



государственное автономное учреждение  
Калининградской области  
профессиональная образовательная организация  
**«КОЛЛЕДЖ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА»**

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 7ADA4EFOE26F9347F58545EB00C15B31C  
Владелец: ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ  
ОБЛАСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «КОЛЛЕДЖ  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА»  
Действителен: с 07.11.2022 до 31.01.2024

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы аэродинамики и динамики полета**

2023

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного стандарта среднего профессионального образования (далее - ФГОС СПО) по специальности **25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем**.

Организация-разработчик: государственное автономное учреждение Калининградской области профессиональная образовательная организация «Колледж предпринимательства»

Разработчики:

Зверев М.В. - ГАУ КО «Колледж предпринимательства», преподаватель

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена на заседании отделения информационных технологий. Протокол № 6 от 30.06.2023

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>стр. 4</b>
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>11</b>
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>13</b>

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Основы аэродинамики и динамики полета

### 1.1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Учебная дисциплина Основы аэродинамики, динамики полета и летно-технические характеристики беспилотных воздушных судов является частью общепрофессионального цикла основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем.

Учебная дисциплина Основы аэродинамики и динамики полета обеспечивает формирование общих компетенций по всем видам деятельности ФГОС СПО по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем. Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии компетенций ОК 01- ОК 05, ОК 09, ОК 10.

### 1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ОК	Умения	Знания
ОК 02 ОК 04 ОК 09 ОК 10 ПК 1.5 ПК 1.6 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.5 ПК 2.6 ПК 3.2 ПК 3.4 ПК 3.5	<p><input type="checkbox"/> применять знания по обработке данных, полученных при использовании дистанционно пилотируемых воздушных судов самолетного типа;</p> <p><input type="checkbox"/> проводить проверки исправности, работоспособности и готовности дистанционно пилотируемых воздушных судов вертолетного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов к использованию по назначению;</p> <p><input type="checkbox"/> вести учёт срока службы, наработки объектов эксплуатации, причин отказов, неисправностей и повреждений беспилотных воздушных судов вертолетного типа;</p>	<p>– назначение, основных измерительных приборов и контрольно-проверочной аппаратуры.</p> <p>– правила наладки измерительных приборов и контрольно-проверочной аппаратуры.</p> <p>– основные правила и процедуры проведения проверок исправности, работоспособности и готовности дистанционно пилотируемых воздушных судов вертолетного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов к использованию по назначению.</p> <p>– процедуры по предупреждению, выявлению и устранению прямых и косвенных причин снижения надежности дистанционно пилотируемых воздушных судов вертолетного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов.</p> <p>– порядок ведения учёта срока службы, наработки объектов эксплуатации, причин отказов,</p>

<p>□ проводить входной контроль функциональных узлов, деталей и материалов оборудования полезной нагрузки беспилотного воздушного судна в соответствии с разработанным технологическим процессом;</p> <p>□ подготавливать к эксплуатации бортовые системы и оборудование полезной нагрузки, вычислительные устройства и системы, а также системы крепления внешнего груза;</p> <p>□ использовать системы крепления внешнего груза для осуществления доставки с помощью беспилотных авиационных систем с использованием дистанционно пилотируемого воздушного судна и автоматического управления посредством посадки, спуска и сброса;</p> <p>□ подключать приборы, регистрации характеристик и параметров и обрабатывать полученные результаты;</p> <p>□ использовать бортовые системы регистрации полетных данных, сбора и передачи информации, включая системы фото- и видеосъемки, а также иных систем мониторинга земной поверхности и воздушного пространства;</p> <p>□ обрабатывать полученную полетную информацию;</p> <p>□ обнаруживать и устранять неисправности бортовых систем регистрации полетных данных, сбора и передачи информации, включая системы фото- и видеосъемки, а также иных систем</p>	<p>неисправностей и повреждений беспилотных воздушных судов вертолетного типа;</p> <p>– основные типы конструкции бортовых систем и оборудования полезной нагрузки, вычислительных устройств и систем, а также систем крепления внешнего груза;</p> <p>– порядок проведения входного контроля функциональных узлов, деталей и материалов оборудования полезной нагрузки беспилотного воздушного судна в соответствии с разработанным технологическим процессом;</p> <p>– порог подготовки к эксплуатации бортовых систем и оборудования полезной нагрузки, вычислительных устройств и систем, а также систем крепления внешнего груза;</p> <p>– правила технической эксплуатации, регламентов и технологий обслуживания систем функциональной полезной нагрузки беспилотного воздушного судна;</p> <p>– порядок использования систем крепления внешнего груза для осуществления доставки с помощью беспилотных авиационных систем с использованием дистанционно пилотируемого воздушного судна и автоматического управления посредством посадки, спуска и сброса;</p> <p>– состав, функции и возможности использования информационных и телекоммуникационных технологий для сбора и передачи информации;</p> <p>– порядок использования бортовых систем регистрации полетных данных, сбора и передачи информации, включая системы фото- и видеосъемки, а также иные системы мониторинга земной поверхности и воздушного пространства;</p> <p>– методы обработки полученной полетной информации;</p> <p>– возможных неисправностей оборудования, способы их обнаружения и</p>
--	--

