. Классификация РДТТ. Конструктивные схемы. Условия эксплуатации и технического обслуживания. Достоинства и недостатки РДТТ. Характеристики камеры сгорания: тяга, удельный импульс тяги, расходный комплекс и характеристическая скорость, тяговый комплекс, полный импульс тяги мощность. Взаимосвязь параметров ЛА и РДТТ. Постановка задачи проектирования РДТТ. | 2            |
| 2        | 2         | Твердые топлива: основные требования к твердым топливам, гомогенные топлива, нитраминные топлива, гетерогенные (смесевые) топлива, модифицированные топлива. Эксплуатационные характеристики твердых топлив. Технология изготовления. Виды зарядов твердого топлива                                                                                                                                                                                                      | 2            |
| 3        | 2         | Организация рабочего процесса в ДТТ: горение твердого топлива. Механизм горения: стационарное горение гомогенных топлив, нитраминных топлив, смесевых топлив. Горение металлов. Зависимость скорость горения от различных факторов: давления, начальной температуры, ускорения, скорости                                                                                                                                                                                 | 2            |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |
|----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | обдува. Эрозионное горение.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |
| 4  | 2 | Нестационарное горение: нестабильное горение, неустойчивость горения, механизм воспламенения ТТ, механизмы горения ТТ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1 |
| 5  | 2 | РДТТ как тепловая машина. Термодинамический цикл РДТТ. Анализ влияния параметров рабочего процесса на эффективность термодинамического цикла РДТТ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1 |
| 6  | 3 | Методика расчета основных проектных параметров и характеристик РДТТ. Термогазодинамический и тепловой расчет. Термодинамический расчет: внутренняя энергия, энтальпия и теплота, теплота сгорания и образования, термодинамические функции и равновесные состояния, исходные данные и допущения, термодинамический расчет при постоянном давлении, термическая диссоциация термодинамический расчет процесса истечения из сопла                                                                                                                       | 2 |
| 7  | 3 | Газодинамический расчет. Потери при работе РДТТ. Основы профилирования сопел РДТТ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2 |
| 8  | 3 | Расчет камеры и заряда твердого топлива: общие сведения и исходные данные, определение потребной массы топлива и закона изменения площади поверхности горения во времени, заряд, горящий с торца, одношашечный заряд, звездообразный заряд, щелевой заряд. Расчет воспламенительного состава: выбор типа и массы, упрощенный метод определения массы воспламенителя. Расчет теплозащитного покрытия: выбор типа ТЗП, расчет толщины теплоизоляционного покрытия, расчет абляционного покрытия. Расчет бронирующего покрытия. Расчет гашения заряда ТТ | 2 |
| 10 | 3 | Конструкции элементов РДТТ: камера сгорания, сопло, соединение элементов камеры сгорания и сопла. Массовые характеристики элементов. Практические рекомендации конструктору. Определение нагрузок, действующих на элементы конструкции. Материалы, используемые в ДТТ и тенденции развития принципиально новых материалов и технологических процессов для изготовления ответственных элементов ДТТ                                                                                                                                                    | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                                                                         | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 3         | Газодинамический расчет                                                                                                                                                                                                                                     | 2            |
| 2         | 3         | Расчет камеры и заряда твердого топлива                                                                                                                                                                                                                     | 3            |
| 3         | 3         | Расчет воспламенительного состава                                                                                                                                                                                                                           | 2            |
| 4         | 3         | Расчет теплозащитного покрытия                                                                                                                                                                                                                              | 1            |
| 5         | 3         | Расчет бронирующего покрытия. Расчет гашения заряда ТТ                                                                                                                                                                                                      | 1            |
| 6         | 3         | Расчет гашения заряда ТТ                                                                                                                                                                                                                                    | 1            |
| 7         | 3         | Прочность расчета типовых конструктивных элементов РДТТ: металлические элементы конструкции, конструктивные элементы из композиционных материалов. Определение запасов прочности. Прочность и устойчивость оболочек камер сгорания РДТТ                     | 4            |
| 8         | 3         | Влияние параметров ДТТ на идеальную скорость ЛА: удельный импульс, коэффициент массы конструкции ДТТ, относительное количество унесенной массы, плотность топлива, коэффициент заполнения камеры топливом. Разброс параметров ДТТ и способы его уменьшения. | 2            |

