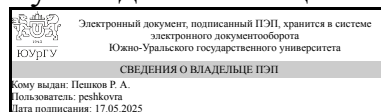


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



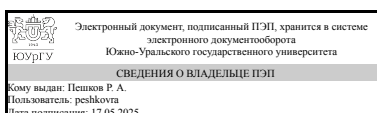
Р. А. Пешков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.37 Проектирование комбинированных реактивных двигателей  
**для специальности** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
**уровень** Специалитет  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Двигатели летательных аппаратов

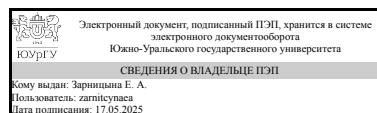
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



Р. А. Пешков

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Е. А. Зарницына

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков в области теории, расчета и проектирования комбинированных реактивных двигателей (КРД). Задачи дисциплины: - освоение категорийного-понятийного аппарата дисциплины; - изучение основных методов расчета основных узлов и агрегатов КРД; - систематизация основных принципов проектирования узлов и агрегатов КРД.

## Краткое содержание дисциплины

Основные конструктивные элементы КРД Проектирование КРПДТ Регулирование тягово-импульсных характеристик КРД Расчет характеристик КРД Испытания КРД

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                           | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Разработка моделей и проведение тепловых, гидравлических, газодинамических и термохимических расчетов при проектировании узлов и агрегатов двигателей летательных аппаратов, включая элементы автоматики | Знает: основные виды жидкостных и твердых топлив; основные характеристики рабочих процессов в комбинированных реактивных двигателях (КРД); теорию и расчетные методики по проектированию КРД; виды КРД и их назначение в составе ЛА; принципы регулирования КРД<br>Умеет: рассчитывать основные характеристики КРД, их узлов и агрегатов; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования КРД<br>Имеет практический опыт: владения понятийным аппаратом в среде КРД; методами проектирования КРД, их узлов и агрегатов с использованием информационных технологий |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                 | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.Ф.04 Химическая кинетика и теория горения ракетных топлив,<br>1.О.35 Автоматика и регулирование авиационных и ракетных двигателей,<br>1.О.34 Проектирование авиационных газотурбинных двигателей,<br>1.Ф.06 Теория и расчет газогенераторов | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина | Требования |
|------------|------------|
|------------|------------|

