

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

**КОЛЛЕДЖ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОП.13. ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА**

**по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных  
систем**

**(на базе основного общего образования)**

Белгород 2023 г.

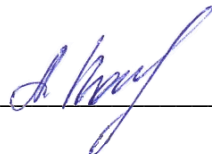
Рабочая программа учебной дисциплины «Основы аэродинамики и динамики полета» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) (приказ Министерства образования и науки от 09.01.2023 г. № 2), учебного плана по специальности среднего профессионального образования (далее - СПО) **25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем**, входящей в укрупненную группу специальностей **25.00.00. Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники**.

**Организация - разработчик:** Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г.Шухова) Колледж высоких технологий

**Разработчик:**

канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации  
и организации движения автотранспорта

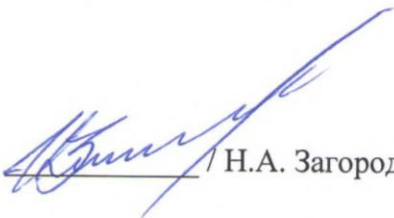
БГТУ им. В.Г. Шухова

 / Конев А.А. /

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта


Протокол № 1 от « 31 » 08 2023 г.

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доц.

 / Н.А. Загородний /

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании предметно-цикловой комиссии профессионального цикла

Протокол № 1 от « 31 » 08 2023 г.

Председатель ПЦК профессионального цикла  / А.С. Мосиенко/

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>		<b>стр.</b>
<b>ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>		4
<b>СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>		5
<b>УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>		10
<b>КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>		12

# ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Аналитическая химия

### 1.1. Область применения рабочей программы

Программа учебной дисциплины ОП.13 «Основы аэродинамики и динамики полета» является частью образовательного цикла программы подготовки специалистов среднего звена (далее ППССЗ) в соответствии с ФГОС по специальности СПО **25.02.08 «Эксплуатация беспилотных авиационных»** базовой подготовки на базе среднего общего образования.

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

Учебная дисциплина ОП.13 «Основы аэродинамики и динамики полета» является обязательной частью общепрофессионального учебного цикла основной профессиональной образовательной программы **25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем** на базе среднего общего образования.

### 1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:

- 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).

### 1.4. В результате освоения дисциплины у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранных языках.

ПК 1.5. Осуществлять комплекс мероприятий по проверке исправности, работоспособности и готовности дистанционно пилотируемых воздушных судов самолетного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов к использованию по назначению.

ПК 1.6. Вести учёт срока службы, наработки объектов эксплуатации, причин отказов, неисправностей и повреждений беспилотных воздушных судов самолетного типа.

ПК 2.1. Организовать и осуществлять предварительную и предполётную подготовку беспилотных авиационных систем вертолетного типа в производственных условиях.

ПК 2.2. Организовывать и осуществлять эксплуатацию беспилотных авиационных систем вертолетного типа с использованием дистанционно пилотируемых воздушных судов и автономных воздушных судов и их функциональных систем в ожидаемых условиях эксплуатации и особых ситуациях.

ПК 2.5. Осуществлять комплекс мероприятий по проверке исправности, работоспособности и готовности дистанционно пилотируемых воздушных судов вертолетного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов к использованию по назначению.

ПК 2.6. Вести учёт срока службы, наработки объектов эксплуатации, причин отказов, неисправностей и повреждений беспилотных воздушных судов.

ПК 3.2. Осуществлять техническую эксплуатацию бортовых систем и оборудования полезной нагрузки, вычислительных устройств и систем.

ПК 3.4. Осуществлять наладку, настройку, регулировку и опытную проверку оборудования и систем в лабораторных условиях и на беспилотных летательных аппаратах.

ПК 3.5. Осуществлять ведение эксплуатационно-технической документации.

### **1.5. Количество часов на освоение рабочей программы учебной дисциплины**

максимальная учебная нагрузка обучающегося – 112 часов, в том числе:

обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося – 94 часа;

самостоятельная работа обучающегося – нет.

Изучение учебной дисциплины завершается промежуточной аттестацией в форме экзамена в рамках освоения ППССЗ на базе **основного** общего образования.

