

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  
2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОП.04 АЭРОДИНАМИКА ЛА**

2022г

Программа учебной дисциплины разработана в соответствии с ППСЗ  
ФГОС СПО по специальности 25.02.01 Техническая эксплуатация  
летательных аппаратов и двигателей, утверждённым приказом Министерства  
образования и науки Российской Федерации от 22 апреля 2014 г. № 392.  
Зарегистрировано в Минюсте РФ от 27 июня 2014 г.  
Регистрационный №32899.

Организация-разработчик: Кирсановский авиационный технический  
колледж – филиал МГТУ ГА.

Разработчик: преподаватель А.Н. Кужелев

Редактор: заведующий отделением специальности 25.02.01 Малинин А.В.

## **СОДЕРЖАНИЕ:**

ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ...	11
КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12

# 1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.

## «Аэродинамика летательных аппаратов»

### 1.1. Область применения программы.

Программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы 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 «Аэродинамика летательных аппаратов» 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:**

- рассчитывать основные уравнения аэродинамики.

**знать:**

аэродинамические характеристики крыла и летательного аппарата;

- основы аэродинамики больших скоростей;
- воздушный винт;
- установившееся и неустойчивое движения летательного аппарата;
- равновесие, устойчивость, управляемость летательного аппарата.

Техник должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

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 учебной дисциплины:

максимальная учебная нагрузка обучающегося 148 часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 100 часов;
- самостоятельной работы обучающегося 48 часа.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Виды учебной работы	Количество часов
Обязательная учебная нагрузка (всего)	148
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	100
В том числе:	
лабораторные занятия;	11
практические занятия;	8
контрольные занятия.	1
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	48
В том числе:	
работа с учебником;	28
работа с нормативными документами;	2
домашняя работа.	18
Итоговая аттестация в форме экзамена	

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины «Аэродинамика летательных аппаратов».

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся	Количество часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Введение	Аэромеханика, ее содержание и методы изучения. Место предмета в ряду дисциплин, изучаемых в колледже. История развития науки, ее влияние на разработку ЛА, безопасных для полетов. Развитие ГА в России.	2	1
<b>РАЗДЕЛ 1.</b>	<b>ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ.</b>	<b>62 ч.+30*(самостоят.)</b>	
Тема 1.1.	<p>Основные законы и понятия аэромеханики.</p> <p>Основные параметры воздуха. Свойства воздуха. Атмосфера земли. Стандартная атмосфера. Влияние значений параметров воздуха и появление физических свойств на безопасность полетов.</p> <p>Некоторые понятия гидроаэродинамики. Закон неразрывности для идеального газа (жидкости). Уравнение Бернулли для идеальной жидкости (газа). Принцип измерения скорости полета. Роль ППД в обеспечении БП.</p> <p>Обтекание тел потоком воздуха. Принцип обратимости движения. Аэродинамические спектры. Пограничный слой. Явление отрыва пограничного слоя и его влияние на БП. Аэродинамический эксперимент – важное звено в проектировании безопасных авиационных конструкций. Оборудование аэродинамических лабораторий.</p>	10	2
	<b>Лабораторная работа № 1: Исследование обтекания тел дозвуковым потоком. Показ учебного кинофильма.</b>	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся: работа с учебниками.	10*	
Тема 1.2.	<p>Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики крыла и самолета.</p> <p>Принципы создания подъемной силы. Основные части самолета.</p> <p>Геометрия крыла. Профиль крыла и его характеристика. Угол установки крыла. Угол атаки крыла. Крутка крыла.</p> <p>Параметры крыла в плане. Вид крыла спереди. Влияние геометрии крыла на БП.</p> <p>Система координат в аэродинамике. Распределение давления по профилю крыла. Полная аэродинамическая сила крыла и природа ее возникновения.</p> <p>Составляющие полной аэродинамической силы. Подъемная сила крыла: природа ее возникновения, место приложения, численная величина.</p>	26	2

