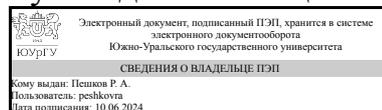


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



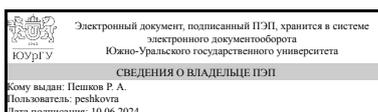
Р. А. Пешков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.42 Проектирование авиационных газотурбинных двигателей  
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

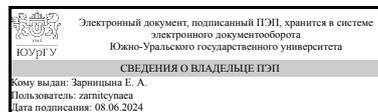
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н.



Р. А. Пешков

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Е. А. Зарницына

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: развитие компетенций в области проектирования и создания газотурбинных двигателей. Задачи: - познакомить студентов с основами проектирования основных узлов газотурбинных двигателей; - познакомить с основами технологических процессов производства и ремонта основных узлов газотурбинных двигателей.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя: - основы конструкции основных узлов и агрегатов газотурбинного двигателя, их назначение, работа; - требования, предъявляемые к узлам и агрегатам при проектировании и производстве; - основные проблемы, встречающиеся в эксплуатации и методы их решения.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-7 Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте	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 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 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
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 принципы действия и устройства проектируемых изделий; методологию разделения двигателя Умеет: разрабатывать рабочую проектную документацию, анализировать и сопоставлять конструктивные и компоновочные схемы проектируемых ГТД Имеет практический опыт: проектирования компоновочных конструктивных и силовых схем основных узлов авиационных ГТД различного типа и назначения; владения методами разработки конструктивных и компоновочных

	чертежей; выполнения проектировочных расчетов, оценивания ресурса и уровня надежности разрабатываемых в процессе проектирования узлов и деталей, систем и агрегатов авиационных ГТД
--	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.21 Введение в специальность, ФД.02 Основы патентных исследований, 1.О.22 История ракетно-космической техники, 1.О.44 Стартовые комплексы ракет-носителей, 1.О.38 Общая теория авиационных двигателей, 1.Ф.06 Теория и расчет газогенераторов, 1.Ф.04 Химическая кинетика и теория горения ракетных топлив	1.О.47 Проектирование гибридных ракетных двигателей, 1.О.45 Проектирование комбинированных реактивных двигателей, Производственная практика (проектно-конструкторская) (10 семестр)

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

Дисциплина	Требования
ФД.02 Основы патентных исследований	Знает: методы и принципы проведения исследований на основе анализа патентной литературы, методы и принципы проведения исследований на основе анализа патентной литературы Умеет: проводить анализ патентов изделий ракетно-космической техники, проводить анализ патентов изделий авиационной и ракетно-космической техники Имеет практический опыт: проведения патентных исследований изделий ракетно-космической техники, проведения патентных исследований изделий авиационной и ракетно-космической техники
1.О.38 Общая теория авиационных двигателей	Знает: компоновку, назначение, параметры авиационных двигателей ; основные параметры авиационных топлив; назначение, состав, конструкцию камер сгорания, виды систем охлаждения, виды распылительных элементов; классификацию, назначение, принцип действия элементов автоматики Умеет: классифицировать реактивные двигатели; рассчитывать параметры основных узлов авиационных двигателей; сравнивать с различными техническими решениями принципы действия и устройство проектируемых изделий с возможностью сравнения с различными техническими решениями Имеет практический опыт: расчета основных узлов авиационных двигателей; изучения конструкций узлов и авиационных

	двигателей в целом на натуральных образцах
1.О.44 Стартовые комплексы ракет-носителей	Знает: состав и конструкцию элементов стартовых комплексов ракет-носителей Умеет: выбирать требуемые расчетные схемы стартовых комплексов для решения задач проектирования ракет-носителей Имеет практический опыт: владения методами анализа и синтеза, подходами инженерных основ создания стартовых комплексов ракет-носителей
1.О.21 Введение в специальность	Знает: объекты и особенности профессиональной деятельности инженера по специальности Проектирование авиационных и ракетных двигателей; опыт предшествующих поколений в области авиационной и ракетно-космической техники, общие сведения, классификацию и устройство летательных аппаратов и их двигателей; достижения отрасли двигателестроения; довоенный период развития реактивного двигателестроения; послевоенный период развития ракетного двигателестроения; общие сведения о летательных аппаратах Умеет: анализировать достижения в области двигателестроения, анализировать достижения в области двигателестроения; применять способы их применения в профессиональном контексте Имеет практический опыт: работы со специальной литературой, общего устройства авиационных и ракетных двигателей на примере натуральных образцов, классификации летательных аппаратов и их двигателей, системы управления, принципа действия авиационных и ракетных двигателей на примере натуральных образцов
1.Ф.06 Теория и расчет газогенераторов	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 Умеет: рассчитывать основные характеристики газогенераторов и их узлов; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования газогенератора Имеет практический опыт: владения методами проектирования и расчета газогенераторов и их узлов с использованием информационных технологий
1.Ф.04 Химическая кинетика и теория горения ракетных топлив	Знает: методы получения и свойства, характеристиках и области применения основных жидких ракетных топлив, об основных тенденциях и направлениях разработки перспективных топлив; процессы, протекающие при сгорании топлива; основные