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.О.35 Автоматика и регулирование авиационных и ракетных двигателей</p> | <p>Знает: законы и принципы автоматического управления и регулирования ракетных двигателей; методы математического описания процессов регулирования в линейных и нелинейных системах; методы исследования устойчивости и качества линейных систем управления; статические и динамические характеристики основных агрегатов и двигательной установки в целом; элементы автоматики, их назначение, принцип действия, методы описания и исследования</p> <p>Умеет: использовать законы линейного управления и регулирования; выбирать методы анализа устойчивости и определения качества регулирования; обосновывать выбор необходимых законов управления двигательной установки и расстановки элементов автоматики пневмогидравлических схем; рассчитывать статические и динамические характеристики узлов и элементов жидкостной двигательной установки</p> <p>Имеет практический опыт: владения методами расчета параметров систем автоматического регулирования, оценки качества и исследования устойчивости двигательных установок и их систем</p> |
| <p>1.Ф.06 Теория и расчет газогенераторов</p>                              | <p>Знает: основные виды жидкостных и твердых топлив; основные характеристики рабочих процессов в газогенераторах; теорию и расчетные методики по проектированию газогенераторов; типы газогенераторов и их назначение в составе ЛА; принципы регулирования газогенераторов</p> <p>Умеет: рассчитывать основные характеристики газогенераторов и их узлов; формулировать задания для расчета и проектирования газогенератора</p> <p>Имеет практический опыт: владения методами проектирования и расчета газогенераторов и их узлов с использованием информационных технологий</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>1.О.34 Проектирование авиационных газотурбинных двигателей</p>          | <p>Знает: историю отечественной и зарубежной авиационной техники, место и вклад выдающихся ведущих инженеров и конструкторов, конструкторских бюро, научно-исследовательских институтов России и мира в области авиационной техники, основные принципы действия и устройства проектируемых изделий; методологию разделения двигателя</p> <p>Умеет: способность собирать и анализировать научно-техническую информацию, учитывать современные тенденции развития и вклад выдающихся инженеров в области отечественной и зарубежной авиационной техники; использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники в профессиональной деятельности, разрабатывать</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                    | <p>рабочую проектную документацию, анализировать и сопоставлять конструктивные и компоновочные схемы проектируемых ГТД</p> <p>Имеет практический опыт: формировать и отстаивать свою гражданскую позицию на основе патриотизма, осознания социальной значимости своей будущей профессии, устойчивой мотивации к профессиональной деятельности, осознавать принадлежность к выдающим научно-педагогическим школам страны и приверженность к корпоративным ценностям отечественной авиационной отрасли, проектирования компоновочных конструктивных и силовых схем основных узлов авиационных ГТД различного типа и назначения; владения методами разработки конструктивных и компоновочных чертежей; выполнения проекторочных расчетов, оценивания ресурса и уровня надежности разрабатываемых в процессе проектирования узлов и деталей, систем и агрегатов авиационных ГТД</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>1.Ф.04 Химическая кинетика и теория горения ракетных топлив</p> | <p>Знает: классификацию применяемых ракетных топлив, степень их опасности и вредного воздействия на организм человека и окружающую среду;</p> <p>эксплуатационные, экономические и экологические требования, предъявляемые к ракетным топливам, методы получения и свойствах, характеристиках и области применения основных жидких ракетных топлив, об основных тенденциях и направлениях разработки перспективных топлив; процессы, протекающие при сгорании топлива; основные законы химической кинетики; основы теории распространения пламени в горючих смесях; основы теории кинетического и диффузионного горения; физико-химические основы определения и методики расчёта состава и параметров недиссоциированных и диссоциированных продуктов сгорания для различных топливных композиций в однородном и гетерогенном составе продуктов сгорания</p> <p>Умеет: правильно подбирать конструкционные материалы и необходимые конструктивные исполнения элементов жидкостных ракетных двигателей для минимизации вероятности возникновения чрезвычайной ситуации и степени её неблагоприятного воздействия на окружающую среду и рабочий персонал, осуществлять выбор компонентов топлива и оптимальной топливной пары; составлять системы уравнений для конкретной топливной пары, определять коэффициенты в камере и на срезе сопла</p> <p>Имеет практический опыт: классификации ракетных</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | топлив, расчета энергетических характеристик топливной пары, экспериментального и расчётно-теоретического анализа процессов горения и использования современных методик определения параметров процессов в агрегатах двигателя |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 10                                 |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 144         | 144                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 64          | 64                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 32          | 32                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 16          | 16                                 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 69,5        | 69,5                               |
| Подготовка к промежуточной аттестации                                      | 29,5        | 29,5                               |
| Проработка лекционного материала                                           | 40          | 40                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 10,5        | 10,5                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                   | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Основные конструктивные элементы КРД              | 22                                        | 8 | 4  | 10 |
| 2         | Проектирование КРД                                | 16                                        | 8 | 8  | 0  |
| 3         | Регулирование тягово-импульских характеристик КРД | 4                                         | 4 | 0  | 0  |
| 4         | Расчет характеристик КРД                          | 18                                        | 8 | 4  | 6  |
| 5         | Испытания КРД                                     | 4                                         | 4 | 0  | 0  |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия            | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Классификация КРД                                                  | 1            |
| 2        | 1         | Схема ЛА с КРД                                                     | 1            |
| 3        | 1         | Конструкции маршевых ступеней КД                                   | 2            |
| 4        | 1         | Конструктивные схемы и конструкции стартово-разгонных ступеней КРД | 1,5          |
| 5        | 1         | Конструкции ГГ с регулируемым расходом                             | 1,5          |

|    |   |                                                                                                                                      |     |
|----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6  | 1 | Переходные устройства                                                                                                                | 1   |
| 7  | 2 | Этапы разработки КРД                                                                                                                 | 0,5 |
| 8  | 2 | Требования к КРД при проектировании                                                                                                  | 0,5 |
| 9  | 2 | Формирование основных исходных данных                                                                                                | 0,5 |
| 10 | 2 | Термодинамический расчет топлива стартово-разгонной и маршевой ступеней КРД                                                          | 2   |
| 11 | 2 | Расчет равновесных термодинамических характеристик продуктов сгорания ТТ                                                             | 2   |
| 12 | 2 | Распределение массы заряда ТТ по ступеням и геометрические параметры КРД                                                             | 0,5 |
| 13 | 2 | Расчет характеристик ГГ маршевых ступеней КРД                                                                                        | 2   |
| 14 | 3 | Высотно-скоростные и тягово-экономические характеристик КРД                                                                          | 2   |
| 15 | 3 | Выбор параметров регулирования расхода топлива и законов управления полетом ракеты                                                   | 2   |
| 16 | 4 | Расчет характеристик ВЗУ и сопел                                                                                                     | 4   |
| 17 | 4 | Расчет аэродинамического нагрева КРД                                                                                                 | 4   |
| 18 | 5 | Виды испытаний, испытаний ВЗУ в аэродинамической трубе, определение в аэродинамической трубе характеристик внешнего обтекания ракеты | 1,5 |
| 19 | 5 | Испытания двигателя на стенде с присоединенным трубопроводом подачи горячего воздуха                                                 | 1,5 |
| 20 | 5 | Летные испытания КДУ в составе ракеты                                                                                                | 1   |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Термодинамические циклы идеальных ВРД и ПРД. Расчет удельных характеристик                         | 2            |
| 2         | 1         | Выбор типов и режимов работы конструктивных элементов КРД: воздухозаборник, камера сгорания, сопло | 2            |
| 3         | 2         | Проектирование стартового РДТТ                                                                     | 4            |
| 4         | 2         | Проектирование воздухозаборного устройства маршевого КРД                                           | 4            |
| 5         | 4         | Моделирование внутрибаллистических процессов стартового РДТТ                                       | 2            |
| 6         | 4         | Моделирование газодинамической картины течения в воздухозаборном устройстве маршевого КРД          | 2            |