## **2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>112</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>94</b>
в том числе:	
лекции	<b>54</b>
лабораторные занятия	
практические занятия	<b>40</b>
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	
Промежуточная аттестация	
Экзамен	<b>18</b>

**2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины « Основы аэродинамики и динамики полета»**

Наименование разделов и тем	№ занятия	Тема занятия, содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4	5
<b>2 курс 3 семестр</b>				
<b>Раздел 1. Основы конструкции БВС и авиационных двигателей</b>			<b>34</b>	
<b>Тема 1.1. Беспилотные воздушные суда и требования, предъявляемые к ним</b>	<b>Содержание учебного материала</b>			
	1-10	<b>Современные БВС, эксплуатируемые в России.</b> БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку. Лётно-технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России, США, Англии, Франции.	6	2
	11-12	<b>Практические работы:</b> Изучение летно-технических характеристик современных БВС Российских и зарубежного производства.	5	2
<b>Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолетного типа</b>	<b>Содержание учебного материала</b>			
	13-22	Требования, предъявляемые к БВС. 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. Управление БВС. Назначение и расположение органов управления и рулевых поверхностей (руля высоты, направления, элеронов, спойлеров). Принцип управления БВС. Взлетно-посадочная механизация крыла. Назначение. Виды механизации. Варианты использования на взлете и посадке. Силовые установки: поршневые, турбовинтовые, турбовентиляторные реактивные. Требования, предъявляемые к ним. Их отличия, преимущества, недостатки. Условия эксплуатации.	6	2
	23-24	<b>Практические работы:</b> Знакомство с конструкцией планера самолета, шасси. Знакомство с конструкцией поршневых, турбовинтовых и турбовентиляторных двигателей. Анализ отличий силовых установок по способу получения и передачи энергии.	5	2
<b>Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа</b>	<b>Содержание учебного материала</b>			
	25-34	Беспилотные воздушные суда вертолетного типа. Отечественные и зарубежные. Конструктивные особенности БВС с одноосной и двухосной схемой. Применение в народном хозяйстве. Роль и назначение несущего винта,	7	2

		рулевого винта. Особенности управления БВС вертолетного типа. Расположение органов управления. Динамика полета. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки.		
	35-38	<b>Практические работы:</b> Анализ отличий в условиях эксплуатации силовых установок БВС самолетного и вертолетного типов.	5	2
<b>Раздел 2. Аэродинамика, динамика полета БВС.</b>			<b>60</b>	
<b>Содержание учебного материала</b>				
<b>Тема 2.1. Аэродинамика как наука</b>	39-48	Аэродинамика как наука. Строение атмосферы. Основные физико- механические свойства воздуха: плотность, статическое давление, температура, вязкость газов, инертность сжимаемость воздуха. МСА. Причины ее ввода. Основные законы аэродинамики. Уравнение состояния газов. Уравнение постоянства расхода (уравнение неразрывности) – закон Эйлера. Какой закон природы лежит в основе. Уравнение Бернулли. Зависимость давления и скорости воздушного потока от площади поперечного сечения. Полная энергия потока. Скоростной напор. Понятие воздушного потока и струйки воздуха. Обтекание тел воздушным потоком. Понятие о пограничном слое. Режимы течения в пограничном слое. Число Рейнольдса.	7	2
	49-51	<b>Практические работы:</b> Использование законов и уравнений по аэродинамике для проведения расчетов. Решение задач по аэродинамике (в соответствии с заданием).	5	2
<b>Содержание учебного материала</b>				
<b>Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле</b>	52-59	Геометрические характеристики крыла. Размах, удлинение, угол стреловидности, угол поперечного V. Профиль крыла, хорда, относительная толщина профиля. Причина образования подъемной силы, лобового сопротивления, полной аэродинамической силы. Индуктивное сопротивление. Аэродинамические коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления. Зависимость аэродинамических сил от угла атаки. Поляра крыла, поляра самолета. Зависимость $C_u$ по $\alpha$ . Характерные углы атаки на поляре. Аэродинамическое качество крыла и самолета. Распространение малых возмущений при различных скоростях полета. Конус Маха, число Маха. Возникновение «скачков уплотнения». Интерференция. Пути повышения К самолета.	7	2
	60-61	<b>Практическая работа:</b> Рассмотрение аэродинамических сил на крыле	5	2

		конкретного типа ВС.		
<b>Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа</b>	<b>Содержание учебного материала</b>			
	62-69	<p>Взлет самолета. Траектория движения и основные участки взлета. Безопасно взлетная дистанция.</p> <p>Горизонтальный полет. 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>Виращ. 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>Снижение самолета. Траектория движения и основные участки посадки. Основные характеристики снижения. Влияние эксплуатационных факторов на длину пробега и посадочную дистанцию.</p>	7	2
	70-72	<b>Практическая работа:</b> Знакомство с системами управления самолетом. Расположение органов управления и рулевых поверхностей.	5	2
<b>Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета</b>	<b>Содержание учебного материала</b>			
		<p>Основные понятия равновесия и устойчивости ВС. Центр тяжести БВС. Центровка. Причины ограничения предельно-передней и предельно-задней центровок БВС.</p> <p>Продольная устойчивость и управляемость БВС. Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета. Балансировка БВС.</p> <p>Путевая устойчивость и управляемость. Факторы, влияющие на продольную устойчивость. Боковые силы и моменты.</p> <p>Поперечная устойчивость и управляемость. Боковая устойчивость и управляемость. Полет на больших углах атаки. Ограничения ВС по углу атаки. АУАСП, сигнализация.</p> <p>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.</p> <p>Попадание ВС в зону ливневых осадков. Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия ливневых осадков.</p>	7	2
		<b>Практическая работа:</b> Определение САХ и центровки самолета.	5	2
<b>Тема 2.5. Особенности аэродинамики</b>	<b>Содержание учебного материала</b>			
		Особенности аэродинамики и динамики полета БВС. Назначение несущего и	7	2



