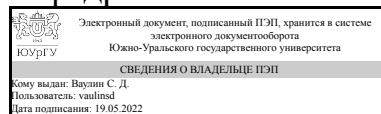


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



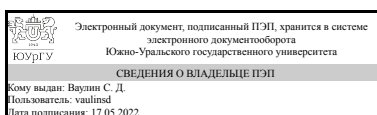
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С1.02 Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей  
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
уровень Специалитет  
специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

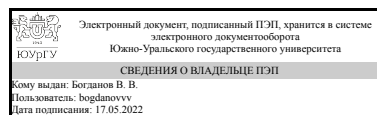
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

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



С. Д. Ваулин

Разработчик программы,  
старший преподаватель



В. В. Богданов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков в области теории, расчета и проектирования жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). Задачи дисциплины: - освоение категорийного-понятийного аппарата дисциплины; - изучение основных методов расчета основных узлов и агрегатов ЖРД; - выявление и систематизация основных принципов проектирования узлов и агрегатов ЖРД; - формирование системы научно-практических знаний о методах, законах и основных тенденциях расчета и проектирования ЖРД.

## Краткое содержание дисциплины

Введение Основы рабочего процесса в жидкостных ракетных двигателях Теловой расчет двигателя Сопла ЖРД Организация рабочего процесса и характеристики камер сгорания Физическое и математическое моделирование процессов Расчет основных конструктивных параметров и характеристик ЖРД Запуск и останов двигателя Пульсации в ЖРД Регулирование работы ЖРД Особенности космических ЖРДМТ

## 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: теоретические основы и расчетные методики по проектированию жидкостных ракетных двигателей (ЖРД); основные виды жидкостных ракетных топлив; основные характеристики рабочих процессов в ЖРД; виды ЖРДУ и их назначение в составе ЛА; принципы регулирования ЖРД<br>Умеет: рассчитывать основные характеристики ЖРД и ЖРДУ, их узлов и агрегатов; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ<br>Имеет практический опыт: расчета ЖРД и математического моделирования ЖРД и ЖРДУ, их узлов и агрегатов |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | Конструирование жидкостных ракетных двигательных установок,<br>Энергодвигательные установки космических летательных аппаратов,<br>Проектирование ракетных двигателей на твердом топливе,<br>Утилизация жидкостных ракетных двигателей,<br>Конструирование летательных аппаратов, |

|  |                                                                                                             |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Двигательные установки космических летательных аппаратов,<br>Конструирование жидкостных ракетных двигателей |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч., 146,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |         |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|---------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |         |
|                                                                            |             | 6                                  | 7       |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 288         | 144                                | 144     |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 128         | 64                                 | 64      |
| Лекции (Л)                                                                 | 64          | 32                                 | 32      |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 64          | 32                                 | 32      |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  | 0       |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 141,25      | 71,75                              | 69,5    |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0           |                                    |         |
| Подготовка к промежуточной аттестации                                      | 81,75       | 46,75                              | 35      |
| Проработка лекционного материала                                           | 59,5        | 25                                 | 34,5    |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 18,75       | 8,25                               | 10,5    |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              | 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         | Общие сведения о ЖРД                                          | 6                                         | 2  | 4  | 0  |
| 3         | Тепловой расчет ЖРД                                           | 24                                        | 12 | 12 | 0  |
| 4         | Сопла ЖРД                                                     | 10                                        | 4  | 6  | 0  |
| 5         | Организация рабочего процесса и характеристики камер ДЖТ      | 14                                        | 6  | 8  | 0  |
| 6         | Расчет основных конструктивных параметров и характеристик ЖРД | 26                                        | 10 | 16 | 0  |
| 7         | Физическое и математическое моделирование процессов в ЖРД     | 28                                        | 12 | 16 | 0  |

