

Утверждаю

Зам. директора по учебно-методической
работе, к.ф-м.н

С.Ю.Рыжков

2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

по специальности

25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Егорьевск 2019

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы конструкции летательных аппаратов» разработана на основе примерной программы и 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 22.04.2014г. Министерства образования и науки РФ.

Автор: В. Г. Парипса, преподаватель цикловой комиссии «АКЛАиД»

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

Обсуждена и одобрена

методическим советом
отделения ТЭЛАиД

Зав. отделением ТЭЛАиД

ЗВ А. В. Зверев

27.08 2019г.

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	12
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	14

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (ОП. 05)

1.1. Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальностям СПО: 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, входящей в состав укрупненной группы специальностей 25.00.00 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники».

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании, программ повышения квалификации и переподготовки и профессиональной подготовки специальности 10005 Авиационный механик по планеру и двигателям

1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: входит в профессиональный цикл

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;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен 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.

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 ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка	150
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	100
в том числе:	
лабораторные работы	6
практические занятия	14
контрольные работы	
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	50
Внеаудиторная самостоятельная работа:	
- подготовка рефератов, сообщений, докладов	19
- решение проблемных задач	18
- обзор профессиональной литературы	13
Итоговая аттестация	Экзамен

2.2. Примерный тематический план и содержание учебной дисциплины: «Основы конструкции 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
Введение	Содержание и задачи курса. Понятие о двигателях и тепловых двигателях внутреннего сгорания. Назначение двигателя на самолете. Типы двигателей, применяемые в авиации. Краткие сведения из истории развития авиадвигателей. Перспективы развития авиадвигателей ГА. Самостоятельная работа с конспектом и литературой	2	2
Раздел 1.	Основы технической термодинамики	32	
Тема 1.1.	Предмет «Техническая термодинамика».		
Параметры рабочего тела.	Понятие о газе как о рабочем теле в тепловых двигателях. Идеальный газ. Параметры состояния газа: удельный объем, температура, давление. Уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная и ее физический смысл. Удельная теплоемкость газа, зависимость ее от природы газа и температуры. Теплоемкость газа при постоянном объеме и постоянном давлении.	2	2
Тема 1.2.	Самостоятельная работа с конспектом и литературой	2	
Первое начало термодинамики и термодинамические процессы	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 Самостоятельное изучение и повторение идеальных термодинамических процессов	2	2
	Лабораторная работа 1. Проверка зависимости между параметрами газа в термодинамических процессах	3	
		2	

Тема 1.3. Термодинамические циклы. Второе начало термодинамики	Понятие о круговом процессе (цикле), графическое изображение простейшего цикла, полезная работа цикла, термодинамический КПД цикла и его анализ.	2	2
	Второе начало термодинамики.		
	Термодинамические процессы и циклы.		
	Идеальный цикл ПД (цикл Отто).	2	2
	КПД цикла и его анализ.		
Тема 1.4. Основные уравнения газовой динамики	Идеальный цикл ТРД (цикл Брайтона), КПД цикла и его анализ.	2	2
	Самостоятельная работа подготовка к практическому занятию		
	Практическое занятие. Решение задач по определению параметров цикла ГТД.	2	
	Предмет «Газовая динамика».		
	Основные понятия и особенности движения газовой среды.	2	2
	Основные уравнения газовой динамики.		
	Уравнение неразрывности.		
	Уравнение сохранения энергии для энергизированного потока.		
	Общий вид уравнения сохранения энергии и применения его к компрессору и турбине ГТД.	2	2
	Заторможенный поток.		
Тема 1.5. Истечение газа	Параметры заторможенного потока.		
	Уравнение Бернулли для энергизированного потока и с учетом сжимаемости газа.	2	2
	Уравнение Эйлера.		
	Определение тяги ТРД с помощью уравнения Эйлера.	2	2
	Самостоятельная работа подготовка к лабораторной работе движущегося газа.		
	Общие сведения об истечении газов в ГТД.	2	
	Скорость истечения, вывод формулы и ее анализ.		
	Зависимость параметров состояния газа от скорости потока.	2	2
	Критические параметры состояния газа.		
	Условия получения дозвуковых, звуковых и сверхзвуковых скоростей.	2	2
	Понятие о реактивных соплах.		
	Самостоятельная работа подготовка к лабораторной работе.	2	
	Лабораторная работа 2. Течение газа по соплу	2	
	Практическое занятие. Самостоятельное решение задач по теме 1.4 – 1.5	2	
	Самостоятельная работа сопло с косым срезом.	2	
Самостоятельная работа подготовка к контрольной работе первого раздела	2		
Практическое занятие. Проверка знаний курсантов по первому разделу.	2	2	

