

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Граков Федор Николаевич

Должность: Исполняющий обязанности директора Института агроинженерии

Дата подписания: 11.03.2025 09:18:50

Уникальный программный ключ:

654718f633077684ab957bcdde1f6e02b861f463

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ**

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о. директора Института  
агроинженерии**



**Н.Г. Корнещук**

**23 мая 2024 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОПЦ.09 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА**

**для специальности**

**25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем**

**среднего профессионального образования**

**(программа подготовки специалистов среднего звена)**

**Форма обучения – очная, заочная**

**Челябинск  
2024**

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ФГОС СПО), утвержденного приказом Минпросвещения России от 09.01.2023 г. № 2, по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем, учебным планом. Реализация воспитательного потенциала учебной дисциплины в процессе организации учебной деятельности обучающихся предусматривает использование воспитательных возможностей содержания дисциплины для формирования у обучающихся планируемых личностных результатов в соответствии с целью и задачами Рабочей программы воспитания.

При реализации программы учебной дисциплины используются различные образовательные технологии, в том числе дистанционные образовательные технологии и электронное обучение.

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель:

- доктор технических наук, профессор кафедры «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие» Старцев А.В.

Рабочая программа учебной дисциплины обсуждена на заседании «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие» «15» мая 2024 г. (протокол № 8).

Зав. кафедрой

«Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие»  
кандидат технических наук, доцент



Ф.Н. Граков

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией Института агроинженерии

21 мая 2024 г. (протокол № 5).

Председатель методической комиссии

Института агроинженерии

ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ,  
доктор педагогических наук, доцент



Н.Г. Корнешук

Директор научной библиотеки



И.В. Шатрова

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	13
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	14
5. ПЛАНИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВНЫХ И ИНТЕРАКТИВНЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ	15 16
6.	

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.07 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ, ДИНАМИКИ ПОЛЕТА И ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

## 1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 25.02.08. Эксплуатация беспилотных авиационных систем.

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

Дисциплина «Основы аэродинамики и динамики полета» находится в общепрофессиональном цикле и относится к общепрофессиональным дисциплинам

## 1.3. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 2;4;9	определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов.	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)

Содержание дисциплины должно быть ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей ОП.01 по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем, и овладению общими и профессиональными компетенциями (ПК):

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

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Организовывать и осуществлять предварительную и предполетную подготовку беспилотных воздушных судов самолетного типа.

ПК 1.3. Осуществлять взаимодействие со службами организации и управления воздушным движением при организации и выполнении полетов и авиационных работ беспилотными воздушными судами самолетного типа.

ПК 2.1. Организовывать и осуществлять предварительную и предполетную подготовку беспилотных воздушных судов вертолетного типа.

ПК 2.3. Осуществлять взаимодействие со службами организации и управления воздушным движением при организации и выполнении полетов и авиационных работ воздушными судами вертолетного типа.

ПК 3.1. Организовывать и осуществлять предварительную и предполетную подготовку беспилотных воздушных судов смешанного типа.

ПК 3.3. Осуществлять взаимодействие со службами организации и управления воздушным движением при организации и выполнении полетов и авиационных работ беспилотными воздушными судами смешанного типа.

ПК 4.1. Осуществлять техническую эксплуатацию функционального оборудования, систем регистрации полетных данных, сбора и передачи информации.

ПК 4.2. Осуществлять техническую эксплуатацию систем фото- и видеосъемки, систем специализированного навесного оборудования, системы мониторинга земной поверхности и воздушного пространства, а также систем крепления внешнего груза.

ПК 4.3. Осуществлять ведение эксплуатационно-технической документации.

## 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>	76
<b>Объем образовательной программы</b>	96
в том числе:	
теоретическое обучение	50
лабораторные работы (если предусмотрено)	-
практические занятия (если предусмотрено)	20
<i>Самостоятельная работа подготовка сообщений</i>	14
<b>Консультации</b>	6
<b>Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена</b>	6

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формируемых которыми способствует элемент программы
<b>Основы аэродинамики, динамика полета и летно-технические характеристики беспилотных воздушных судов</b>			
<b>Раздел 1. Основы конструкции БВС и авиационных двигателей.</b>			
<b>Тема 1.1. Беспилотные воздушные суда и требования, предъявляемые к ним.</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК 02;04;09 ПК 1.1; 1.3; 2.1;2.3; 3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 4.3
	1 <b>Современные БВС, эксплуатируемые в России.</b> БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку. Летно-технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России, США, Англии, Франции.		
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Изучение летно-технических характеристик современных БВС Российских и зарубежного производства.		
	Самостоятельная работа обучающихся	-	
<b>Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолетного типа.</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	8	ОК 02;04;09 ПК 1.1; 1.3; 2.1;2.3; 3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 4.3
	1 <b>Требования, предъявляемые к БВС.</b> Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки.		
	2 <b>Назначение фюзеляжа, крыла, шасси, оперения.</b> Требования, предъявляемые к ним, их конструктивные особенности. Силовой лабор. Продольный и поперечный набор.		
	3 <b>Управление БВС.</b> Назначение и расположение органов управления и рулевых поверхностей (руля высоты, направления, элеронов, спойлеров). Принцип управления БВС.		
	4 <b>Взлетно-посадочная механизация крыла.</b> Назначение. Виды механизации. Варианты использования на взлете и посадке.		
	5 <b>Силовые установки:</b> поршневые, турбовинтовые, турбовентиляторные реактивные. Требования, предъявляемые к ним. Их отличия,		

