

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Граков Федор Николаевич

Должность: Исполняющий обязанности директора Института агроинженерии

Дата подписания: 26.01.2023 15:28:23

Уникальный программный ключ:

654718f633077684ab957bcddc1f6e02b861f463

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОЛГО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»


СОГЛАСОВАНО:

Зам. директора по учебной работе

 Житенко И.С.  
«23» марта 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Института  
агроинженерии

 Шепелев С.Д.  
«23» марта 2023 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)

очная форма обучения

на базе основного общего образования

Троицк, 2023 г.

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 кафедры «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие» «21» марта 2023 г. (протокол № 7).

Зав. кафедрой  
«Тракторы, сельскохозяйственные машины  
и земледелие»

  
Ф.Н. Граков

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией Института агроинженерии «22» марта 2023 г. (протокол № 4).

Председатель методической комиссии,  
Института агроинженерии ФГБОУ ВО  
Южно-Уральский ГАУ,  
доктор технических наук, доцент

  
С.Д. Шchelёв

Директор научной библиотеки

  
И.В. Шatroва

## 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 набор. 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, формирование 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 , формированию 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> Уравнение 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, формированию которых способствует элемент программы
	<p>3 Зависимость аэродинамических сил от угла атаки. 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 Распространение малых возмущений при различных скоростях полета. 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 02;04;09 ПК 1.1; 1.3; 2.1;2.3; 3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 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.	4	
	Самостоятельная работа обучающихся подготовка сообщений по теме		
<b>Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета.</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	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 наБВС. 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

