Приложение к программе
Техническая эксплуатация летательных
аппаратов и двигателей

КИРСАНОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ – ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Кирсановского авиационного
технического колледжа – филиала МГТУ ГА
_____ А.Е. Пунт
«28» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.05 ТЕОРИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

2023 г.

Программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской федерации от 22 апреля 2014г. № 389
Зарегистрировано в Минюсте РФ от 27 июня 2014 г.
Регистрационный № 32898

Организация-разработчик: Кирсановский авиационный технический колледж – филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации.

Разработчик: преподаватель Д. А. Малинин

Редактор: заведующий отделением специальности 25.02.01 А.В. Малинин

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ 4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ 5
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ 11
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ 13

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

1.1. Область применения программы

Программа учебной дисциплины предназначена для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности СПО 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей базовой подготовки.

1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: учебная программа дисциплины «Теория двигателей летательных аппаратов» ОП.05 принадлежит к профессиональному циклу, к подциклу общепрофессиональных дисциплин

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

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

- применять основы технической термодинамики: первое и второе начала термодинамики, термодинамические процессы, циклы.

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

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

Техник должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

ПК 1.3. Обеспечить безопасность, регулярность и экономическую эффективность авиаперевозок на этапе технического обслуживания.

ПК 2.4. Планировать участие в оценке экономической эффективности производственной деятельности 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 учебной дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося – 162 часов, в том числе:
обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося – 110 часов;
самостоятельной работы обучающегося – 52 часа.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объём учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	162
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	110
в том числе:	
практические занятия и лабораторные	30
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	52
в том числе:	
работа с учебной литературой	30
работа с методическими и учебными пособиями	20
ответы на контрольные вопросы	2
Итоговая аттестация: в форме экзамена	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины «Теория двигателей летательных аппаратов»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Количество часов	Уровень освоения
1	**2**	**3**	**4**
Раздел 1	**Основы технической термодинамики и газовой динамики**	**36+18***	
Тема 1.1.	***Тема занятия Первый закон термодинамики и термодинамические процессы***	**16**	**2**
	"Техническая термодинамика". Первый закон термодинамики. Уравнение состояния идеального газа, газовая постоянная и ее физический смысл. Параметры состояния газа: температура, давление, массовая плотность, удельный объем. (урок-лекция). Понятие о термодинамических процессах. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы: определение, зависимость между параметрами, графическое изображение, распределение энергии и работа. Политропические процессы: определение, изображение, зависимость между параметрами. (урок-лекция). **Лабораторная работа №1: Изотермический процесс** **Лабораторная работа №2: Изобарический процесс** **Самостоятельная работа учащихся: работа с учебником**	2 2 2 4 2 2 2 8*	2 2 1
Тема 1.2.	***Второй закон термодинамики и термодинамические циклы***	**6**	**2**
	Второй закон термодинамики. Понятие о круговом термодинамическом процессе (цикле), графическое изображение цикла, полезная работа цикла, термодинамический КПД цикла. (урок-лекция). Идеальные циклы газотурбинного и поршневого двигателей: графическое изображение, работа, КПД циклов. (урок-лекция). **Практическое занятие №1: Определение полезной работы и термического КПД идеальных циклов**.	2 2 2	2 2
Тема 1.3.	***Основные уравнения газовой динамики***	**10**	**2**
	«Газовая динамика». Уравнение неразрывности. Уравнение сохранения энергии: в общем виде и для энергоизолированного потока. Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли. Определение тяги ТРД с помощью уравнения Эйлера. Параметры заторможенного потока газа. Политропическая работа движущегося газа.	2 2 2	**2**