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций , формируван ию которых способствует элемент программы
	<p>преимущества, недостатки Условия эксплуатации.</p> <p><b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b></p> <p>1. Знакомство с конструкцией планера самолета, шасси.</p> <p>2. Знакомство с конструкцией поршневых, турбовинтовых и турбовентиляторных двигателей</p> <p>3. Анализ отличий силовых установок по способу получения и передачи энергии.</p> <p><b>Самостоятельная работа обучающихся</b></p>	6	
<p><b>Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа.</b></p>	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>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.</p> <p>2 <b>Особенности управления БВС вертолетного типа.</b> Расположение органов управления. Динамика полета. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки.</p> <p><b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b></p> <p>Анализ отличий в условиях эксплуатации силовых установок БВС самолетного и вертолетного типов.</p> <p><b>Самостоятельная работа обучающихся</b></p>	4	<p>ОК 02;04;09 ПК 1.1; 1.3; 2.1;2.3; 3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 4.3</p>
<b>Раздел 2. Аэродинамика, динамика полета БВС.</b>			
<b>Тема 2.1. Аэродинамика</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	8	



Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формирование которых способствует элемент программы	
как наука.	1 <b>Аэродинамика как наука.</b> Стрессные атмосферы. Основные физико-механические свойства воздуха: плотность, статическое давление, температура, вязкость газов, инертность сжимаемость воздуха МСА. Причины ее ввода.	2	ОК 02,04;09 ПК 1.1; 1.3; 2.1,2.3; 3.1; 3.3, 4.1; 4.2, 4.3	
	2 <b>Основные законы аэродинамики.</b> Управление состояния газов. Уравнение постоянства расхода (уравнение неразрывности) закон Эйлера. Какой закон природы лежит в основе.			
	3 <b>Уравнение Бернулли.</b> Зависимость давления и скорости воздушного потока от площади поперечного сечения. Полная энергия потока. Скоростной напор			
	4 <b>Понятие воздушного потока и струйки воздуха.</b> Обтекание тел воздушным потоком. Понятие о пограничном слое. Режимы течения в пограничном слое. Число Рейнольдса.			
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>			
	Использование законов и уравнений по аэродинамике для проведения расчетов. Решение задач по аэродинамике (в соответствии с заданием).			
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	-		
Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле.	<b>Содержание учебного материала</b>		ОК 02;04;09 ПК 1.1, 1.3; 2.1;2.3; 3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 4.3	
	1 <b>Геометрические характеристики крыла.</b> Размах, удлинение, угол стреловидности, угол поперечного V. Профиль крыла, хорда, относительная толщина профиля.	8		
	2 <b>Причина образования подъемной силы, лобового сопротивления, полной аэродинамической силы</b> Индуктивное сопротивление. Аэродинамические коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления.			

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формирование которых способствует элемент программы
	<p>3 <b>Зависимость аэродинамических сил от угла атаки.</b> Поляра крыла, поляра самолета. Зависимость <math>C_y</math> по <math>\alpha</math>. Характерные углы атаки на поляре. Аэродинамическое качество крыла и самолета.</p> <p>4 <b>Распространение малых возмущений при различных скоростях полета.</b> Конус Маха, число Маха. Возникновение «скачков уплотнения». Интерференция. Пути повышения <math>K</math> самолета.</p> <p>Тематика практических занятий и лабораторных работ</p> <p>Рассмотрение аэродинамических сил на крыле конкретного типа ВС.</p> <p>Самостоятельная работа обучающихся</p>	2	
Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа.	<p>Содержание учебного материала</p> <p>1 <b>Взлет самолета.</b> Траектория движения и основные участки взлета на безопасную дистанцию</p> <p>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</p> <p>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.</p> <p>4 <b>Снижение самолета.</b> Траектория движения и основные участки посадки. Основные характеристики снижения. Влияние эксплуатационных факторов на длину пробега и посадочную дистанцию.</p>	8	<p>ОК</p> <p>02;04;09</p> <p>ПК 1.1; 1.3;</p> <p>2.1;2.3; 3.1;</p> <p>3.3; 4.1; 4.2;</p> <p>4.3</p>