|    |                               |   |   |   |   |
|----|-------------------------------|---|---|---|---|
| 8  | Запуск и останов ЖРД          | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 9  | Пульсации в ЖРД               | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 10 | Регулирование работы ЖРД      | 6 | 6 | 0 | 0 |
| 11 | Особенности космических ЖРДМТ | 8 | 6 | 2 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия         | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Краткий исторический очерк                                      | 1            |
| 2        | 1         | Место дисциплины при подготовке специалиста                     | 1            |
| 3        | 2         | Общие сведения о ЖРД                                            | 0,5          |
| 4        | 2         | Термогазодинамические и энергетические основы рабочего процесса | 0,5          |
| 5        | 2         | Ускорение потока и преобразование энергии                       | 0,5          |
| 6        | 2         | Тяга ЖРД                                                        | 0,5          |
| 7        | 3         | Газодинамический расчет камеры                                  | 6            |
| 8        | 3         | Потери в камере сгорания                                        | 6            |
| 9        | 4         | Сопла ракетных двигателей. Общие положения                      | 1            |
| 10       | 4         | Особенности течения потока в докритической части сопла          | 1,5          |
| 11       | 4         | Особенности течения в сверхзвуковой части сопла                 | 1,5          |
| 12       | 5         | Распыливание и смесеобразование компонентов топлива             | 2            |
| 13       | 5         | Испарение распыленного топлива                                  | 2            |
| 14       | 5         | Воспламенение и сгорание топлива                                | 2            |
| 15       | 6         | Гидравлический расчет тракта охлаждения                         | 2            |
| 16       | 6         | Организация тепловой защиты камеры                              | 2            |
| 17       | 6         | Определение конвективных и лучистых тепловых потоков            | 2            |
| 18       | 6         | Теплоотдача в охлаждающем тракте                                | 2            |
| 19       | 6         | Характеристики ЖРД                                              | 2            |
| 20       | 7         | Основные уравнения для описания рабочего процесса               | 6            |
| 21       | 7         | Физическое и математическое моделирование процессов в двигателе | 6            |
| 22       | 8         | Запуск двигателя                                                | 1            |
| 23       | 8         | Останов двигателя                                               | 1            |
| 24       | 9         | Пульсации в ЖРД и меры их подавления                            | 2            |
| 25       | 10        | Регулирование работы ЖРД                                        | 6            |
| 26       | 11        | Особенности ЖРДМТ и ДУ с ЖРДМТ                                  | 6            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Тяга ЖРД                                                                                                              | 4            |
| 2         | 3         | Тепловой расчет ЖРД. Газодинамический расчет идеальной камеры                                                         | 6            |
| 3         | 3         | Тепловой расчет ЖРД. Определение импульсных потерь в сопловом тракте. Газодинамический расчет реальной камеры         | 6            |
| 4         | 4         | Построение профиля докритической и закритической части камеры ЖРД. Изменение рабочих параметров потока по длине сопла | 6            |
| 5         | 5         | Расчет жидкостный струйных форсунок (с пересечением и без пересечения струй)                                          | 1            |
| 6         | 5         | Расчет центробежных форсунок (тангенциальных и шнекоцентробежных)                                                     | 2            |

|    |    |                                                                                         |   |
|----|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 7  | 5  | Расчет двухкомпонентных форсунок                                                        | 2 |
| 8  | 5  | Расчет газовых форсунок                                                                 | 1 |
| 9  | 5  | Компоновочный расчет головки                                                            | 2 |
| 10 | 6  | Расчет конвективных тепловых потоков                                                    | 4 |
| 11 | 6  | Расчет лучистых тепловых потоков                                                        | 4 |
| 12 | 6  | Гидравлический расчет тракта охлаждения камеры                                          | 4 |
| 13 | 6  | Методика расчета охлаждения камеры двигателя                                            | 4 |
| 14 | 7  | Постановка задачи математического моделирования процессов в узлах ЖРД с применением ЭВМ | 4 |
| 15 | 7  | Моделирование дозвукового течения в каналах ЖРД                                         | 4 |
| 16 | 7  | Моделирование сверхзвукового течения в каналах ЖРД                                      | 4 |
| 17 | 7  | Моделирование двухфазного течения в распылительных устройствах ЖРД                      | 4 |
| 18 | 11 | Характерные особенности космических ДУ с ЖРД МТ                                         | 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 промежуточной аттестации | См. учебно-методические материалы в электронном виде, пункты 1, 2, 3       | 7       | 35           |
| Проработка лекционного материала      | См. учебно-методические материалы в электронном виде, пункты 1, 2, 3       | 6       | 25           |
| Подготовка к промежуточной аттестации | См. учебно-методические материалы в электронном виде, пункты 1, 2, 3       | 6       | 46,75        |
| Проработка лекционного материала      | См. учебно-методические материалы в электронном виде, пункты 1, 2, 3       | 7       | 34,5         |