1	2	3	4
	Практическое занятие №2. Применение уравнения сохранения энергии к компрессору, камере сгорания и турбине. **Лабораторная работа №3: Параметры газа заторможенного потока** **Самостоятельная работа учащихся: работа с учебником**	**2** **2** **6***	**2** **2** **1**
Тема 1.4.	***Скорость истечения газа***	**4**	**2**
	Вывод формулы скорости истечения газа. Максимальная скорость истечения газа. Зависимость параметров состояния от скорости потока. Критическая скорость потока и критические параметры. Критическая степень понижения давления. Условия получения дозвуковой, звуковой и сверхзвуковой скорости. Понятие о реактивных соплах. Контрольная работа №1 **Лабораторная работа №4: Истечение газа из сопла** **Самостоятельная работа учащихся: работа с учебником**	**1** **1** **2** **4***	
Раздел 2	**Теория газотурбинных двигателей летательных аппаратов**	**58+18***	
Тема 2.1.	***Схема устройства и принцип работы турбореактивного двигателя***	**4**	**2**
	Классификация, устройство и принцип работы реактивных двигателей. Изменение параметров газа вдоль проточной части ТРД. Удельные параметры ТРД: удельная тяга, удельный расход топлива, удельная масса, лобовая тяга. Требования, предъявляемые к авиационным двигателям. **Практическое занятие №3. Определение типов двигателей по их схемам** **Самостоятельная работа учащихся: работа с ГОСТами**	**2** **2** **2***	
Тема 2.2.	***Процессы, протекающие в элементах турбореактивного двигателя***	**34**	**2**
	Входное устройство: назначение, требования, типы. Основные элементы входного устройства. Работа дозвуковых входных устройств на земле, при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях. Особенности устройства и работа сверхзвуковых входных устройств. Скоростная степень повышения давления: определение, формула. Компрессоры: назначение, требования, типы. Общие сведения об осевых компрессорах. Устройство и принцип работы дозвуковой ступени компрессора. Назначение и работа ВНА. Особенности устройства и работы сверхзвуковой ступени. Аэродинамические силы, действующие на рабочую лопатку компрессора. Степень повышения давления воздуха в компрессоре. Влияние режима работы и	**4** **2** **6**	

	внешних условий на работу компрессора.		
1	**2**	**3**	**4**
	Основные элементы и принцип работы центробежного компрессора. Адиабатная и действительная работа компрессора, потери в компрессоре, КПД и мощность потребляемая компрессором. Понятие о характеристиках компрессора: определение, изображение, значение. Помпаж компрессора: причины возникновения, физическая сущность, внешние признаки, последствия, влияющие на безопасность полетов. Конструктивные и эксплуатационные меры предупреждения помпажа. Камеры сгорания: назначение, требования, типы, параметры. Понятие о горении углеводородных топлив. Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива. Коэффициент избытка воздуха. Организация процесса горение в камере сгорания. Влияние режима работы двигателя и внешних условий на процесс горения. Газовая турбина: назначение, требования, типы. Общие сведения об осевых турбинах. Устройство и принцип работы активной и реактивной ступени турбины. Работа, создаваемая турбиной, потери, КПД, мощность турбины. Многоступенчатые турбины: необходимость применения. Выходные устройства: назначение, требования, типы. Основные элементы выходного устройства. Изменение параметров газа в выходном устройстве с нерегулируемым соплом. Понятие о реверсивном устройстве, шумоглушителе и форсажной камере сгорания. **Практическое занятие №4: Устройство и работа входных устройств, осевого и центробежного компрессоров ГТД.** **Практическое занятие №5: Устройство и работа камер сгорания, турбин и выходных устройств ГТД.** **Практическое занятие №6: Определение конструктивных элементов узлов ГТД по их схемам.** **Самостоятельная работа учащихся: работа с учебником**	**2** **2** **2** **2** **6** **2** **2** **2** **2** **10***	
Тема 2.3.	***Характеристики турбореактивного двигателя***	**8**	**2**
	Режим совместной работы турбины и компрессора: равновесие, разгон, торможение. Приемистость двигателя, ее значение для безопасности полетов. Понятие о характеристиках ТРД. Дроссельная, скоростная, высотная характеристики:	**2** **4**	

	определение, изображение, анализ. **Лабораторная работа №5: Дроссельная характеристика ТРД**	 **2**	
1	**2**	**3**	**4**
Тема 2.4.	***Турбовинтовые двигатели (ТВД)***	**4**	**2**
	Определение ТВД. Устройство и схемы ТВД. Параметры ТВД: эквивалентная мощность, удельный эквивалентный расход топлива. Характеристики ТВД: дроссельная, скоростная, высотная. Преимущества и недостатки ТВД. Понятие о турбовинтовентиляторном двигателе	**2** **2**	
Тема 2.5.	***Турбореактивные двухконтурные двигатели (ТРДД)***	**8**	**2**
	Определение ТРДД. Отличительные особенности устройства и схемы ТРДД. Параметры ТРДД: тяга, удельная тяга, удельный расход топлива, степень двухконтурности. Влияние степени двухконтурности на экономичность ТРДД. Особенности характеристик ТРДД по сравнению с ТРД. Преимущества и недостатки ТРДД по сравнению с ТРД и с ТВД. Контрольная работа №2. **Практическое занятие №7: Определение конструктивных типов ТВД и ТРДД по их схемам.** **Практическое занятие №8: Изучение узлов и деталей турбореактивных двухконтурных и турбовинтовых двигателей.** **Самостоятельная работа учащихся: работа с учебником, со схемами ТВД и ТРДД, их узлов, домашняя работа**	**2** **1** **1** **2** **2** **6***	
Раздел 3	**Теория поршневых двигателей летательных аппаратов**	**16+16***	
Тема 3.1.	***Схема устройства и принцип работы ПД***	**2**	**2**
	Определение ПД. Классификация ПД. Схемы устройства и назначение основных элементов ПД. Принцип работы 4-тактного ПД: процессы и такты, составляющие цикл. **Самостоятельная работа учащихся: работа с учебником, со схемами ПД, их узлов и деталей, домашняя работа**	**2** **10***	
Тема 3.2.	***Рабочий процесс ПД***	**8**	**2**
	Действительный цикл ПД и его отличие от идеального. Процессы впуска, сжатия, сгорания, расширения (рабочий ход) и выпуска. Понятие о детонации.	**6**	