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формируению которых способствует элемент программы
	Тематика практических занятий и лабораторных работ	2	
	Знакомство с системами управления самолетом. Расположение органов управления и рулевых поверхностей.		
	Самостоятельная работа обучающихся подготовка сообщений по теме	4	
Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета.	Содержание учебного материала	10	ОК 02;04;09 ПК 1.1; 1.3; 2.1;2.3; 3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 4.3
	1 Основные понятия равновесия и устойчивости ВС. Центр тяжести БВС Центровка Причины ограничения предельно-передней и предельно-задней центровок БВС.		
	2 Продольная устойчивость и управляемость БВС. Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета. Балансировка БВС.		
	3 Пугевая устойчивость и управляемость. Факторы, влияющие на продольную устойчивость. Боковые силы и моменты.		
	4 Поперечная устойчивость и управляемость. Боковая устойчивость и управляемость. Полет на больших углах атаки. Ограничения ВС по углу атаки. АУАСП, сигнализация.		
	5 Полет в условиях обледенения. Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия обледенения Полет в турбулентной атмосфере, ограничение по скорости. Попадание ВС в зону спутного следа.		
	6 Попадание ВС в зону ливневых осадков. Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия ливневых осадков.		
	7 Теоретический и практический потолки полета ВС. Причины ограничения. Оптимальная высота полета. Понятие о дальности и продолжительности полета Часовые и километровые расходы топлива. Допустимые высоты полета самолета.		
	Тематика практических занятий и лабораторных работ	2	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формируению которых способствует элемент программы
	Определение САХ и центровки самолета. Самостоятельная работа обучающихся	2	
Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа.	Содержание учебного материала	2	ОК 02:04,09 ПК 1.1; 1.3; 2.1;2.3; 3.1, 3.3; 4.1; 4.2; 4.3
	1 Особенности аэродинамики и динамики полета БВС. Назначение несущего и рулевого винтов на вертолете. Создание подъемной силы (тяги) несущим винтом. Аэродинамические силы, действующие на БВС. Управление БВС, органы управления. Виды взлета и посадки БВС		
	Тематика практических занятий и лабораторных работ	2	
	Знакомство с системами управления БВС, расположением органов управления, несущего и рулевого винтов.		
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
Консультации		6	
Промежуточная аттестация	экзамен	6	
Всего:		96	

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

3.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, проспект Ленина, 75, главный корпус, аудитория №305

Помещения для самостоятельной работы, 454080, г. Челябинск, проспект Ленина 75, главный корпус, аудитория № 303,

Компьютерный класс

454080, г. Челябинск, проспект Ленина 75, главный корпус, аудитория №317

#### **3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемых для использования в образовательном процессе

##### **3.2.1. Основная литература**

1. Аэромеханика и аэродинамика / под редакцией В. Г. Ципенко. — 4-е изд. — Москва : Дашков и К, 2021. — 292 с. — ISBN 978-5-394-04412-0. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/230138>

2. Кривель, С. М. Динамика полета. Расчет летно-технических и пилотажных характеристик самолета / С. М. Кривель. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 192 с. — ISBN 978-5-507-46004-5. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292991>

##### **3.2.1. Дополнительная литература**

1. Бабеева, Е. Р. Создание и обработка проекта беспилотного летательного аппарата на цифровой фотограмметрической системе PHOTOMOD : методические указания / Е. Р. Бабеева, Н. П. Староста. — Новосибирск : СГУГиТ, 2022. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/317549>

##### **3.2.3. Электронные издания (электронные ресурсы)**

1. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Университетская библиотека ONLINE: <http://biblioclub.ru/>

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

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

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Критерии оценки	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Умение определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов.	Определяет статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов в соответствии с заданием.	Текущий контроль в форме устных и письменных; оценка знаний и умений студентов на практических занятиях, экзамен по окончании изучения дисциплины.
<b>Знание:</b> основ аэродинамики беспилотных ВС самолетного и вертолетного типа, центровки, этапов полета беспилотного самолета и вертолета; летно-технических характеристик беспилотных ВС, основных конструкций беспилотных ВС (планер, системы управления, энергетические системы, топливные системы); классификации авиадвигателей и принципов работы, компоновки различных типов беспилотных ВС, систем защиты беспилотных ВС (противопожарной, противообледенительной).	Владет основами аэродинамики беспилотных ВС самолетного и вертолетного типа, центровки, этапов полета беспилотного самолета и вертолета. Демонстрирует знание летно-технических характеристик беспилотных ВС, основных конструкций беспилотных ВС (планер, системы управления, энергетические системы, топливные системы); Владет принципами работы, компоновки различных типов беспилотных ВС, систем защиты беспилотных ВС (противопожарной, противообледенительной); Демонстрирует знание классификации авиадвигателей	

## 5. ПЛАНИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВНЫХ И ИНТЕРАКТИВНЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Тема учебного занятия	Кол-во часов	Активные и интерактивные формы и методы обучения
1.	Лётно-технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России, США, Англии, Франции.	1	семинар
2.	Особенности аэродинамики и динамики полета БВС.	1	семинар