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы                                                                               | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Виды КРД                                                                                                                              | 2            |
| 2         | 1         | Конструкция воздухозаборного устройства с изоэнтропным контуром образующей поверхности предварительного сжатия на примере изделия 3М8 | 2            |
| 3         | 1         | Конструкция многоканального воздухозаборного устройства на примере изделия 3М9                                                        | 2            |
| 4         | 1         | Конструкция газогенератора и маршевой камеры сгорания КРД на примере изделия 3М9                                                      | 2            |
| 5         | 1         | Конструкция стартового РДТТ и соплового блока КРД на примере изделия 3М9                                                              | 2            |

|   |   |                                                                                                                                                                |   |
|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 6 | 4 | Применение программного пакета вычислительной гидро-газодинамики при моделировании внутрибаллистических процессов стартового РДТТ                              | 3 |
| 7 | 4 | Применение программного пакета вычислительной гидро-газодинамики при моделировании газодинамической картины течения в воздухозаборном устройстве маршевого КРД | 3 |

#### 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. основную и дополнительную литературу                                   | 10      | 29,5         |
| Проработка лекционного материала      | См. основную и дополнительную литературу                                   | 10      | 40           |

#### 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    | 10       | Текущий контроль | КТ1: Расчёт и математическое моделирование внутрибаллистических процессов стартового РДТТ | 1   | 100        | <p>Ответ предоставляется в письменном виде в форме пояснительной записки и приложения, содержащего результаты математического моделирования.</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</p> | экзамен          |

|   |    |                  |                                                                            |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
|---|----|------------------|----------------------------------------------------------------------------|---|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |    |                  |                                                                            |   |     | <p>постановке задачи) -- минус 30 баллов;</p> <p>д) не представлены результаты математического моделирования, либо представленные результаты не соответствуют постановке задачи -- минус 30 баллов;</p> <p>е) ответ представлен после указанного срока -- минус 10 баллов.</p> <p>В случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |
| 2 | 10 | Текущий контроль | КТ2: Расчёт и математическое моделирование воздухозаборного устройства КРД | 1 | 100 | <p>Ответ предоставляется в письменном виде в форме пояснительной записки и приложения, содержащего результаты математического моделирования.</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) не представлены результаты математического моделирования, либо представленные результаты не соответствуют постановке задачи -- минус 30 баллов;</p> <p>е) ответ представлен после указанного срока -- минус 10 баллов.</p> <p>В случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов.</p> | экзамен |
| 3 | 10 | Текущий контроль | КТ3: Стартово-разгонные РДТТ и маршевые РПДТ                               | 1 | 1   | <p>Письменный ответ на один вопрос из списка (см. ФОС).</p> <p>Критерии оценивания: 1 балл - дан полный, правильный ответ, 0,5 балла - частично правильный ответ, 0 баллов - неправильный ответ или ответ отсутствует.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | экзамен |
| 4 | 10 | Текущий          | КТ4: Воздухозаборные                                                       | 1 | 1   | Письменный ответ на один вопрос                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | экзамен |