1	2	3	4
	<p>Сила лобового сопротивления. Профильное сопротивление. Индуктивное сопротивление. Природа их возникновения, место приложения, численная величина. Аэродинамическое качество крыла.</p> <p>Аэродинамические характеристики крыла. Влияние угла атаки крыла на аэродинамические коэффициенты и БП.</p> <p>Механизация крыла – средство обеспечения безопасности взлета и посадки самолета. Средства увеличения несущей способности крыла.</p> <p>Средства торможения самолета. Механизация крыла самолета, изучаемых в колледже: Ту-134А, Ан-2, Ил-114, Ту-204, Як-40, Ан-24.</p> <p>Аэродинамика самолета. Аэродинамические силы самолета. Понятие об интерференции частей самолета. Совершенствование аэродинамических форм самолета и методов его эксплуатации - важные условия в направлении обеспечения БП. Аэродинамическое качество самолета. Аэродинамические характеристики самолета.</p>		
	<b>Практическое занятие № 1. Знакомство с ЛА, изучаемыми в колледже.</b>		2
	Самостоятельная работа обучающихся: работа с учебниками.	12*	
	<b>Лабораторная работа № 2: Аэродинамические характеристики крыла.</b>	2	2
	<b>Лабораторная работа № 2: Аэродинамические характеристики крыла.</b>	1	2
	<b>Контрольная работа №1.</b>	1	2

Тема1.3.	<p>Основы аэродинамики больших скоростей.  Общие сведения. Природа возникновения звука. Скорость звука. Число «М» - критерий сжимаемости потока. Указатель числа «М» - прибор контроля опасной скорости полета на данной высоте.  Основные законы аэродинамики больших скоростей. Уравнение неразрывности для сжимаемого потока. Уравнение Бернулли для сжимаемого потока. Физическая сущность закона.  Особенности сверхзвукового потока. Форма потока, непрерывно увеличивающего скорость течения. Сопло Лаваля. Распространение возмущений в сверхзвуковом потоке.  Физическая сущность скачков уплотнения. Обтекание тупых углов, криволинейных поверхностей, профиля крыла.  Классификация скачков уплотнения. Зависимость формы головного скачка уплотнения от формы тела и от скорости потока. Местные скачки уплотнения, их физическая сущность.  Явление волнового кризиса и его влияние на БП. Понятие об <math>M_{кр}</math>. Волновое сопротивление. Влияние сжимаемости на аэродинамические коэффициенты <math>C_{уа}</math> и <math>C_{ха}</math>. Диапазоны скоростей полета.  Средства увеличения <math>M_{кр}</math> и смягчения волнового кризиса, их влияние на БП. Аэродинамические формы скоростного самолета.</p>	16	2
	<b>Лабораторная работа № 3: Исследование обтекания тел сверхзвуковым потоком.</b>	2	
	Самостоятельная работа учащихся с учебником.	4*	
Тема1.4.	<p>Воздушный винт и характеристики силовой установки. Общие сведения о воздушных винтах (ВВ). Геометрия ВВ. Треугольник скоростей элемента лопасти. Аэродинамические силы ВВ. Сила тяги, сила сопротивления, момент сопротивления вращению. Понятие о «легком» и «тяжелом» винтах. Классификация ВВ. Совместная работа винта и двигателя. Режим работы ВВ и их роль в обеспечении БП. Характеристики ВВ и силовой установки. Аэродинамика несущего винта (НВ) вертолѐта. Несущий винт вертолѐта и его параметры. Теория идеального винта. Теория элемента лопасти несущего винта вертолѐта.</p>	10	2
	<b>Лабораторная работа № 4: Испытание модели воздушного винта в потоке воздуха.</b>	2	
	Самостоятельная работа учащихся с учебником.	4*	



<b>РАЗДЕЛ 2. ДИНАМИКА ПОЛЕТА.</b>		<b>18 ч.+8*ч. (самостоят.)</b>	
Тема 2.1.	Режимы установившегося движения самолета. Понятие об установившемся движении самолета. Горизонтальный полет: Определение, схема сил и уравнения движения. Потребные для горизонтального полета скорость, тяга, мощность. Кривые потребной и располагаемой силы тяги. Режимы горизонтального полета. Дальность и продолжительность горизонтального полета. Набор высоты: Скорость, тяга и мощность при наборе высоты. Вертикальная скорость при наборе высоты. Потолки самолета. Снижение самолета: определение режима, схема сил и уравнения движения. Планирование самолета. Скорость планирования. Дальность планирования. Режимы планирования.	10	2
	<b>Практическое занятие №2 - решение задач.</b>		
	Самостоятельная работа учащихся с учебником.	4*	2
Тема 2.2.	Неустановившееся движение самолета. Понятие о неустановившемся движении самолета. Взлет самолета. Стадии взлета самолета. Взлетные характеристики самолета. Посадка самолета. Стадии посадки. Посадочные характеристики. Средства улучшения взлетно-посадочных характеристик самолета. Криволинейный полет самолета в вертикальной плоскости. Схема сил, уравнения движения. Понятие о перегрузке. Правильный вираж: определение, схема сил и уравнения движения. Перегрузка на вираже. Скорость, тяга, мощность на вираже. Радиус виража.	10	2
	<b>Практическое занятие №3 - решение задач.</b>	2	
	Самостоятельная работа учащихся с учебником.	4*	
<b>РАЗДЕЛ 3. РАВНОВЕСИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ САМОЛЕТА. 20 ч.+10* ч. (самостоят.)</b>			
Тема 3.1.	Равновесие самолета. Понятие о средней аэродинамической хорде. Центровка самолета. Влияние нарушения центровки самолета на БП. Оси вращения самолета. Условия равновесия самолета. Причины, вызывающие нарушения равновесия и их влияние на БП.	2	2
	Самостоятельная работа учащихся с учебником.	2*	2
	Устойчивость самолета. Понятие об устойчивости. Понятие о фокусе крыла и фокусе	8	2