## 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    | 6        | Текущий контроль | КТ1: Газодинамический расчёт жидкостного ракетного двигателя | 1   | 100        | Ответ предоставляется в письменном виде (допускается использование файла электронной таблицы) с использованием "Электронного ЮУрГУ" и | зачет            |

|   |   |                  |                                                                                    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|---|---|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                                                                                    |   | <p>оценивается по критериям полноты и правильности. Согласно качеству ответа обучающемуся выставляется рейтинг.</p> <p>Обучающийся получает 100 баллов в случае, если: ход решения чётко изложен, использованы верные формулы, получен верный ответ. За ошибки балл уменьшается согласно приведённому списку:</p> <p>а) допущены ошибки в расчёте -- минус 5 баллов;</p> <p>б) отсутствуют пояснения хода расчёта -- минус 10 баллов;</p> <p>в) использованы неверные формулы (формулы имеют ошибки в переменных) -- минус 15 баллов;</p> <p>г) использованы неверные формулы (использованные формулы не соответствуют постановке задачи) -- минус 30 баллов;</p> <p>д) ответ представлен с опозданием относительно срока сдачи -- минус 10 баллов.</p> <p>В случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов.</p>                                                                    |       |
| 2 | 6 | Текущий контроль | <p>КТ2:</p> <p>Профилирование соплового тракта жидкостного ракетного двигателя</p> | 1 | 100 <p>Ответ предоставляется в письменном виде (допускается использование файла электронной таблицы) с использованием "Электронного ЮУрГУ" и оценивается по критериям полноты и правильности. Согласно качеству ответа обучающемуся выставляется рейтинг.</p> <p>Обучающийся получает 100 баллов в случае, если: ход решения чётко изложен, использованы верные формулы, получен верный ответ. За ошибки балл уменьшается согласно приведённому списку:</p> <p>а) допущены ошибки в расчёте -- минус 5 баллов;</p> <p>б) отсутствуют пояснения хода расчёта -- минус 10 баллов;</p> <p>в) использованы неверные формулы (формулы имеют ошибки в переменных) -- минус 15 баллов;</p> <p>г) использованы неверные формулы (использованные формулы не соответствуют постановке задачи) -- минус 30 баллов;</p> <p>д) ответ представлен с опозданием относительно срока сдачи -- минус 10 баллов.</p> | зачет |

|   |   |                          |                                                                                                     |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |
|---|---|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                                                                                                     |     |     | В случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |
| 3 | 6 | Текущий контроль         | КТ3: Построение графиков параметров рабочего тела в сопловом тракте жидкостного ракетного двигателя | 1   | 100 | <p>Ответ предоставляется в письменном виде (допускается использование файла электронной таблицы) с использованием "Электронного ЮУрГУ" и оценивается по критериям полноты и правильности. Согласно качеству ответа обучающемуся выставляется рейтинг.</p> <p>Обучающийся получает 100 баллов в случае, если: ход решения чётко изложен, использованы верные формулы, получен верный ответ. За ошибки балл уменьшается согласно приведённому списку:</p> <p>а) допущены ошибки в расчёте -- минус 5 баллов;</p> <p>б) отсутствуют пояснения хода расчёта -- минус 10 баллов;</p> <p>в) использованы неверные формулы (формулы имеют ошибки в переменных) -- минус 15 баллов;</p> <p>г) использованы неверные формулы (использованные формулы не соответствуют постановке задачи) -- минус 30 баллов;</p> <p>д) ответ представлен с опозданием относительно срока сдачи -- минус 10 баллов.</p> <p>В случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов.</p> | зачет |
| 4 | 6 | Текущий контроль         | КТ4: Контроль посещаемости занятий дисциплины                                                       | 0,5 | 100 | Рейтинг выставляется автоматически на основании журнала посещаемости "Электронного ЮУрГУ".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | зачет |
| 5 | 6 | Промежуточная аттестация | ПА1: Решение задач                                                                                  | -   | 100 | <p>Результат контроля не может ухудшить итоговый рейтинг по дисциплине.</p> <p>Ответ предоставляется в письменном виде очно, либо с использованием "Электронного ЮУрГУ" и оценивается по критериям полноты и правильности. Согласно качеству ответа обучающемуся выставляется рейтинг. Обучающийся получает 100 баллов в случае, если: ход решения чётко изложен, использованы верные формулы, получен верный ответ. За ошибки балл уменьшается согласно приведённому списку:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | зачет |

