

Егорьевский АТК имени В.П. Чкалова – филиал МГТУ ГА

Утверждаю

Зам. директора филиала по УМР, к.ф.-

М.Н.



С.Ю. Рыжков

09 2022г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

### ТЕОРИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

по специальности

25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Егорьевск 2022г.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория двигателей летательных аппаратов» разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) по специальности 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, утвержденного приказом № 389 от 22.04.2014 г. Министерства образования и науки РФ.

**Разработчик:** С.А. Брызгалин, преподаватель цикловой комиссии «АКЛАиД»



**Рецензент:** М.Ю. Крошкин, председатель цикловой комиссии «АКЛАиД»



Обсуждена и одобрена

методическим советом

отделения ТЭЛА и Д

Зав. отделением ТЭЛА и Д



С.А. Брызгалин

1.09.

2022г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	16
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	18

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## ТЕОРИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

### 1.1. Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) в соответствии с ФГОС СПО по специальности 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, входящей в укрупненную группу специальностей 25.00.00 Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники.

**1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:** дисциплина входит в профессиональный цикл (П.00) общепрофессиональных дисциплин (ОП) ППССЗ.

**1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:**

- применять основы технической термодинамики: первое и второе начало термодинамики, термодинамические процессы и циклы;

**знать:**

- основные уравнения газовой динамики, истечения газа;
- теорию газотурбинных двигателей летательных аппаратов: схему, устройство и принцип работы;
- процессы, протекающие в элементах турбореактивных двигателей; турбореактивные двигатели двухконтурные;
- турбовинтовые двигатели;
- теорию поршневых двигателей летательных аппаратов: схему устройства и принцип работы.

**В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции:**

- ПК 1.3. Обеспечивать безопасность, регулярность и экономическую эффективность авиаперевозок на этапе технического обслуживания.
- ПК 2.4. Принимать участие в оценке экономической эффективности производственной деятельности при выполнении технического обслуживания и контроля качества выполняемых работ;
- ПК 2.5. Соблюдать технику безопасности и требования охраны труда на производственном участке.

**1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины:**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 150 часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 100 часов;
- самостоятельной работы обучающегося 50 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Кол-во часов
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>150</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>100</b>
в том числе:	
лабораторные работы	6
практические занятия	14
контрольные работы	-
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	<b>50</b>
Внеаудиторная самостоятельная работа:	
- подготовка рефератов, сообщений, докладов	8
- Работа с конспектом и литературой.	26
- Подготовка к практическим занятиям	8
- Подготовка к лабораторным занятиям	4
- Подготовка к промежуточному контролю	4
<b>Итоговая аттестация в форме экзамена</b>	

*Траппенбургская*

2.2. Примерный тематический план и содержание учебной дисциплины: «Теория двигателей летательных аппаратов»

Наименование тем и разделов	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов	Уровень усвоения
1	2	3	4
<b>Введение</b>	<p>Содержание и задачи курса.</p> <p>Понятие о двигателях и тепловых двигателях внутреннего сгорания.</p> <p>Назначение двигателя на самолете.</p> <p>Типы двигателей, применяемые в авиации.</p> <p>Краткие сведения из истории развития авиадвигателей.</p> <p>Перспективы развития авиадвигателей ГА.</p>	2	2
<b>Раздел 1. Основы технической термодинамики</b>	<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка сообщения на тему «История развития ГТД»	2	
<b>Тема 1.1.</b> Параметры рабочего тела.	<p>Предмет «Техническая термодинамика».</p> <p>Понятие о газе как о рабочем теле в тепловых двигателях.</p> <p>Идеальный газ.</p> <p>Параметры состояния газа: удельный объем, температура, давление.</p> <p>Уравнение состояния идеального газа.</p> <p>Газовая постоянная и ее физический смысл.</p> <p>Удельная теплоемкость газа, зависимость ее от природы газа и температуры.</p> <p>Теплоемкость газа при постоянном объеме и постоянном давлении.</p>	45	
	<p><b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой.</p> <p>Повторение лекционного материала по конспекту.</p>	2	2