	<p>законов 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 пригомогенном и гетерогенном составе продуктов сгорания, классификацию применяемых ракетных топлив, степень их опасности и вредного воздействия на организм человека и окружающую среду; эксплуатационные, экономические и экологические требования, предъявляемые к ракетным топливам</p> <p>Умеет: осуществлять выбор компонентов топлива и оптимальной топливной пары; составлять системы уравнений для конкретной топливной пары, определять коэффициенты в камере и на срезе сопла, 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</p> <p>Имеет практический опыт: экспериментального и расчётно-теоретического анализа процессов горения и использования современных методик определения параметров процессов в агрегатах двигателя, классификации ракетных топлив, расчета энергетических характеристик топливной пары</p>
1.О.22 История ракетно-космической техники	<p>Знает: историю отечественной и зарубежной авиационной и ракетно-космической техники, место и вклад выдающихся ведущих инженеров и конструкторов, конструкторских бюро, научно-исследовательских институтов России и мира в области авиационной и ракетно-космической техники, историю отечественной и зарубежной авиационной и ракетно-космической техники, место и вклад выдающихся ведущих инженеров и конструкторов, конструкторских бюро, научно-исследовательских институтов России и мира в области авиационной и ракетно-космической техники.</p> <p>Умеет: способность собирать и анализировать научно-техническую информацию, учитывать современные тенденции развития и вклад выдающихся инженеров в области отечественной и зарубежной авиационной и ракетно-космической техники; использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники в профессиональной деятельности, способность собирать и</p>

	<p>анализировать научно-техническую информацию, учитывать современные тенденции развития и вклад выдающихся инженеров в области отечественной и зарубежной авиационной и ракетно-космической техники; использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники в профессиональной деятельности. 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 и ракетно-космической отрасли, формирования и отстаивания своей гражданской позиции на основе патриотизма, осознания социальной значимости своей будущей профессии, устойчивой мотивации к профессиональной деятельности, осознавания принадлежности к выдающим научно-педагогическим школам страны и приверженность к корпоративным ценностям отечественной авиационной и ракетно-космической отрасли</p>
--	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Подготовка к мероприятиям текущего контроля	30	30
Подготовка к промежуточному контролю	23,75	23.75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

#### 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	Принцип работы ТРД	12	4	4	4
3	Циклы ВРД	10	2	4	4
4	Зависимость удельных параметров ВРД от параметров рабочего процесса. Основы расчета ВРД.	8	4	4	0
5	Процессы, протекающие в основных агрегатах ТРД	16	4	4	8

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основы термодинамики и газовой динамики	2
2	2	Преимущества ТРД. Принцип создания тяги ТРД. Изменение параметров рабочего тела. Основные параметры ТРД.	4
3	3	Сущность второго закона термодинамики. Идеальный и реальные циклы ВРД	2
4	4	Зависимости Руд, Ср, Свободная энергия ВРД. Основы газодинамического расчета	4
5	5	ВЗУ, компрессоры, КС, турбины, сопла	4

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Расчет основных параметров ТРД. Получение зависимостей изменения параметров рабочего тела ТРД.	4
2	3	Построение циклов ВРД по заданным параметрам	4
3	4	Газодинамический расчет	4
4	5	Расчет параметров ВЗУ, компрессоров, КС, турбин, сопел	4