	Практическое занятие №9: Конструктивные типы ПД и его КШМ, рабочий процесс. **Самостоятельная работа учащихся: работа с учебником и схемами.**	**2** **4***	
1	**2**	**3**	**4**
Тема 3.3.	***Мощность и экономичность ПД***	**6**	**2**
	Индикаторная диаграмма. Среднее индикаторное давление, индикаторная работа и мощность. Эффективная мощность и механический КПД двигателя. Среднее эффективное давление и эффективный КПД. Удельный эффективный расход топлива. **Лабораторная работа №6: Определение эффективной мощности и удельного эффективного расхода топлива на балансирном станке** **Самостоятельная работа учащихся: работа с индикаторной диаграммой и диаграммой газораспределения**	**2** **2** **2** **2***	
Всего:		**162(110+52*)**	

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. - репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);
3. - продуктивный (планирование самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета «Теории двигателей летательных аппаратов» и лаборатория «Теории двигателей летательных аппаратов».

Оборудование учебного кабинета:

- макет-разрез газотурбинного двигателя;
- макет-разрез поршневого двигателя;
- стенды продольных разрезов газотурбинных и поршневых двигателей.

Оборудование лаборатории:

рабочие места лаборатории – стенды:

- определение зависимостей между параметрами газа в изобарном процессе;
- определение зависимостей между параметрами газа в изотермном процессе;
- определение параметров заторможенного потока по сечениям сопла;
- течение газа по соплу;
- снятие дроссельной характеристики ТРД;
- замер мощности и расхода топлива в ПД.

Учебно–наглядные пособия:

- комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплине:

Плакаты

- комплект схем термодинамических процессов, узлов и деталей газотурбинных и поршневых двигателей, процессов работы узлов двигателей

Технические средства обучения:

- компьютерный класс;
- интерактивная доска;
- презентации.

Программное обеспечение в соответствии с рабочей программой дисциплины

- Microsoft Office Professional Plus 2013 (License: 63756500)

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Котовский В.Н., Комов А.А. Теория авиационных двигателей. Часть 1. – М.: МГТУ ГА, 2013.
2. Котовский В.Н., Комов А.А. Теория авиационных двигателей. Часть 2. – М.: МГТУ ГА, 2013.
3. Колос А.Ф. Теория авиационных двигателей. Рекомендации для курсантов. К: КАТК – филиал МГТУ ГА, 2019.

Дополнительные источники:

1. Ловинский С.И. Теория авиадвигателей, М., Машиностроение, 1982 г: 320с.
2. Мадорский Я.Ю., Герасименко В.Ф. и др. Теория авиационных двигателей. Часть I, Основы термодинамики и газовой динамики. М.: Военное издательство, 1969 год.

3. Вагин А.Н., Неспела А.Н. и др. Теория авиационных двигателей. Часть II, Теория реактивных двигателей. М.: Военное издательство, 1968 год
4. Рыбальчик В.С. и др. Теория авиационных двигателей, М., Воениздат, 1955 год.
5. Коняев Е.А., Немчиков М.Л. Авиационные горюче-смазочные материалы. – М.: МГТУ ГА, 2013

Интернет-ресурсы:
http://www.edu.ru/-Российское образование Федеральный портал
http://cnit.ssau.ru/virt_lab/index.htm-Виртуальная лаборатория
http://www.svavia.ru/news/index.html-Российская авиация
http://www.brazd.ru/-Иллюстрированный каталог
http://www.avia.ru/docs/2/
http://www.airwar.ru/-Большая авиационная энциклопедия

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Кирсановский авиационный технический колледж – филиал МГТУ ГА, реализующий подготовку по учебной дисциплине, обеспечивает организацию и проведение промежуточной аттестации и текущего контроля индивидуальных образовательных достижений – демонстрируемых обучающих знаний, умений и навыков. Текущий контроль проводится преподавателем в процессе проведения практических занятий, решения задач, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий по вариантам заданий.