<p><b>Тема 1.2.</b> Первое начало термодинамики и термодинамические процессы</p>	<p>Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия газа. Уравнение Майера. Термодинамические процессы. Политропные процессы: определение, уравнение процессов, обобщающее значение, графическое изображение, связь между параметрами состояния газа, работа газа в политропных процессах <b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой. Выполнение конспекта на тему «идеальные термодинамические процессы» <b>Лабораторная работа 1.</b> Проверка зависимости между параметрами газа в термодинамических процессах</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>2</p>	<p>2</p> <p>2</p>
<p><b>Тема 1.3.</b> Термодинамические циклы. Второе начало термодинамики</p>	<p>Понятие о круговом процессе (цикле), графическое изображение простейшего цикла, полезная работа цикла, термодинамический КПД цикла и его анализ. Второе начало термодинамики. Термодинамические процессы и циклы. Идеальный цикл ПД (цикл Отто). КПД цикла и его анализ. Идеальный цикл ТРД (цикл Брайтона), КПД цикла и его анализ. <b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к практическому занятию. Создание собственного справочника с основными формулами и уравнениями по теме 1.3. <b>Практическое занятие.</b> Решение задач по определению параметров цикла ГТД.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p>2</p> <p>2</p>
<p><b>Тема 1.4.</b> Основные уравнения газовой динамики</p>	<p>Предмет «Газовая динамика». Основные понятия и особенности движения газовой среды. Основные уравнения газовой динамики. Уравнение неразрывности. Уравнение сохранения энергии для энергизолированного потока.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>



	<p>Общий вид уравнения сохранения энергии и применения его к компрессору и турбине ГТД.  Загорможенный поток.  Параметры заторможенного потока.  Уравнение Бернулли для энергизолированного потока и с учетом сжимаемости газа.  Уравнение Эйлера.  Определение тяги ТРД с помощью уравнения Эйлера.  <b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой.  Выполнение конспекта по политропической работе движущегося газа.</p>		2	2
<p><b>Тема 1.5.</b>  Истечение газа</p>	<p>Общие сведения об истечении газов в ГТД.  Скорость истечения, вывод формулы и ее анализ.  Зависимость параметров состояния газа от скорости потока.  Критические параметры состояния газа.  Условия получения дозвуковых, звуковых и сверхзвуковых скоростей.  Понятие о реактивных соплах.  <b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к лабораторной работе.  Оформление лабораторной работы №2 в отдельной тетради.  <b>Лабораторная работа 2.</b> Течение газа по соплу  <b>Практическое занятие.</b> Самостоятельное решение задач по теме 1.4 – 1.5  <b>Самостоятельная работа</b> Выполнение докладов на тему «соплю с косым срезом.»  <b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к промежуточному контролю по первому разделу  <b>Практическое занятие.</b> Проверка знаний курсантов по первому разделу.</p>		2	2
<p><b>Раздел 2. Теория двигателей летательных</b></p>			2	96

аппаратов			
<p><b>Тема 2.1.</b> Схема устройства и принцип работы ГТД</p>	<p>Классификация реактивных двигателей. Изменение параметров газа вдоль газозвдушного тракта ГРД. Понятие об удельных параметрах ГРД. Требования, предъявляемые к авиационным двигателям. <b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение сообщений на тему «Классификация реактивных двигателей».</p>		2
	<p>Входные устройства: назначение, предъявляемые требования, типы и основные элементы. Работа дозвуковых воздухозаборников. Работа сверхзвуковых воздухозаборников. Регулируемые сверхзвуковые воздухозаборники. Скоростная степень повышения давления воздуха и ее анализ от скорости и высоты полета.</p>		2
	<p><b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой. Повторение пройденного материала по собственному конспекту. Компрессоры: назначение, требования, типы. Общие сведения об осевых компрессорах, изменение параметров воздуха. Работа дозвуковой ступени осевого компрессора.</p>		2
	<p>Работа ступени с предварительной закруткой воздуха. Степень реактивности ступени. Особенности устройства, работы сверхзвуковой ступени ОК. Профилирование лопаток ступени по высоте.</p>		2
	<p><b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой. Выполнение конспекта по теме «назначение, требования, типы компрессоров»</p>		2
	<p>Степень повышения давления воздуха в компрессоре, суммарная степень повышения давления воздуха в двигателе, их анализ от высоты и скорости полета.</p>		2