## 5.3. Лабораторные работы

| № | № | Наименование или краткое содержание лабораторной работы | Кол-во |
|---|---|---------------------------------------------------------|--------|
|---|---|---------------------------------------------------------|--------|

| занятия | раздела |                           | часов |
|---------|---------|---------------------------|-------|
| 1       | 3       | Изучение РДТТ ракеты 9М21 | 4     |
| 2       | 3       | Изучение РДТТ ракеты 4К22 | 4     |
| 3       | 3       | Изучение РДТТ ракеты 3М8  | 4     |
| 4       | 3       | Изучение РДТТ ракеты 3М9  | 4     |

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                   |                                                                                                        |         |              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                       | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                             | Семестр | Кол-во часов |
| Проработка лекционного материала | см. основную и дополнительную литературу                                                               | 9       | 30           |
| Подготовка к контрольным точкам  | см. основную и дополнительную литературу, конспект лекций, материалы практических и лабораторных работ | 9       | 21,5         |

#### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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    | 9        | Текущий контроль | Защита лабораторных работ                                       | 1   | 20         | На защите каждой лабораторной работы студенту задается 5 вопросов. Всего 4 лабораторных работы. Каждый ответ оценивается: 1 балл - правильный ответ, 0, 5 - неполный ответ, 0 баллов - неправильный ответ или нет ответа.                                                                                                                                               | экзамен          |
| 2    | 9        | Текущий контроль | Защита практических работ                                       | 1   | 12         | На защите каждой практической работы студенту задается 3 вопросов. Всего 4 защиты. Каждый ответ оценивается: 1 балл - правильный ответ, 0, 5 - неполный ответ, 0 баллов - неправильный ответ или нет ответа.                                                                                                                                                            | экзамен          |
| 3    | 9        | Текущий контроль | Семестровое задание "Расчет основных проектных параметров РДТТ" | 2   | 4          | Критерий 1: решение поставленной задачи. 3 балла – ход решения верный, получен верный ответ; 2 балла – не получен верный ответ, частичное применение несоответствующих формул; 1 – частично приведены формулы, касающиеся решения поставленной задачи.<br>Критерий 2: пояснительная записка. 1 балла - ПЗ выполнена в соответствии с ЕСКД, 0 баллов - ПЗ не выполнена в | экзамен          |

|   |   |                          |         |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |
|---|---|--------------------------|---------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |         |   |   | соответствии с ЕСКД                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |
| 4 | 9 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 8 | <p>В билете 2 вопроса.</p> <p>Каждый вопрос оценивается: 4 балла - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы.</p> <p>3 балла - ответ построен логически верно; представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование недостаточно полно; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, однако наблюдается непоследовательность анализа; выводы правильны; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы.</p> <p>2 балла - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы.</p> <p>1 балл - не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы.</p> | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                          | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | Экзамен письменный. Студент допускается к экзамену при условии успешного прохождения текущего | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                  |  |
|--|----------------------------------|--|
|  | контроля. Время подготовки 1 час |  |
|--|----------------------------------|--|

### 6.3. Оценочные материалы

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | №<br>КМ |   |   |   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1       | 2 | 3 | 4 |
| ПК-2        | Знает: основы проектирования, конструктивные схемы и характеристики рабочего процесса ракетных двигателей на твердом топливе; условия эксплуатации и технического обслуживания ракетных двигателей на твердом топливе, о тенденциях создания принципиально новых материалов и технологических процессов для изготовления ответственных элементов ракетных двигателей на твердом топливе | +       | + | + | + |
| ПК-2        | Умеет: использовать методы анализа влияния параметров рабочего процесса на эффективность термодинамического цикла ракетных двигателей на твердом топливе                                                                                                                                                                                                                                | +       | + | + | + |
| ПК-2        | Имеет практический опыт: термодинамического и газодинамического расчетов продуктов сгорания твердого топлива, расчета внутренней баллистики двигателя твердого топлива, расчета теплозащитного покрытия; изучения конструкций ракет с двигателями твердого топлива                                                                                                                      | +       | + | + | + |