Обучение по учебной дисциплине завершается экзаменом, который проводит ведущий преподаватель. На экзамене могут присутствовать представители общественных организаций обучающихся.

Формы и методы промежуточной аттестации и текущего контроля по учебной дисциплине разработаны образовательным учреждением и доводятся до сведения обучающихся.

Для экзамена и текущего контроля образовательными учреждениями создаются фонды оценочных средств (ФОС).

ФОС включают в себя педагогические контрольно- измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений основным показателям результатов подготовки (таблицы).

Раздел (тема) Учебной дисциплины	**Результаты** (освоенные умения, усвоенные знания)	**Основные показатели результатов подготовки**	**Формы и методы контроля**
1	**2**	**3**	**4**
Раздел 1 **Тема 1.1-1.2** **ПК1.3, ПК2.4** **ПК2.5**	**Умения:** - определять по графикам типы термодинамических процессов и циклов; - графическим способом определять работу в термодинамических процессах, идеальных и действительных циклах; - анализировать характер изменения скорости, температуры и давления энергоизолированного потока газа при движении его в диффузоре и конфузоре; **Знания:** - физические свойства и параметры состояния газа; - законы термодинамики и газовой динамики; - зависимость параметрами состояния идеального газа и работы в термодинамических процессах;	- Определение типа термодинамического процесса и цикла; - Определение характера изменения скорости, давления и температуры газа; - Анализ формулы тяги ГТД; - Определение уровня скорости на срезе сопла. Формулирование и анализ зависимостей	Фронтальная и индивидуальная беседа. Самостоятельная работа. Устный опрос Практическое занятие №1,2. Лабораторная работа № 1,2,3,4 Контрольная работа №1

1	2	3	4
	- зависимости термического КПД и работы в термодинамических циклах;		
Раздел 2 **Тема 2.1-2.5** **ПК1.3,** **ПК2.4** **ПК2.5**	**Умения:** - определять по схемам и разрезным макетам тип ГТД, его основные узлы и детали, типы узлов; - анализировать характер изменения основных параметров ГТД при изменении частоты вращения, скорости и высоты полета; **Знания:** - типы двигателей ЛА; - удельные параметры ТРД; - назначение, требования, типы узлов и деталей ГТД; - принцип работы узлов ГТД; - определение, причины возникновения и меры борьбы с помпажем; - преимущества, недостатки и область применения ГТД.	- Определение типа ГТД, его узлов и деталей; - Анализ дроссельной, скоростной и высотной характеристик - Классификация двигателей; - Формулирование зависимостей и их численное значение; - Определение узла (детали), перечисление требований, типов ГТД; - Анализ процессов, протекающих в элементах ГТД	Фронтальная и индивидуальная беседа. Самостоятельная работа. Устный опрос Практическое занятие №3,4,5,6,7,8 Лабораторная работа № 5 Контрольная работа №2
Раздел 3 **Тема 3.1-3.3** **ПК1.3,** **ПК2.4** **ПК2.5**	**Умения:** - определять по схемам и разрезным макетам тип ПД, его основные узлы и детали, типы узлов **Знания:** - назначение, типы узлов и деталей ПД; - принцип работы узлов ПД, основные понятия рабочего цикла, процессы и такты; - диаграмма газораспределения, индикаторная диаграмма, работа, мощность и экономичность.	- Определение типа ПД, его узлов и деталей. - Определение узла, его состав и типы; - Анализ процессов, протекающих в элементах ГТД; - Анализ диаграмм, формулирование и анализ мощности и экономичности.	Фронтальная и индивидуальная беседа. Самостоятельная работа. Устный опрос Практическое занятие №9 Лабораторная работа № 6

Заместитель директора Кирсановского АТК-
филиала МГТУ ГА по УМР _____ /Н. Н. Карнаущенко/

Заведующий отделением специальности 25.02.01
Кирсановского АТК-филиала МГТУ ГА _____ /А. В. Малинин /

Преподаватель Кирсановского АТК-
филиала МГТУ ГА _____ / Д. А. Малинин /

Программа обсуждена и одобрена методическим

совещанием цикловой комиссии Т, КиТОДЛА

Протокол № 12 от «15» июня 2023г.

Председатель цикловой комиссии Т, К и ТОДЛА

Кирсановского АТК – филиала МГТУ ГА_____О. А. Светлаков

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
МГТУ ГА, Пунт Александр Егорович, директор **16.10.23** 10:03 (MSK) Сертификат 039352AC000EB0A39C49B640B153F51928