	<p>Изоэнтропическая работа компрессора.          Политропная работа компрессора ГТД, потери в компрессоре, КПД компрессора, мощность, потребляемая компрессором.</p>		
	<p>Основные элементы и принцип работы центробежного компрессора.          Изменение параметров воздуха в элементах центробежного компрессора.          Характеристики осевого компрессора, их построение и анализ.</p>	2	2
	<p>Неустойчивая работа (помпаж) компрессора: причины возникновения, физическая сущность, внешние признаки и последствия, влияние на безопасность полетов.          Конструктивные и эксплуатационные меры предупреждения помпажа.</p>	2	2
	<p><b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой.          Повторение материала по теме «Неустойчивая работа (помпаж) компрессора»</p>	2	
	<p><b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к лабораторной работе.          Оформление теоретической части лабораторной работы №3 в тетради</p>	2	
	<p><b>Лабораторная работа 3.</b> Снятие характеристик компрессора  <b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к выполнению практического занятия по расчету параметров потока воздуха и определению геометрических размеров ВУ и компрессора.</p>	2	
	<p><b>Практическое занятие.</b> Расчет параметров потока воздуха и определение геометрических размеров ВУ и компрессора.</p>	2	
	<p>Камеры сгорания: назначение, требования, типы и основные элементы.          Общие сведения о горении углеводородных топлив.          Теоретически необходимое количество кислорода и воздуха для полного сгорания 1 кг горючего.          Коэффициент избытка воздуха и краткая характеристика ТВС (горюче-воздушная смесь).          Понятие о теплотворности горючего и ГВС.</p>	2	2

	<p>Рабочий процесс в камерах сгорания ГТД. Изменение параметров состояния газа и скорости потока в камере сгорания. Диапазоны устойчивой работы камеры сгорания, их изменение в зависимости от высоты полета и частоты вращения ротора двигателя, влияние на безопасность полетов.</p>	2	2
	<p><b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой. Выделить основную информацию в лекционном материале по теме «Рабочий процесс в камерах сгорания ГТД».</p>	2	
	<p>Газовая турбина: назначение, требования, типы. Общие сведения об осевых турбинах, изменение параметров и скорости газа.</p>		
	<p>Принцип работы активной ступени турбины. Принцип работы реактивной ступени турбины. Степень реактивности ступени.</p>	2	2
	<p>Общая степень понижения полного давления газа в турбине. <b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой. Повторение лекционного материала о газовой турбине.</p>	2	
	<p>Изотропическая работа турбины, политропная работа турбины, потери в турбине, КПД турбины, мощность турбины. Многоступенчатые турбины: выбор числа ступеней для привода компрессоров различных ГТД. Многоступенчатые турбины со ступенями давления. Преимущества и недостатки многоступенчатых турбин.</p>	2	2
	<p>Выходные устройства: назначение, требования, типы, основные элементы. Изменение параметров газа в выходном устройстве с регулируемым соплом.</p>	2	2
	<p>Регулируемые сопла: типы, преимущества и недостатки. Режимы работы выходного устройства.</p>	2	2

