

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Кирсановского АТК – филиала  
МГТУ ГА



*А.Е. Пунт*  
/А.Е. Пунт/  
« 28 » 06 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОП.08 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКА ПОЛЁТА**

Программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 25.02.06 Производство и обслуживание авиационной техники, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 декабря 2016 года № 1572, зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 26 декабря 2016 года № 44942(в редакции Приказов Минпросвещения России от 17.12.2020 №747, от 01.09.2022 №796)

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

Разработчик: преподаватель А.Н. Кужелев

Редактор: заведующий отделением специальности 25.02.01 А.В.Малинин

## СОДЕРЖАНИЕ:

ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ...	14
КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИ- ПЛИНЫ .....	15

# 1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ. «ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА»

## 1.1. Область применения программы.

Программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы по специальности СПО 25.02.06 «Производство и обслуживание авиационной техники», базовой подготовки.

**1.2. Место дисциплины** в структуре основной профессиональной образовательной программы: учебная программа дисциплины «Производство и обслуживание авиационной техники» 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.

**Выпускник, освоивший образовательную программу, должен обладать следующими общими компетенциями:**

ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК.02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК.03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК.04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК.05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК.06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения

ОК.07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК.08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности

ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

**Выпускник должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:**

ПК 2.1. Осуществлять оценку технического состояния авиационной техники, средств эксплуатации различными методами и определять объем технического обслуживания в соответствии с методикой оценки состояния авиационной техники и на основе действующей эксплуатационной документации.

ПК 2.2. Проводить комплекс подготовительных и планово-предупредительных работ по обеспечению исправности, работоспособности и готовности авиационной техники, средств эксплуатации к использованию по назначению.

ПК 2.3. Проводить операции по демонтажу-монтажу электрооборудования, приборного оборудования и устранению неисправностей и повреждений авиационной техники в соответствии с технологиями разработчика.

ПК 2.4. Вести учет показателей состояния наработки авиационной техники, средств эксплуатации и разрабатывать рекомендации по дальнейшей ее эксплуатации.

ПК 2.5. Обеспечивать техническое обслуживание и ремонт авиационной техники и осуществлять ведение технической и технологической документации;

ПК 2.6. Выполнять работы по контролю качества работ, по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники в соответствии с действующими нормативными документами

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

максимальная учебная нагрузка обучающегося 100 часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 94 часа;
- лабораторные и практические занятия 20 часов.
- самостоятельная работа 6 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Виды учебной работы	Количество часов
Обязательная учебная нагрузка (всего)	100
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	94
В том числе:	
лабораторные занятия;	12
практические занятия;	8
контрольные занятия.	
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	6
В том числе:	
работа с учебником;	6
работа с нормативными документами;	
домашняя работа.	
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
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
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. ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ-58 часов +(2 часа - работа с учебником)</b>			
Тема 1.	<p><b>Основные законы и понятия аэромеханики.</b></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 ПШД 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>	8	2
	Лабораторная работа № 1: Исследование обтекания тел дозвуковым потоком. Показ учебного кинофильма.	2	2



1	2	3	4
<p>Тема 2.</p>	<p><b>Аэродинамические силы, аэродинамические характеристики крыла и самолета.</b>          Принципы создания подъемной силы. Основные части самолета.          Геометрия крыла. Профиль крыла и его характеристика. Угол установки крыла.          Угол атаки крыла. Крутка крыла.          Параметры крыла в плане. Вид крыла спереди. Влияние геометрии крыла на БП.          Система координат в аэродинамике. Распределение давления по профилю крыла. Полная аэродинамическая сила крыла и природа ее возникновения.          Составляющие полной аэродинамической силы. Подъемная сила крыла: природа ее возникновения, место приложения, численная величина.          Сила лобового сопротивления. Профильное сопротивление. Индуктивное сопротивление. Природа их возникновения, место приложения, численная величина. Аэродинамическое качество крыла.          Аэродинамические характеристики крыла. Влияние угла атаки крыла на аэродинамические коэффициенты и БП.          Механизация крыла – средство обеспечения безопасности взлета и посадки самолета. Средства увеличения несущей способности крыла.          Средства торможения самолета. Механизация крыла самолета, изучаемых в колледже: Ту-134А, Ан-2, Ил-114, Ту-204, Як-40, Ан-24 RRJ-95В.          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> <p><b>Практическое занятие №1 "Знакомство с ЛА изучаемыми в колледже".</b></p> <p><b>Лабораторная работа №2 «Аэродинамические характеристики крыла».</b></p>	<p>3</p> <p>21</p>	<p>4</p> <p>2</p>
		<p>2</p>	<p>2</p>
		<p>3</p>	<p>2</p>