Тема 3.2.	самолета. Продольная устойчивость самолета. Условия продольной устойчивости. Балансировочные кривые. Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета и БП. Путевая устойчивость самолета. Факторы, влияющие на путевую устойчивость самолета и БП. Поперечная устойчивость самолета. Факторы, влияющие на поперечную устойчивость самолета и БП. Боковая устойчивость самолета.		
	<b>Лабораторная работа № 5: Испытание модели самолета на продольную устойчивость.</b>	2	2
	Самостоятельная работа учащихся с учебником.	6*	
Тема 3.3.	Управляемость самолета. Управляемость самолета. Понятие об управляемости самолета. Продольная управляемость самолета. Факторы, влияющие на продольную управляемость. Балансировочные кривые. Боковая управляемость самолета. Факторы, влияющие на боковую управляемость и БП. Дифференциальное управление элеронами. Аэродинамическая компенсация рулей и элеронов. Средства балансировки самолета. Роль аэродинамической компенсации и средств балансировки самолета в обеспечении БП.	6	2
	<b>Практическое занятие № 4: Управляемость самолета.</b>	4	2
	Самостоятельная работа учащихся с учебником.		
<b>ВСЕГО:</b>		100+48*	

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

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

Для реализации программы учебной дисциплины имеется в наличии учебный кабинет кабинет аэромеханики, строение 8, аудитория 39, лаборатория аэромеханики.

Оборудование учебного кабинета:

а) Макеты:

- макеты самолетов: Ан-2; Як-40; Ту-134А; Ту-154; Ту-204; Ан-12; Ил-62; Л-410;
- макет «Геометрические параметры воздушного винта»;
- макет «Триммер-флетнер»;
- макет «Треугольник скоростей и аэродинамические силы элемента лопасти».

б) Комплект красочных схем и плакатов.

Оборудование лаборатории:

- три аэродинамические трубы (кольцевая, прямоточная, сверхзвуковая);
- дымовая труба;
- макет крыла с шелковинками;
- дренированная модель крыла и батарейный манометр;
- аэродинамические 2-х компонентные весы;
- установка для определения силы тяги В.В.;
- моментный центровой прибор;
- оборудование для демонстрации учебных фильмов;
- стенды «Примеры оформления лабораторных работ».

#### **3.2. Информационное обеспечение обучения.**

Выполнение программы учебной дисциплины обеспечивается наличием основной и дополнительной литературы.

**Основные источники:** [1]. Кокунина Л.Х. Основы аэродинамики. «Альянс», г. 2015

[2]. Кужелев А.Н. Учебное пособие по аэродинамике. г.Кирсанов, КАТК-филиал МГТУ ГА, 2015 г.

**Дополнительные источники:**

[1]. Николаев Л.Ф. Аэродинамика и динамика полета транспортных самолетов. М., «Транспорт», 1990 г

[2]. Прицкер Д.М., Сахаров Г.И. Аэродинамика. М., «Машиностроение», 1968 г.

[3]. Лигум Т.И. Аэродинамика самолета Ту-134А. М., «Транспорт», 1987 г.

[4]. П.Т.Бехтир, В.П.Бехтир. Практическая аэродинамика самолета Ил-18, М., «Транспорт», 1972.

[5]. П.Бехтир. Практическая аэродинамика самолета Як-42. М., «Транспорт», 1989 г.

[6]. Г.Ципенко, В.П.Бехтир, М.Г.Ефимова, Ю.Н.Стариков.Практическая аэродинамика самолетов Ту-204-120 и Ту-204-120С. М., МГТУ, 2005г.