	<p><b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к практическому занятию. Создание собственного справочника с основными формулами и уравнениями по теме 2.1.</p> <p><b>Практическое занятие.</b> Определение размеров камеры сгорания, турбины, выходного устройства, расчет параметров потока воздуха.</p>	2	
<b>Тема 2.2.</b> Совместная работа турбины и компрессора	<p>Режимы совместной работы турбины и компрессора ТРД.</p> <p>Совместная работа турбины и компрессора ТРД с нерегулируемым реактивным соплом.</p> <p>Приемистость двигателя и ее влияние на безопасность полетов.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой.</p> <p>Повторение материала по теме 2.2.</p>	2	2
<b>Тема 2.3.</b> Рабочий процесс ТРД	<p>Действительный цикл ТРД и его сравнение с идеальным.</p> <p>Полезная работа цикла и факторы, влияющие на ее величину.</p> <p>Формула тяги ТРД и ее анализ, величина тяги для современных ТРД.</p> <p>Удельная тяга ТРД, удельный расход горючего и их зависимость от параметров рабочего процесса, влияние на экономичность двигателя.</p> <p>Эффективный, тяговый и полный КПД ТРД, их анализ и численная величина</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение доклада на тему «Способы повышения экономической эффективности двигателя»</p>	2	2
<b>Тема 2.4.</b> Характеристики ТРД	<p>Понятие о характеристиках ТРД.</p> <p>Замер основных параметров ТРД и приведение их к стандартным атмосферным условиям.</p> <p>Основные режимы работы ТРД.</p> <p>Дроссельные характеристики ТРД.</p> <p>Скоростные характеристики ТРД.</p> <p>Высотные характеристики ТРД.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой.</p> <p>Повторение материала по теме 2.4.</p>	2	2

<b>Тема 2.5.</b> Турбовинтовые двигатели (ТВД)	Определение ТВД. Отличительные особенности устройства и схемы современных ТВД. Рабочий процесс ТВД и наиболее полезное распределение полезной работы цикла.	2	2
	Основные параметры ТВД.	2	2
	Дроссельные характеристики ТВД.	2	2
	Характеристики ТВД: скоростная и высотная. Преимущества и недостатки ТВД по сравнению с ГРД	2	2
	<b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой. Выполнение эскиза ТВД в конспекте.	2	
	<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к практическому занятию. Создание собственного справочника с основными формулами и уравнениями по теме 2.1., 2.3, 2.4, 2.5.	2	
	<b>Практическое занятие.</b> Расчет параметров ТВД на базе ГРД	2	
	Определение ГРД, отличительные особенности устройства различных схем, принцип работы ГРДД. Работа цикла и её распределение в ГРДД.	2	2
	Основные параметры ГРДД.	2	2
	Особенности дроссельных характеристик ГРДД по сравнению с ГРД. Особенности скоростных характеристик ГРДД. Особенности высотных характеристик ГРДД, преимущества и недостатки ГРДД.	2	2
<b>Тема 2.6.</b> Двухконтурные турбореактивные двигатели (ГРДД)	<b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой. Повторение материала по теме 2.6.	2	
	<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к промежуточному контролю. Повторение всего материала по второму разделу.	2	
	<b>Практическое занятие.</b> Расчет параметров ГРДД на базе ГРД. Промежуточный контроль по второму разделу.	2	
		5	
<b>Раздел 3. Теория ПД летательных</b>			

<p><b>аппаратов.</b></p>			
<p><b>Тема 3.1.</b> Схема устройства и принцип работы ПД</p>	<p>Определение ПД. Классификация ПД и краткие сведения об истории развития. Схема устройства и назначение основных элементов ПД. Кривошипно-шатунный механизм. Принцип действия четырехтактного ПД – процессы и такты, составляющие цикл. Рабочий процесс.</p>	<p>2</p>	<p>2</p>
	<p><b>Самостоятельная работа.</b> Работа с конспектом и литературой. Повторение материала по разделу 3. Теме 3.1.  <b>Итого:</b> Максимальная учебная нагрузка – 150. Обязательная аудиторная нагрузка – 100. Самостоятельная работа обучающихся – 50 На занятиях используются активные и интерактивные методы и технологии: технология развития критического мышления, разбор ситуаций, дискуссии, компьютерные, проектные, мультимедиа-технологии</p>	<p>1</p>	

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация программы дисциплины требует: наличия учебного кабинета; лаборатории ТДЛА.