|   |   |                  |                                                                                             |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |
|---|---|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                                                                                             |   |     | <p>а) допущены ошибки в расчёте -- минус 5 баллов;</p> <p>б) отсутствуют пояснения хода расчёта -- минус 10 баллов;</p> <p>в) использованы неверные формулы (формулы имеют ошибки в переменных) -- минус 15 баллов;</p> <p>г) использованы неверные формулы (использованные формулы не соответствуют постановке задачи) -- минус 30 баллов.</p> <p>В случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |
| 6 | 7 | Текущий контроль | <p>КТ5:</p> <p>Компоновочный расчёт форсуночной головки жидкостного ракетного двигателя</p> | 1 | 100 | <p>Ответ предоставляется в письменном виде (допускается использование файла электронной таблицы) с использованием "Электронного ЮУрГУ" и оценивается по критериям полноты и правильности. Согласно качеству ответа обучающемуся выставляется рейтинг.</p> <p>Обучающийся получает 100 баллов в случае, если: ход решения чётко изложен, использованы верные формулы, получен верный ответ. За ошибки балл уменьшается согласно приведённому списку:</p> <p>а) допущены ошибки в расчёте -- минус 5 баллов;</p> <p>б) отсутствуют пояснения хода расчёта -- минус 10 баллов;</p> <p>в) использованы неверные формулы (формулы имеют ошибки в переменных) -- минус 15 баллов;</p> <p>г) использованы неверные формулы (использованные формулы не соответствуют постановке задачи) -- минус 30 баллов;</p> <p>д) ответ представлен с опозданием относительно срока сдачи -- минус 10 баллов.</p> <p>В случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов.</p> | экзамен |
| 7 | 7 | Текущий контроль | <p>КТ6: Расчёт форсунки ядра форсуночной головки камеры жидкостного ракетного двигателя</p> | 1 | 100 | <p>Ответ предоставляется в письменном виде (допускается использование файла электронной таблицы) с использованием "Электронного ЮУрГУ" и оценивается по критериям полноты и правильности. Согласно качеству ответа обучающемуся выставляется рейтинг.</p> <p>Обучающийся получает 100 баллов в</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | экзамен |

|   |   |                  |                                                                                                    |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |
|---|---|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                                                                                                    |     |     | <p>случае, если: ход решения чётко изложен, использованы верные формулы, получен верный ответ. За ошибки балл уменьшается согласно приведённому списку:</p> <p>а) допущены ошибки в расчёте -- минус 5 баллов;</p> <p>б) отсутствуют пояснения хода расчёта -- минус 10 баллов;</p> <p>в) использованы неверные формулы (формулы имеют ошибки в переменных) -- минус 15 баллов;</p> <p>г) использованы неверные формулы (использованные формулы не соответствуют постановке задачи) -- минус 30 баллов;</p> <p>д) ответ представлен с опозданием относительно срока сдачи -- минус 10 баллов.</p> <p>В случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
| 8 | 7 | Текущий контроль | КТ7: Расчёт форсунки пристеночного слоя форсуночной головки камеры жидкостного ракетного двигателя | 1   | 100 | <p>Ответ предоставляется в письменном виде (допускается использование файла электронной таблицы) с использованием "Электронного ЮУрГУ" и оценивается по критериям полноты и правильности. Согласно качеству ответа обучающемуся выставляется рейтинг.</p> <p>Обучающийся получает 100 баллов в случае, если: ход решения чётко изложен, использованы верные формулы, получен верный ответ. За ошибки балл уменьшается согласно приведённому списку:</p> <p>а) допущены ошибки в расчёте -- минус 5 баллов;</p> <p>б) отсутствуют пояснения хода расчёта -- минус 10 баллов;</p> <p>в) использованы неверные формулы (формулы имеют ошибки в переменных) -- минус 15 баллов;</p> <p>г) использованы неверные формулы (использованные формулы не соответствуют постановке задачи) -- минус 30 баллов;</p> <p>д) ответ представлен с опозданием относительно срока сдачи -- минус 10 баллов.</p> <p>В случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов.</p> | экзамен |
| 9 | 7 | Текущий контроль | КТ8: Контроль посещаемости                                                                         | 0,5 | 100 | Рейтинг выставляется автоматически на основании журнала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | экзамен |