Раздел 2.	Теория двигателей летательных аппаратов	64
Тема 2.1. Схема устройства и принципов работы ГТД	<p>Классификация реактивных двигателей.</p> <p>Изменение параметров газа вдоль газовоздушного тракта ГТД.</p> <p>Понятие об удельных параметрах ГТД.</p> <p>Требования, предъявляемые к авиационным двигателям.</p> <p>Самостоятельная работа с конспектом и литературой</p>	2
Тема 2.2. Процессы, протекающие в элементах ГТД	<p>Входные устройства: назначение, предъявляемые требования, типы и основные элементы.</p> <p>Работа дозвуковых воздухозаборников.</p> <p>Работа сверхзвуковых воздухозаборников.</p> <p>Регулируемые сверхзвуковые воздухозаборники.</p> <p>Скоростная степень повышения давления воздуха и ее анализ от скорости и высоты полета.</p> <p>Самостоятельная работа с конспектом и литературой</p> <p>Компрессоры: назначение, требования, типы.</p> <p>Общие сведения об осевых компрессорах, изменение параметров воздуха.</p> <p>Работа дозвуковой ступени осевого компрессора.</p> <p>Работа ступени с предварительной закруткой воздуха.</p> <p>Степень реактивности ступени.</p> <p>Особенности устройства, работы сверхзвуковой ступени ОК.</p> <p>Профилирование лопаток ступени по высоте.</p> <p>Самостоятельная работа с конспектом и литературой</p> <p>Степень повышения давления воздуха в компрессоре, суммарная степень повышения давления воздуха в двигателе, их анализ от высоты и скорости полета.</p> <p>Изоэнтропическая работа компрессора.</p> <p>Политропная работа компрессора ГТД, потери в компрессоре, КПД компрессора, мощность, потребляемая компрессором.</p> <p>Основные элементы и принцип работы центробежного компрессора.</p> <p>Изменение параметров воздуха в элементах центробежного компрессора.</p> <p>Характеристики осевого компрессора, их построение и анализ.</p> <p>Неустойчивая работа (помпаж) компрессора: причины возникновения, физическая сущность, внешние признаки и последствия, влияние на безопасность полетов.</p> <p>Конструктивные и эксплуатационные меры предупреждения помпажа.</p> <p>Самостоятельная работа с конспектом и литературой</p> <p>Самостоятельная работа подготовка к лабораторной работе</p> <p>Лабораторная работа 3. Снятие характеристик компрессора</p> <p>Самостоятельная работа подготовка к практическом занятию</p>	2