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Ерохин, Б. Т. Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ Учеб. для втузов Б. Т. Ерохин. - М.: Машиностроение, 1991. - 559 с. ил.
2. Калинин, В. В. Нестационарные процессы и методы проектирования узлов РДТТ. - М.: Машиностроение, 1986. - 215 с. ил.
3. Липанов, А. М. Проектирование ракетных двигателей твердого топлива Учеб. для вузов по направлению "Авиац. и ракет.-космич. техника" и спец. "Двигатели и энерг. установки космич. техники", "Авиац. и ракет.-космич. теплотехника А. М. Липанов, А. В. Алиев. - М.: Машиностроение, 1995. - 399 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Реферативный журнал. Авиационные и ракетные двигатели. 34. [Текст] предм. указ. Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ РАН) реферативный журнал. - М.: ВИНТИ, 1964-1995

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

1. нет

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

1. нет

## Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Шевченко, Г. Ю. Устройство и работа ракетного двигателя на твердом топливе : учебное пособие / Г. Ю. Шевченко, М. Г. Лукишин. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. — 74 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/195208">https://e.lanbook.com/book/195208</a>                                                                                                                                                                                                         |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Кодолов, В. И. Композиционные полимерные материалы в ракетных двигателях твердого топлива : учебное пособие для вузов / В. И. Кодолов, В. В. Кодолова-Чухонцева, М. Р. Королева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/197462">https://e.lanbook.com/book/197462</a>                                                                                                                                                                               |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Евграшин, Ю. Б. Проектирование и отработка ракетных двигателей на твердом топливе : учебное пособие / Ю. Б. Евграшин. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 354 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/160384">https://e.lanbook.com/book/160384</a>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Твердотопливные регулируемые двигательные установки / Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев, А. А. Дорофеев. — Москва : Машиностроение, 2011. — 776 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/3311">https://e.lanbook.com/book/3311</a>                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Волков, В. Т. Исследование и стендовая отработка ракетных двигателей на твердом топливе : монография / В. Т. Волков, Д. А. Ягодников. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2007. — 296 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/106287">https://e.lanbook.com/book/106287</a>                                                                                                                                                                                                                       |
| 6 | Основная литература       | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Ракетные двигатели на твердом топливе : термогазодинамические и энергетические основы рабочего процесса [Текст] : учеб. пособие для бакалавров специальности "Проектирование авиац. и ракет. двигателей" и др. / С. Д. Ваулин, Е. А. Зарницына, Е. В. Сафонов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Двигатели летат. аппаратов ; ЮУрГУ. Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2019 <a href="http://lib.susu.ru/">http://lib.susu.ru/</a>                                                           |
| 7 | Основная литература       | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Ракетные двигатели на твердом топливе : основы проектирования, расчет основных характеристик и конструктивных параметров РДТТ [Текст : непосредственный] : учеб. пособие по специальности "Проектирование авиац. и ракет. двигателей" и др. (бакалавриат и магистратура) / С. Д. Ваулин, Е. А. Зарницына, Е. В. Сафонов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Двигатели летат. аппаратов ; ЮУрГУ. Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2019 <a href="http://lib.susu.ru/">http://lib.susu.ru/</a> |
| 8 | Основная литература       | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Ракетные двигатели на твердом топливе : математическое моделирование рабочих процессов в РДТТ [Текст : непосредственный] : учеб. пособие по специальности "Проектирование авиац. и ракет. двигателей" и др. (бакалавриат и магистратура) / С. Д. Ваулин, Е. А. Зарницына, Е. В. Сафонов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф.                                                                                                                                                                       |

|   |                     |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|---------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                     |                           | Двигатели летат. аппаратов ; ЮУрГУ. Челябинск :<br>Издательский Центр ЮУрГУ , 2019 <a href="http://lib.susu.ru/">http://lib.susu.ru/</a>                                                                                                                                                                                                                              |
| 9 | Основная литература | Электронный каталог ЮУрГУ | Ракетные двигатели на твердом топливе : общие сведения [Текст] : учеб. пособие по специальности "Проектирование авиац. и ракет. двигателей" и др. / С. Д. Ваулин, Е. А. Зарницына, Е. В. Сафонов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Двигатели летат. аппаратов ; ЮУрГУ. Челябинск :<br>Издательский Центр ЮУрГУ , 2019 <a href="http://lib.susu.ru/">http://lib.susu.ru/</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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 | 100<br>(2в) | натурные образцы учебной лаборатории "Аэрокосмические технологии", калькулятор                                                                   |
| Лабораторные занятия            | 100<br>(2в) | натурные образцы учебной лаборатории "Аэрокосмические технологии"                                                                                |
| Лекции                          | 100<br>(2в) | не требуется                                                                                                                                     |