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	ТРД. Работа с натурными образцами.	4
2	3	ВРД. Работа с натурными образцами.	4
3	5	Конструкции основных агрегатов ТРД: ВЗУ, компрессоров, КС	5
4	5	Конструкции основных агрегатов ТРД: турбин, сопел	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 мероприятиям текущего контроля	См. основную и дополнительную литературу, конспект лекций, материалы	8	30

	лабораторных работ		
Подготовка к промежуточному контролю	См. основную и дополнительную литературу, конспект лекций, материалы лабораторных работ	8	23,75

## 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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Семестровое задание	1	1	1 балл - задание сдано в срок, получен верный ответ, 0,7 баллов - задание сдано позже указанного срока, получен верный ответ, 0 баллов - задание не выполнено или получен неверный ответ	зачет
2	8	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	Каждый ответ на вопрос оценивается: 1 балл - верный ответ, 0,5 балла - ответ неточный, 0 баллов - ответ неверный или нет ответа. Количество вопросов - 5.	зачет

### 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ОПК-7	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	+	+
ОПК-7	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		+
ОПК-7	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		+
ПК-1	Знает: основные принципы действия и устройства проектируемых изделий;	+	

	методологию разделения двигателя		
ПК-1	Умеет: разрабатывать рабочую проектную документацию, анализировать и сопоставлять конструктивные и компоновочные схемы проектируемых ГТД	+	
ПК-1	Имеет практический опыт: проектирования компоновочных конструктивных и силовых схем основных узлов авиационных ГТД различного типа и назначения; владения методами разработки конструктивных и компоновочных чертежей; выполнения проектировочных расчетов, оценивания ресурса и уровня надежности разрабатываемых в процессе проектирования узлов и деталей, систем и агрегатов авиационных ГТД	+	

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

*а) основная литература:*

Не предусмотрена

*б) дополнительная литература:*

1. Машиностроение [Текст] Разд. IV Расчет и конструирование машин Т. IV-21 Самолеты и вертолеты Кн. 3 Авиационные двигатели / ред.-сост.: В. А. Скибин и др.; отв. ред. К. С. Колесников энциклопедия : в 40 т. ред. совет К. В. Фролов (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 2010. - 719 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:*

1. нет

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Нихамкин, М. А. Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения : учебное пособие / М. А. Нихамкин. — Пермь : ПНИПУ, 2011. — 93 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/160549">http://e.lanbook.com/book/160549</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Троицкий, Н. И. Теория и проектирование центробежных компрессоров газотурбинных двигателей : учебное пособие / Н. И. Троицкий, Р. З. Тумашев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Основные уравнения теории лопаточных машин — 2010. — 44 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/52207">http://e.lanbook.com/book/52207</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная	Михальцев, В. Е. Расчет параметров цикла при проектировании газотурбинных двигателей и

		система издательства Лань	комбинированных установок : учебное пособие / В. Е. Михальцев, В. Д. Моляков ; под редакцией И. Г. Суровцева. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 58 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/52278">http://e.lanbook.com/book/52278</a>
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок : учебное пособие / А. Н. Арбеков, А. Ю. Вараксин, В. Л. Иванов [и др.] ; под редакцией А. Ю. Вараксина. — 4-е, изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2017. — 678 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/106415">http://e.lanbook.com/book/106415</a>
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Боргест, Н. М. Авиационные силовые установки : учебное пособие / Н. М. Боргест. — Самара : Самарский университет, 2020. — 128 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/188876">http://e.lanbook.com/book/188876</a>
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Григорьев, А. А. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Теоретические основы : учебное пособие / А. А. Григорьев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Пермь : ПНИПУ, 2010. — 368 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/160359">http://e.lanbook.com/book/160359</a>
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кулагин, В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок : учебник : в 2 книгах / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. — 5-е изд., испр. — Москва : Машиностроение, 2020 — Книга 1 : Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термодинамический анализ — 2020. — 336 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/151080">http://e.lanbook.com/book/151080</a>
8	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кулагин, В. В. Теория, расчет проектирование авиационных двигателей и энергетических установок : учебник : в 2 книгах / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. — 4-е, изд. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Книга 2 : Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики — 2017. — 280 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/107155">http://e.lanbook.com/book/107155</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	100 (2в)	Натурные образцы ГТД
Лекции	306 (2)	Мультимедийное оборудование
Практические занятия и семинары	240 (2)	Калькулятор