	<p>Практическое занятие. Расчет параметров потока воздуха и определение геометрических размеров ВУ и компрессора.</p> <p>Камеры сгорания: назначение, требования, типы и основные элементы.</p> <p>Общие сведения о горении углеводородных топлив.</p> <p>Теоретически необходимое количество кислорода и воздуха для полного сгорания 1 кг горючего.</p> <p>Коэффициент избытка воздуха и краткая характеристика ТВС (горюче-воздушная смесь).</p> <p>Понятие о теплотворности горючего и ГВС.</p> <p>Рабочий процесс в камерах сгорания ГТД.</p> <p>Изменение параметров состояния газа и скорости потока в камере сгорания.</p> <p>Диапазоны устойчивой работы камеры сгорания, их изменение в зависимости от высоты полета и частоты вращения ротора двигателя, влияние на безопасность полетов.</p> <p>Самостоятельная работа с конспектом и литературой</p> <p>Газовая турбина: назначение, требования, типы.</p> <p>Общие сведения об осевых турбинах, изменение параметров и скорости газа.</p> <p>Принцип работы активной ступени турбины.</p> <p>Принцип работы реактивной ступени турбины.</p> <p>Степень реактивности ступени.</p> <p>Общая степень понижения полного давления газа в турбине.</p> <p>Самостоятельная работа с конспектом и литературой</p> <p>Изоэнтропическая работа турбины, политропная работа турбины, потери в турбине, КПД турбины, мощность турбины.</p> <p>Многоступенчатые турбины: выбор числа ступеней для привода компрессоров различных ГТД.</p> <p>Многоступенчатые турбины со ступенями давления.</p> <p>Преимущества и недостатки многоступенчатых турбин.</p> <p>Выходные устройства: назначение, требования, типы, основные элементы.</p> <p>Изменение параметров газа в выходном устройстве с регулируемым соплом.</p> <p>Регулируемые сопла: типы, преимущества и недостатки.</p> <p>Режимы работы выходного устройства.</p> <p>Самостоятельная работа подготовка к практическому занятию</p> <p>Практическое занятие. Определение размеров камеры сгорания, турбины, выходного устройства, расчет параметров потока воздуха.</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>2</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>2</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>2</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>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
--	--	---	---

Тема 2.3. Совместная работа турбины и компрессора	Режимы совместной работы турбины и компрессора ГРД. Совместная работа турбины и компрессора ГРД с регулируемым реактивным соплом.	2	2
	Приемистость двигателя и ее влияние на безопасность полетов. Самостоятельная работа с конспектом и литературой	2	
	Действительный цикл ГРД и его сравнение с идеальным. Полезная работа цикла и факторы, влияющие на ее величину. Формула тяги ГРД и ее анализ, величина тяги для современных ГРД. Удельная тяга ГРД, удельный расход горючего и их зависимость от параметров рабочего процесса, влияние на экономичность двигателя. Эффективный, тяговый и полный КПД ГРД, их анализ и численная величина Самостоятельная работа с конспектом и литературой	2	2
Тема 2.5. Характеристики ГРД	Понятие о характеристиках ГРД. Замер основных параметров ГРД и приведение их к стандартным атмосферным условиям. Основные режимы работы ГРД.	2	2
	Дроссельные характеристики ГРД.	2	2
	Скоростные характеристики ГРД. Высотные характеристики ГРД.	2	2
	Самостоятельная работа с конспектом и литературой	2	
	Определение ТВД. Отличительные особенности устройства и схемы современных ТВД. Рабочий процесс ТВД и наиболее полное распределение полезной работы цикла. Основные параметры ТВД.	2	2
	Дроссельные характеристики ТВД. Характеристики ТВД: скоростная и высотная. Преимущества и недостатки ТВД по сравнению с ГРД Самостоятельная работа с конспектом и литературой Самостоятельная работа подготовка к практическому занятию Практическое занятие. Расчет параметров ТВД на базе ГРД	2	2
Тема 2.6. Турбовинтовые двигатели (ТВД)			

Тема 2.7. Двухконтурные турбореактивные двигатели (ТРДД)	Определение ТРДД, отличительные особенности устройства различных схем, принцип работы ТРДД.	2	2
	Работа цикла и её распределение в ТРДД.		
	Основные параметры ТРДД.		
	Особенности дроссельных характеристик ТРДД по сравнению с ТРД.	2	2
	Особенности скоростных характеристик ТРДД.	2	2
	Особенности высотных характеристик ТРДД, преимущества и недостатки ТРДД.	2	2
	Самостоятельная работа с конспектом и литературой	2	
	Самостоятельная работа подготовка к практическому занятию	2	
	Практическое занятие. Расчет параметров ТРДД на базе ТРД.	2	
	Теория ПД летательных аппаратов.	4	
Раздел 3. Тема 3.1. Схема устройства и принцип работы ПД	Определение ПД.		
	Классификация ПД и краткие сведения об истории развития.	2	2
	Схема устройства и назначение основных элементов ПД.		
	Кривошипно-шатунный механизм. Принцип действия четырехтактного ПД – процессы и такты, составляющие цикл.	2	2
	Рабочий процесс.		
Всего: Самостоятельная работа:	Самостоятельная работа с конспектом и литературой	1	
		150	
		50	

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. Посадочные места по количеству обучающихся – 30.
2. Рабочее место преподавателя – 1.
3. Комплект учебно-наглядных пособий – 50.