	мониторинга земной поверхности и воздушного пространства.	устранения; порядок наладки, настройки, регулировки и проверки оборудования и систем в лабораторных условиях и на беспилотном воздушном судне.
--	---	---

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Суммарная учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем</b>	122
<b>Объем образовательной программы</b>	116
в том числе:	
теоретическое обучение	40
практические занятия	74
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2</b>
<b>Промежуточная аттестация в форме экзамена</b>	<b>12</b>

## 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины Основы аэродинамики и динамики полета

Наименование раздела и темы	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Осваиваемые компетенции	
<b>Раздел 1 Аэродинамика</b>		<b>38</b>		
<b>Тема 1.1 Аэродинамика как наука</b>	Содержание учебного материала	8	ОК 9 ПК 1.5	
	1 <b>Строение атмосферы.</b> Основные физико-механические свойства воздуха: плотность, статическое давление, температура, вязкость газов, инертность сжимаемость воздуха. Международная стандартная атмосфера (МСА), причины ее ввода.			
	2 <b>Основные законы аэродинамики.</b> Уравнение состояния газов. Уравнение постоянства расхода (уравнение неразрывности) - закон Эйлера. Закон природы, лежащий в основе аэродинамики. Уравнение Бернулли. Зависимость давления и скорости воздушного потока от площади поперечного сечения. Полная энергия потока. Скоростной напор.			
	3 <b>Понятие воздушного потока</b> и струйки воздуха. Обтекание тел воздушным потоком. Понятие о пограничном слое. Режимы течения в пограничном слое. Число Рейнольдса.			
<b>Тема 1.2 Причины возникновения аэродинамических сил на крыле</b>	Содержание учебного материала	28	ОК 2, 9, ПК 2.2	
	1 <b>Геометрические характеристики крыла.</b> Размах, удлинение, угол стреловидности, угол поперечного V крыла. Профиль крыла, хорда, относительная толщина профиля.			
	2 Причина образования подъемной силы, лобового сопротивления, полной аэродинамической силы. Индуктивное сопротивление. Аэродинамические коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления.			
	3 <b>Зависимость аэродинамических сил от угла атаки.</b> Поляра крыла, поляра самолета. Зависимость коэффициента подъемной силы от угла атаки. Характерные углы атаки на поляре. Аэродинамическое качество крыла и самолета. Интерференция. Пути повышения качества самолета.			
	4 <b>Распространение малых возмущений при различных скоростях полета.</b> Конус Маха, число Маха. Возникновение «скачков уплотнения».			
	Практическое занятие			2
1	Использование законов и уравнений по аэродинамике для выполнения расчетов параметров.			