<b>и динамики полета БВС вертолетного типа</b>		рулевого винтов на вертолете. Создание подъемной силы (тяги) несущим винтом. Аэродинамические силы, действующие на БВС. Управление БВС, органы управления. Виды взлета и посадки		
		<b>Практическая работа:</b> Знакомство с системами управления БВС, расположением органов управления несущего и рулевого винтов.	5	2
		<b>Итого</b>	<b>94</b>	

*Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:*

*1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);*

*2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)*

*3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)*

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием площади и номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)
Учебные помещения	
Специализированная аудитория для лекционных занятий, практических, лабораторных занятий: специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, FPV-шлем, радиоконтроллер TX12 Mark II, квадрокоптеры, FPV-дрон, симулятор полетов «Dji Free Version», симулятор полетов «TinyWhoop GO».	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, УК4 № 112б, 35,6 кв. м, этаж 1, помещение 23а
Помещения для самостоятельной работы	
Читальный зал библиотеки с выходом в сеть Интернет для самостоятельной работы: специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, Библиотека № 303, 83,1 кв. м, этаж 3, помещение 9

#### 3.2. Доступная среда

При создании безбарьерной среды учитываются потребности лиц с ограниченными возможностями здоровья. В образовательной организации обеспечен беспрепятственный доступ в здание лицам с ограниченными возможностями здоровья. Для лиц с нарушением работы опорно-двигательного аппарата обеспечен доступ для обучения в аудиториях, расположенных на первом этаже, также имеется возможность доступа и к другим аудиториям. В сети «Интернет» есть версия официального сайта учебной организации для слабовидящих.

#### 3.3. Информационное обеспечение обучения

##### Основная литература:

1. Теодор фон Карман Аэродинамика. Избранные темы в их историческом развитии / Теодор фон Карман. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-4344-0798-4. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97365.html>

2. Чакак, А. А. Физика. Динамика механического движения : учебное пособие для СПО / А. А. Чакак. — Саратов : Профобразование, 2020. — 113 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/92188.html>

##### Дополнительная литература:

1. Динамика полета. Практикум : учебное пособие / С. Д. Саленко, А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова, В. И. Петошин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 108 с. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/99178.html>.

**Интернет-ресурсы:**

1. Электронно-библиотечная система [ntb.bstu.ru](http://ntb.bstu.ru)
2. Российский авиационно-космический портал <http://www.avia.ru/>
3. Отраслевое агентство «Авиа Порт» <http://www.aviaport.ru/>
4. Межгосударственный авиационный комитет <http://www.mak.ru/>
5. Фонд развития инфраструктуры воздушного транспорта «Партнер гражданской авиации» <http://www.aviafond.ru/>
6. International Civil Aviation Organization <http://www.icao.int/>
7. International air Transport Association <http://www.iata.org/>
8. <http://www.avialibrary.com/> (русский язык). Авиационная библиотека по 25 разделам, включая аэродинамику и динамику полета.

**3.4. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Операционная система ASTRA LINUX Вариант лицензирования «Орел» 1.7	Контракт №144-22 от 27.10.2022 лицензия №223100026-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-11874 от 07.11.2022 Лицензия бессрочная
2	Офисный пакет Мой офис Профессиональный 2.	Договор №143-22 от 31.10.2022 Лицензия бессрочная
3	Kaspersky Endpoint Security «Расширенный Russian Edition»	Контракт № 03261000041230000160001 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 21.08.2023. Срок действия лицензии 26.08.2025.
4	Yandex browser	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	nanoCAD	Соглашение №НР-22/220-ВУЗ от 17.02.2022г. Лицензия бессрочная

## КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<b>Уметь:</b>	
- определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов.	Текущий контроль в форме устных и письменных опросов; оценка знаний и умений студентов на практических занятиях; экзамен по окончании изучения дисциплины.
<b>Знать:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– основ аэродинамики беспилотных ВС самолетного и вертолетного типа, центровки, этапов полета беспилотного самолета и вертолета;</li> <li>– 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).</li> </ul>	Текущий контроль в форме устных и письменных опросов; оценка знаний и умений студентов на практических занятиях; экзамен по окончании изучения дисциплины.