##### **Оборудование учебного кабинета:**

1. Многофункциональный комплекс преподавателя:
  - Компьютер с лицензионным программным обеспечением;
  - Мультимедиа – проектор;
  - Принтер;
  - Интерактивная доска;
  - Интернет.
2. Столы и посадочные места для учащихся.
3. Технические средства обучения:
  - макет ГТД (ТРДД, ТВД);
  - комплект схем по всему курсу обучения;
  - красочные щиты;
  - тесты для проверки знаний;
  - документальные фильмы, слайды;
  - базовый конспект по дисциплине ТДЛА.
4. Оборудование лаборатории и стенды для рабочих мест лаборатории:
  - Экспериментального определения проверки зависимости между параметрами газа в термодинамических процессах;
  - Экспериментального определения течения газа по соплу;



### 3.2. Информационное обеспечение обучения

#### Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

##### Основные источники:

1. Парипса В.Г. Теория двигателей летательных аппаратов. Тексты лекций, часть 1. Егорьевск, ЕАТК ГА, 2016г., 56с.
2. Ловинский С.И. Теория авиационных двигателей М.Альянс, 2018г., 224с.
3. Парипса В.Г. Теория авиационных двигателей. Тексты лекций, часть 2, Егорьевск 2018г., 110с.

##### Дополнительные:

4. Парипса В.Г. Теория двигателей летательных аппаратов. Методические указания по выполнению практических работ. Егорьевск, 2018г. – 19с.

##### Интернет ресурсы:

1. Корнеев В.М. Теория газотурбинных двигателей. Конспект лекций. Ульяновск: УВАУ ГА(и), 2011. — 84 с.  
<https://yadi.sk/d/rmwf4AESYVUIQQ>

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий.

<b>Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки результатов обучения</b>
<p><u>Умения:</u></p> <p>Применять основы технической термодинамики: первое и второе начало термодинамики, термодинамические процессы и циклы;</p> <p><u>Знания:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Основные уравнения газовой динамики, истечения газа;</li><li>– Теорию газотурбинных двигателей летательных аппаратов: схему, устройство и принцип работы;</li><li>– Процессы, протекающие в элементах турбореактивных двигателей; турбореактивные двигатели двухконтурные;</li><li>– Турбовинтовые двигатели;</li><li>– Теорию поршневых двигателей летательных аппаратов: схему устройства и принцип работы.</li></ul> <p>ПК 1.3, ПК 2.4, ПК 2.5</p>	<p><u>Формы контроля обучения:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- устные и письменные опросы;</li><li>- фронтальные индивидуальные беседы;</li><li>- практические задания по работе с расчетными формулами;</li><li>- подготовка сообщений, докладов;</li><li>- подготовка творческих работ (презентаций);</li><li>- выполнение тестовых заданий по разделам (темам) учебной дисциплины.</li></ul> <p><u>Методы оценки результатов обучения</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- мониторинг роста творческой самостоятельности и опыта получения нового знания каждым обучающимся;</li><li>- итоговое тестирование – выполнение контрольного теста в базе тестов i-exam.</li><li>- Накопительная оценка.</li></ul>

Программа обсуждена цикловой (предметной) комиссией АКЛАиД

Протокол № 1 от « 29 » 08 2022г.

Председатель цикловой комиссии «АКЛАиД» М.Ю. Крошкин

Методист отделения ТЭЛА и Д. О.Ю. Комиссарова

Начальник отдела качества А. Н. Пронина