|   |    |                  |                                                                                                                                                                                                                             |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
|---|----|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |    | контроль         | устройства РПДТ                                                                                                                                                                                                             |   |     | из списка (см. ФОС).<br>Критерии оценивания: 1 балл - дан полный, правильный ответ, 0,5 балла - частично правильный ответ, 0 баллов - неправильный ответ или ответ отсутствует.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
| 5 | 10 | Текущий контроль | КТ5: Газогенераторы и регуляторы расхода РПДТ                                                                                                                                                                               | 1 | 1   | Письменный ответ на один вопрос из списка (см. ФОС).<br>Критерии оценивания: 1 балл - дан полный, правильный ответ, 0,5 балла - частично правильный ответ, 0 баллов - неправильный ответ или ответ отсутствует.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | экзамен |
| 6 | 10 | Текущий контроль | КТ6: Лабораторная работа "Изучение стартово-разгонного РДТТ и маршевого РПДТ на примере изделия 3М9"                                                                                                                        | 1 | 100 | При выполнении работы в срок и без замечаний обучающийся получает 100 баллов за данную контрольную точку.<br>Получаемые баллы снижаются, если:<br>а) работа не сдана в срок (-10 баллов);<br>б) обучающийся не смог пояснить пункт доклада (см. ФОС) при защите работы (-15 баллов за каждый пункт, не упомянутый при докладе);<br>в) обучающийся не смог дать ответ на заданный вопрос при пояснении пункта доклада (-5 баллов за каждый вопрос, оставшийся без ответа обучающегося).<br><br>Общее количество вычитаемых баллов (см. пп. а-в) не может быть больше 60 .<br><br>В случае непрохождения обучающимся защиты данной лабораторной работы обучающийся получает за данную контрольную точку 0 (ноль) баллов. | экзамен |
| 7 | 10 | Текущий контроль | КТ7: Лабораторная работа "Изучение воздухозаборного устройства с изоэнтропическим профилем поверхности предварительного сжатия на примере изделия 3М8 и многоканального воздухозаборного устройства на примере изделия 3М9" | 1 | 100 | При выполнении работы в срок и без замечаний обучающийся получает 100 баллов за данную контрольную точку.<br>Получаемые баллы снижаются, если:<br>а) работа не сдана в срок (-10 баллов);<br>б) обучающийся не смог пояснить пункт доклада (см. ФОС) при защите работы (-15 баллов за каждый пункт, не упомянутый при докладе);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | экзамен |



| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | ЭБС<br>издательства<br>Лань              | Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Проектирование комбинированных реактивных двигателей» для студентов специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» очной формы обучения : методические указания / составители В. А. Митрофанов. — Воронеж : ВГТУ, 2023. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/340460">https://e.lanbook.com/book/340460</a> (дата обращения: 17.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Дополнительная литература | ЭБС<br>издательства<br>Лань              | Михальцев, В. Е. Расчет параметров цикла при проектировании газотурбинных двигателей и комбинированных установок : учебное пособие / В. Е. Михальцев, В. Д. Моляков ; под редакцией И. Г. Суровцева. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 58 с. — ISBN 978-5-7038-3814-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/52278">https://e.lanbook.com/book/52278</a> (дата обращения: 17.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                                    |
| 3 | Основная литература       | ЭБС<br>издательства<br>Лань              | Испытания и стендовая отработка комбинированных реактивных двигателей : учебное пособие / В. А. Сорокин, Ю. М. Милёхин, В. И. Томак [и др.]. — Москва : МГТУ им.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|   |                           |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                           |                             | Баумана, 2022. — 230 с. — ISBN 978-5-7038-5840-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/461036">https://e.lanbook.com/book/461036</a> (дата обращения: 17.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                                                                                                                                                                                                            |
| 4 | Дополнительная литература | ЭБС<br>издательства<br>Лань | Технология производства ракетно-прямоточных двигателей на твердом топливе : учебное пособие / В. А. Сорокин, Д. А. Ягодников, Л. С. Яновский [и др.] ; под редакцией В. А. Сорокина, Д. А. Ягодникова. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2019. — 323 с. — ISBN 978-5-7038-5030-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/172757">https://e.lanbook.com/book/172757</a> (дата обращения: 17.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 5 | Основная литература       | ЭБС<br>издательства<br>Лань | Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок : учебник / А. Н. Арбеков, А. Ю. Вараксин, В. Л. Иванов [и др.] ; под общ. редакцией А. Ю. Вараксина. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2023. — 770 с. — ISBN 978-5-7038-5738-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/460994">https://e.lanbook.com/book/460994</a> (дата обращения: 17.05.2025). — 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 |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лабораторные занятия            | 100<br>(2в) | Изделия УЦ РКТ                                                                                                                                   |
| Лекции                          | 244<br>(2)  | Мультимедийные средства передачи информации                                                                                                      |
| Практические занятия и семинары | 240<br>(2)  | Авиационный двигатель                                                                                                                            |
| Самостоятельная работа студента | 100<br>(2в) | Изделия УЦ РКТ                                                                                                                                   |
| Контроль самостоятельной работы | 100<br>(2в) | Изделия УЦ РКТ                                                                                                                                   |