|    |   |                                  |                                                             |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |
|----|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|---|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                                  | занятий<br>дисциплины                                       |   |     | посещаемости "Электронного<br>ЮУрГУ".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |
| 10 | 7 | Проме-<br>жуточная<br>аттестация | ПА2: Ответ на<br>теоретический<br>вопрос, решение<br>задачи | - | 100 | <p>Ответ предоставляется в письменном виде очно, либо с использованием "Электронного ЮУрГУ" и оценивается по критериям полноты и правильности. Согласно качеству ответа обучающемуся выставляется рейтинг.</p> <p>Итоговый балл за ПА2 высчитывается по формуле <math>B = (0,35 \cdot B_t + 0,65 \cdot B_p)</math>, где B -- результирующий балл ПА2, B<sub>t</sub> -- балл, полученный за ответ на теоретический вопрос (максимум 100 баллов), B<sub>p</sub> -- балл, полученный за ответ (решение) на практическое задание (максимум 100 баллов).</p> <p>Критерии оценивания ответа теоретический вопрос:<br/>Обучающийся получает 100 баллов в случае, если: предоставлен верный ответ на вопрос. Критерии оценивания ответа:<br/>а) обучающийся дал полный, исчерпывающий ответ -- баллы не снимаются;<br/>б) обучающийся затруднился с ответом на одну из частей вопроса -- минус 40 баллов;<br/>в) обучающийся не смог, либо отказался отвечать на вопрос -- минус 100 баллов.</p> <p>Критерии оценивания ответа на практическое задание:<br/>Обучающийся получает 100 баллов в случае, если: ход решения чётко изложен, использованы верные формулы, получен верный ответ. За ошибки балл уменьшается согласно приведённому списку:<br/>а) допущены ошибки в расчёте -- минус 5 баллов;<br/>б) отсутствуют пояснения хода расчёта -- минус 10 баллов;<br/>в) использованы неверные формулы (формулы имеют ошибки в переменных) -- минус 15 баллов;<br/>г) использованы неверные формулы (использованные формулы не соответствуют постановке задачи) -- минус 30 баллов;<br/>д) В случае непредоставления ответа</p> | экзамен |

|  |  |  |  |  |                                                        |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | на практическое задание обучающийся получает 0 баллов. |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Прохождение промежуточной аттестации (ПА1) является необязательным и проводится в случае набора недостаточного количества баллов во время текущего контроля (КТ1 -- КТ4). Прохождение промежуточной аттестации не может снизить итоговый балл обучающегося. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |
| экзамен                      | Прохождение промежуточной аттестации (ПА2) является необязательным и проводится в случае набора недостаточного количества баллов во время текущего контроля (КТ5 -- КТ8). Прохождение промежуточной аттестации не может снизить итоговый балл обучающегося. | 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-2        | Знает: теоретические основы и расчетные методики по проектированию жидкостных ракетных двигателей (ЖРД); основные виды жидкостных ракетных топлив; основные характеристики рабочих процессов в ЖРД; виды ЖРДУ и их назначение в составе ЛА; принципы регулирования ЖРД | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |
| ПК-2        | Умеет: рассчитывать основные характеристики ЖРД и ЖРДУ, их узлов и агрегатов; формулировать задания для расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ                                                                                                                           | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |
| ПК-2        | Имеет практический опыт: расчета ЖРД и математического моделирования ЖРД и ЖРДУ, их узлов и агрегатов                                                                                                                                                                  | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

- Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования Текст учеб. для вузов по направлению "Авиа-и ракетостроение", специальности "Ракет. двигатели" "Двигатели летат. аппаратов" М. В. Добровольский : под ред. Д. А. Ягодникова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 486, [1] с. ил.
- Васильев, А. П. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей Учеб. для авиац. спец. вузов Под ред. В. М. Кудрявцева. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 1983. - 703 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Махин, В. А. Динамика жидкостных ракетных двигателей Текст В. А. Махин, В. Ф. Присняков, Н. П. Белик. - М.: Машиностроение, 1969. - 834 с. ил.
2. Ракетные двигатели Текст Т. М. Мелькумов и др. - М.: Машиностроение, 1976. - 399 с. ил.
3. Алемасов, В. Е. Теория ракетных двигателей Учебник для вузов Под ред. В. П. Глушко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 464 с. ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Нет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Основы теории и проектирования жидкостных ракетных двигателей малой тяги : учебное пособие : в 2 частях / А. Г. Минашин, Б. Б. Петрикевич ; под редакцией Б. Б. Петрикевича. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 2 — 2014. — 45 с. — ISBN 978-5-7038-4015-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/62055">https://e.lanbook.com/book/62055</a> (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Внутрикамерные процессы в жидкостных ракетных двигателях : учебное пособие / Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 101 с. — ISBN 978-5-85546-838-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/63709">https://e.lanbook.com/book/63709</a> (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                                               |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Математические модели механики сплошных сред : учебное пособие / В. К. Андреев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1998-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168854">https://e.lanbook.com/book/168854</a> (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                                                                                                        |

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 | 101<br>(2)  | средства измерения и регистрации расхода, давления и температуры                                                                                 |
| Лекции                          | 244<br>(2)  | средства измерения и регистрации расхода, давления и температуры                                                                                 |
| Лабораторные занятия            | (2)         | лаборатория огневых испытаний                                                                                                                    |
| Лекции                          | 100<br>(2в) | Изделия УЦ РКТ                                                                                                                                   |