<b>Раздел 2 Основы конструкции и авиационных двигателей</b>		<b>30</b>		
<b>Тема 2.1 Общие сведения об воздухоплавании и беспилотных летательных аппаратов</b>	Содержание учебного материала		2	ОК 2,9 ПК 2.2
	1	История развития воздухоплавания. Первые попытки создания летательных аппаратов (самолет Можайского) и выполнения полетов на них. Первые успешные полеты братьев Райт. История развития БПЛА.		
<b>Тема 2.2 Беспилотные воздушные суда и требования, предъявляемые к ним</b>	Содержание учебного материала		2	ОК 2, 4, 9, 10 ПК 2.2
	1	<b>Современные БВС, эксплуатируемые в России.</b> Классификация БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку. Лётно-технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России, США, Англии, Франции.		
	Практическое занятие		2	
	2	Анализ летно-технических характеристик современных ВС Российских и зарубежного производства		
<b>Тема 2.3 Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолетного типа</b>	Содержание учебного материала		8	ОК 2, 4, 9,10 ПК 1.6, 2.2, 2.5, 2.6, 3.2, 3.5
	1	<b>Требования, предъявляемые к БВС самолетного типа.</b> Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки. Назначение фюзеляжа, крыла, шасси, оперения, требования, предъявляемые к ним, их конструктивные особенности. Силовой набор. Продольный и поперечный набор.		
	2	<b>Управление БВС самолетного типа.</b> Назначение и расположение органов управления и рулевых поверхностей (руля высоты, направления, элеронов, спойлеров). Принцип управления БВС		
	3	<b>Взлетно-посадочная механизация крыла.</b> Назначение. Виды механизации. Варианты использования на взлете и посадке		
	4	<b>Силовые установки:</b> поршневые, турбовинтовые, турбовентиляторные реактивные. Требования, предъявляемые к ним. Их отличия, преимущества, недостатки. Условия эксплуатации		
	Практическое занятие			
	3	Анализ конструкции планера самолета типа «Летающее крыло»	2	

<b>Тема 2.4</b> <b>Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа</b>	Содержание учебного материала		4	ОК 2,9 ПК 2.2, 2.5, 3.5
	1	<b>Беспилотные воздушные суда вертолетного типа.</b> Отечественные и зарубежные. Конструктивные особенности БВС с одноосной и двухосной схемой. Применение в народном хозяйстве. Роль и назначение несущего винта, рулевого винта.		
	2	<b>Особенности управления БВС вертолетного типа.</b> Расположение органов управления. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки.		
<b>Тема 2.5</b> <b>Основные конструкции беспилотных воздушных судов мультироторного типа</b>	Содержание учебного материала		8	ОК 2, 4, 9,10 ПК 2.6, 2.2, 2.5, 2.6, 3.2,3.5
	1	<b>Беспилотные воздушные суда мультироторного типа.</b> Отечественные и зарубежные. Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки. Винтомоторная группа, виды.		
	2	<b>Система управления.</b> Назначение и расположение органов управления. Принцип управления БВС. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки.		
	3	<b>Силовые установки:</b> Электрические, поршневые, гибридные. Их отличия, преимущества, недостатки. Условия эксплуатации. Система питания, топливная система.		
	Практическое занятие			
	4	Анализ конструкции БВС типа «Квадрокоптер»	2	
<b>Раздел 3 Динамика полета беспилотных воздушных судов</b>			<b>44</b>	
<b>Тема 3.1</b> <b>Этапы полета БВС самолетного типа</b>	Содержание учебного материала		8	ОК 2,9 ПК 1.5, 2.2.
	1	<b>Взлет самолета.</b> Траектория движения и основные участки взлета. Основные взлетные характеристики. Обеспечение безопасности взлета. Взлетно-посадочная механизация крыла. Основные характеристики набора высоты. Влияние эксплуатационных факторов на длину разбега и взлетную дистанцию.		
	2	<b>Горизонтальный полет.</b> Уравнение движения горизонтального полета. Потребная скорость горизонтального полета. Влияние эксплуатационных факторов. Потребная тяга и мощность для горизонтального полета. Кривые потребных и располагаемых тяг и мощностей		

	3	<b>Виращ.</b> Разворот. Уравнение движения самолета по криволинейной траектории в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Основные характеристики правильного виража. Перегрузка и ее зависимость от крена. Спираль.		
	4	<b>Снижение самолета.</b> Траектория движения и основные участки посадки. Основные характеристики снижения. Влияние эксплуатационных факторов на длину пробега и посадочную дистанцию.		
<b>Тема 3.2 Равновесие, устойчивость и управляемость БВС самолетного типа</b>	Содержание учебного материала		16	ОК 2, 9 ПК 1.5, 2.1, 2.2, 2.5,
	1	<b>Основные понятия равновесия и устойчивости ВС.</b> Центр тяжести самолета. Центровка. Причины ограничения предельно-передней и предельно-задней центровок самолета.		
	2	<b>Продольная устойчивость и управляемость самолета.</b> Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета. Балансировка самолета.		
	3	<b>Путевая устойчивость и управляемость.</b> Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета. Боковые силы и моменты.		
	4	<b>Поперечная устойчивость и управляемость.</b> Боковая устойчивость и управляемость. Полет на больших углах атаки. Ограничения ВС по углу атаки. Автомат углов атаки и сигнализации перегрузок.		
	5	<b>Полет в условиях обледенения.</b> Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия обледенения. Полет в турбулентной атмосфере, ограничение по скорости. Попадание ВС в зону спутного следа.		
	6	<b>Попадание ВС в зону ливневых осадков.</b> Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия ливневых осадков.		
	7	<b>Теоретический и практический потолок полета ВС.</b> Причины ограничения. Оптимальная высота полета. Понятие о дальности и продолжительности полета. Часовые и километровые расходы топлива. Допустимые высоты полета самолета.		
	Практическое занятие		2	
	5	Определение САХ (средней аэродинамической хорды) и центровки самолета		