I	2	3	4
Тема3.	<p><b>2</b></p> <p><b>Основы аэродинамики больших скоростей.</b>  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 увеличивающегося скорость течения. Сопло Лавала. 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_{хa}</math>. Диапазоны скоростей полета.  Средства увеличения <math>M_{кр}</math> и смягчения волнового кризиса, их влияние на БП. Аэродинамические формы скоростного самолета.</p> <p><b>Лабораторная работа № 3: Исследование обтекания тел сверхзвуковым потоком.</b></p>	14	2

1	2	3	4
Тема 4.	<p><b>Воздушный винт и характеристики силовой установки.</b> 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 вертолёта. Несущий (основной) винт вертолёта. Работа несущего винта. Разновидности несущих винтов. Нагрузки на несущие винты. Схемы крепления лопастей.</p> <p><b>Лабораторная работа № 4: Испытание модели воздушного винта в потоке воздуха.</b></p> <p><b>Практическое занятие №2 «Воздушный винт»</b></p>	8	2
Тема 5.	<p><b>РАЗДЕЛ 2. ДИНАМИКА ПОЛЕТА-16 часов+(2 часа - работа с учебником)</b></p> <p><b>Режимы установившегося движения самолета.</b></p> <p>Понятие об установившемся движении самолета. Горизонтальный полёт. Схема сил и уравнение движения. Потребная скорость, тяга, мощность, удельная нагрузка на крыло, угла атаки и высоты полёта для горизонтального полёта. Набор высоты. Режим набора высоты. Скорость, тяга, мощность при наборе высоты. Вертикальная скорость. Потолок самолёта (статический и динамический). Кривые потребной и располагаемой тяги, и мощности. Понятие об избытке тяги и мощности. Два режима горизонтального полёта. Влияние веса на горизонтальный полёт. Влияние высоты на горизонтальный полёт. Продолжительность и дальность полёта. Снижение самолёта. Снижение с работающим двигателем. Планирование самолёта: определение режима планирования, схе-</p>	8	2

	ма сил и уравнение движения. Скорость при планировании. Дальность планирования. Максимальная дальность планирования изучаемого самолёта. Поляра скоростей при планировании и два режима планирования. Парашютирование. Пикирование.		
Тема 6.	<b>Неустойчившееся движение самолета.</b> Понятие о неустойчившемся движении самолета. Взлет самолета. Стадии взлета самолета. Взлетные характеристики самолета. Посадка самолета. Стадии посадки. Посадочные характеристики самолета. 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. <b>Практическое занятие №3. Решение задач по динамике полёта.</b>	6	2
<b>РАЗДЕЛ 3. РАВНОВЕСИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ САМОЛЁТА – 18 часов+(2* часа - работа с учебником)</b>			
Тема 7.	<b>Равновесие самолета.</b> 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
Тема 8.	<b>Устойчивость самолёта.</b> Понятие об устойчивости. Понятие о фокусе крыла и фокусе самолёта. 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	6	2

	устойчивость самолета.		
	<b>Лабораторная работа № 5: Испытание модели самолета на продольную устойчивость.</b>	2	2
Тема 9.	<b>Управляемость самолета.</b> 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>	2	2
<b>ВСЕГО:</b>		94	

### **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	Практическое занятие №1. Лабораторная работа №1.

			Контрольная работа №1.
Тема 1.2	по аэродинамическим характеристикам определять характерные углы атаки и при любом угле атаки определять аэродинамические коэффициенты.	Умение работать с графиками	Лабораторная работа № 2
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.
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основных, геометрических и кинематических параметров воздушного винта;</li> <li>- знание природы возникновения аэродинамических сил воздушного винта, формул для их определения;</li> <li>- знание характеристик силовой установки.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировки геометрических и кинематических параметров воздушного винта;</li> <li>- анализ формул для определения силы тяги и силы сопротивления вращению воздушного винта.</li> </ul>	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание определений равновесия, устойчивости и управляемости самолета;</li> <li>- условия равновесия, устойчивости;</li> <li>- органы управляемости самолета.</li> </ul>	Умение показать от чего и как зависит устойчивость и управляемость самолета.	Тест по темам 3.7; 3.8; 3.9. Лабораторная 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 2024г.

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