### Интернет- ресурсы:

Электронная библиотечная система МГТУ ГА.

## 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 обучающимися знаний, умений и навыков. Текущий контроль производится преподавателем в процессе проведения практических знаний и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований. Обучение по учебной дисциплине завершается промежуточной аттестацией в форме экзамена, который проводит преподаватель. Формы и методы промежуточной аттестации и текущего контроля самостоятельно разрабатываются ведущими дисциплину преподавателями и доводятся до сведения обучающихся в установленные сроки. Для промежуточной аттестации и текущего контроля в колледже создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включает в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений основным показателям результатов подготовки (таблица).

Раздел (тема) учебной дисциплины	Результаты (освоенные умения, усвоенные знания)	Основные показатели результатов подготовки	Формы и методы контроля
1	2	3	4
	<b>УМЕНИЯ:</b>		
Тема 1.1 Тема 1.2 Тема 1.3 Тема 1.4	анализировать полученные формулы.	Анализ формул	Практическая занятие №1. Лабораторная работа №1. Контрольная работа №1.
Тема 1.2	по аэродинамическим характеристикам определять характерные углы атаки и при любом угле атаки определять	Умение работать с графиками	Лабораторная работа № 2

	аэродинамические коэффициенты.		
Тема 1.2 Тема 2.5 Тема 2.6 Тема 3.7 Тема 3.8 Тема 3.9	уметь показывать направление сил, действующих на самолет на разных режимах полета и производить сложение этих сил. Находить проекции сил на оси скоростной системы координат и алгебраическую сумму проекций на каждую из осей.	По известной траектории движения центра масс самолета обучающийся должен показать направление осей самолета и направление действующих на него сил и моментов	Практическое занятие №2
	<b>ЗНАНИЯ:</b>		
Тема 1.1	- физические свойства и параметры воздуха (их определения, единицы измерения); - стандартная атмосфера; - основные законы аэродинамики.	Перечисление основных свойств, влияющих на движение летательного аппарата; Формулирование и анализ зависимостей.	Тест по теме 1.1 Практическое занятие №1. Лабораторная работа №1.
Тема 1.2	- геометрия крыла; - природа возникновения аэродинамических сил крыла, формулы для их определения; - назначение и принцип действия средств механизации крыла.	- определения для параметров крыла, их влияние на экономические показатели ЛА; - природа возникновения подъемной силы крыла и факторы, влияющие на величину.	Тест по теме 1.2 Практическое занятие №1. Лабораторная работа №2. Контрольная работа №1.
Тема 1.3	- знание основных законов движения в газовой среде; - отличительные особенности ЛА, имеющего большую скорость от тихоходного ЛА.	- определение по внешнему виду какой этой это ЛА. Аппарат – тихоходный или скоростной.	Тест по теме 1.3 Лабораторная работа №3.
Тема 1.4	- знание основных, геометрических и кинематических параметров воздушного винта; - знание природы возникновения аэродинамических сил воздушного винта, формул для их определения; - знание характеристик силовой установки.	- формулировки геометрических и кинематических параметров воздушного винта; - анализ формул для определения силы тяги и силы сопротивления вращению воздушного винта.	Тест по теме №1.4 Лабораторная работа №4.
Темы 2.5; 2.6	знание схемы сил и уравнений движения ЛА при разных режимах полета.	Для любого режима полета уметь составить схему сил, действующих на ЛА.	Тест по темам 2.5; 2.6 Практические занятия №2; №3.
Темы 3.7; 3.8; 3,9	- знание определений равновесия, устойчивости и управляемости самолета; - условия равновесия,	Умение показать от чего и как зависит устойчивость и управляемость самолета.	Тест по темам 3.7; 3.8; 3.9. Лабораторная

	устойчивости; - органы управляемости самолета.		работа №5. Практическое занятие №4
--	--	--	--

Заместитель директора  
колледжа по УМР  /Н.Н. Карнаущенко/

Заведующий отделением специальности  
25.02.01  /А.В. Малинин/

Преподаватель Кирсановского АТК-  
филиала МГТУ ГА

 /А.Н. Кужелев/

Программа обсуждена и одобрена на  
методическом совещании цикловой комиссии  
А, К и ТОЛА

Протокол №11 от «20» июня 2022г.

Председатель цикловой комиссии А, К и  
ТОЛА  А.Н.Кужелев