<b>Тема 3.3</b> <b>Особенности</b> <b>аэродинамики</b> <b>и динамики полета</b> <b>БВС вертолетного</b> <b>типа</b>	Содержание учебного материала		4	ОК 2, 9 ПК 2.1, 2.2, 2.5,
	1	<b>Динамика полета БВС вертолетного типа.</b> Назначение несущего и рулевого винтов на вертолете. Создание подъемной силы (тяги) несущим винтом. Силы и моменты, действующие на вертолет в полете. Центровка вертолета. Балансировка вертолета. Устойчивость вертолета.		
	2	Управление вертолетом, органы управления. Виды взлета и посадки вертолета. Режимы самовращения несущего винта. Маневрирование вертолета. Ограничения по взлетным массам.		
<b>Тема 3.4</b> <b>Особенности</b> <b>аэродинамики</b> <b>и динамики полета</b> <b>БВС мультироторного</b> <b>типа</b>	Содержание учебного материала		12	ОК 2,9 ПК 2.1, 2.2, 2.5, 2.6, 3.2, 3.4
	1	<b>Динамика полета БВС мультироторного типа.</b> Назначение несущих винтов на квадрокоптере. Создание подъемной силы (тяги). Силы и моменты, действующие в полете.		
	2	Управление квадрокоптером, органы управления. Этапы полета. Маневрирование квадрокоптера. Боковая устойчивость и управляемость. Центровка. Балансировка. Ограничения по взлетным массам. Ограничения ВС по углу атаки. Полет в турбулентной атмосфере. Дальности и продолжительности полета. Допустимые высоты полета.		
	Практическое занятие		2	
	6	Анализ систем управления БВС типа «квадрокоптер».		
<b>Экзамен</b>			<b>12</b>	
<b>Всего</b>			<b>116</b>	

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

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

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета «Аэродинамика и конструкции ВС».

Оборудование учебного кабинета:

- посадочные места по количеству обучающихся - 30;
- рабочее место преподавателя - 1;
- схемы и плакаты по аэродинамике и системам ДПВС;
- макеты БАС

Технические средства обучения:

- компьютер с лицензионной программой;
- мультимедийный проектор;
- экран;

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

-

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

##### **Основные источники**

1. Мхитарян А.М. Аэродинамика: Учебник для вузов. - 2-е издание. перераб. -М.:ЭКОЛИТ, 2022. - 445, 3 с.: ил.

##### **Дополнительные источники**

1. Кокунина Л.Х. Основы аэродинамики: Учебник для сред. спец. учеб. заведений. - 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Транспорт, 2022. -197с
2. Прицкер Д.М. и Сахаров Г.И. Аэродинамика. Учебное пособие для авиационных техникумов. М.: Машиностроение, 2022. 310 с.: ил.

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

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

Результаты обучения	Критерии оценки	Формы и методы оценки
<b>Уметь:</b> - определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов (БВС);	Выполнение расчетов параметров статических и динамических нагрузок в соответствии с заданными условиями.	Текущий контроль в форме устных и письменных ответов на контрольные вопросы; оценка знаний и умений студентов на практических занятиях;
<b>Знать:</b> - основы аэродинамики беспилотных воздушных судов самолетного и вертолетного типа, их центровку и этапы полета; - летно-технические характеристики беспилотных ВС, основные конструкции беспилотных ВС (планер, системы управления, энергетические системы, топливные системы); - классификацию авиадвигателей и принципы работы, компоновку различных типов беспилотных ВС, системы защиты беспилотных ВС (противопожарная, противообледенительная)	Формулирует основные понятия и определения аэродинамических законов. Описывает основные принципы полета и динамики самолета и вертолета. Систематизирует факторы, влияющие на устойчивость и управляемость авиационной техники и ее балансировки на всех режимах полета.	контрольная работа. Выполнение индивидуальных заданий.