Технические средства обучения:

- Мультимедийный комплекс;
- макет ГТД (ТРДД, ТВД);
- комплект схем по всему курсу обучения;
- красочные щиты;
- тесты для проверки знаний;
- документальные фильмы, слайды;
- кадропроектор MEDIUM 536P;
- базовый конспект по дисциплине ТДЛА.

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; издание 4-е, исправленное и дополненное. Егорьевск, ЕАТК ГА, 2016 г.; часть 2, издание 4-е, исправленное и дополненное. Егорьевск, ЕАТК ГА, 2018 г.
2. Теория авиационных двигателей: Учебник для техникумов. – М.; Альянс, 2018.-224 с., ил.
3. Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Том 1. М., «Машиностроение», 2008 г.

Дополнительные:

4. Парипса В.Г. Теория двигателей летательных аппаратов. Методические указания по выполнению практических работ. Егорьевск, ЕАТК ГА. 2002 г. – 19с.
5. Парипса В.Г. Теория авиационных двигателей. Методические указания по выполнению контрольных работ; издание 2-е, исправленное и дополненное. Егорьевск ЕАТК ГА. 2017 г. – 20 с.

Интернет ресурсы:

1. Корнеев В.М. Теория газотурбинных двигателей. Конспект лекций. Ульяновск: УВАУ ГА(и), 2011. — 84 с.
<http://www.twirpx.com/file/1826210/>

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.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Освоенные умения: 1. Применять основы технической термодинамики: первое и второе начало термодинамики, термодинамические процессы и циклы;	Лабораторные и практические занятия Фронтальные и индивидуальные беседы Карточки-задания Контрольные вопросы Текущее наблюдение Индивидуальные и групповые письменные работы Разноуровневые тесты (I, II, III) Контрольная работа
Усвоенные знания: 1. Основные уравнения газовой динамики, истечения газа;	Разноуровневые тесты (I, II, III) Лабораторные и практические занятия Фронтальные и индивидуальные беседы Карточки-задания Контрольные вопросы Текущее наблюдение Индивидуальные и групповые письменные работы Индивидуальные проектные задания

<p>2. Теорию газотурбинных двигателей летательных аппаратов: схему, устройство и принцип работы;</p>	<p>Разноуровневые тесты (I, II, III)</p> <p>Лабораторные и практические занятия</p> <p>Фронтальные и индивидуальные беседы</p> <p>Карточки-задания</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Текущее наблюдение</p> <p>Индивидуальные и групповые письменные работы</p> <p>Индивидуальные проектные задания</p>
<p>3. Процессы, протекающие в элементах турбореактивных двигателей; турбореактивные двигатели двухконтурные;</p>	<p>Разноуровневые тесты (I, II, III)</p> <p>Лабораторные и практические занятия</p> <p>Фронтальные и индивидуальные беседы</p> <p>Карточки-задания</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Текущее наблюдение</p> <p>Индивидуальные и групповые письменные работы</p> <p>Индивидуальные проектные задания</p> <p>Сообщения</p>
<p>4. Турбовинтовые двигатели;</p>	<p>Разноуровневые тесты (I, II, III)</p> <p>Лабораторные и практические занятия</p> <p>Фронтальные и индивидуальные беседы</p> <p>Карточки-задания</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Текущее наблюдение</p> <p>Индивидуальные и групповые письменные работы</p> <p>Индивидуальные проектные задания</p>

<p>5. Теорию поршневых двигателей летательных аппаратов: схему устройства и принцип работы.</p>	<p>Разноуровневые тесты (I, II, III)</p> <p>Фронтальные и индивидуальные беседы</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Текущее наблюдение</p> <p>Сообщениям</p>
---	--

Программа обсуждена на заседании цикловой комиссии СКЛА и Д

Протокол № 1 от «27» августа 2019 г.

Председатель цикловой комиссии «СК» _____ / Кроссикин Л.О.

Методист отделения ТЭЛА и Д _____ / Давы / Т.С. Дягилева

Начальник отдела качества _____ / А. Н. Пронина