МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Утверждено

В составе образовательной программы
Учебно-методическим советом ВГТУ
21.01.2026 Протокол № 4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
ОП.09 Основы аэродинамики и динамики полета

Специальность: 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Квалификация выпускника: оператор беспилотных летательных аппаратов

Нормативный срок обучения: 3 года 10 месяцев

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2026 г.

Программа обсуждена на заседании методического совета СПК
10.12.2025 года Протокол № 4
Председатель методического совета СПК  Сергеева С.И
подпись

Программа одобрена на заседании педагогического совета СПК
18.12.2025 года Протокол № 4
Председатель педагогического совета СПК  Донцова Н.А

2026

Программа дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем утвержденного приказом Минпросвещения России от 09.01.2023 № 2.

Организация-разработчик: ВГТУ

Разработчик
Солощенко Людмила Олеговна,
Хорошайлова Марина Владимировна – к. т. н., доцент
Ф.И.О., ученая степень, звание, должность

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ 4

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 6

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 11

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 14

5. ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ 15

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Рабочая программа дисциплины «Основы аэродинамики и динамики полета» относится к общепрофессиональным дисциплинам профессионального цикла.

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате освоения 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, компоновкуразличных типов беспилотных ВС, системы защиты беспилотных ВС (противопожарная, противообледенительная);
- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
- методы работы в профессиональной и смежных сферах.

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

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

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих общих компетенций:

Код	Наименование результата обучения
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 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на

	государственном и иностранном языках
ПК 1.5	Вести учет срока службы, наработки объектов эксплуатации, причин отказов, неисправностей и повреждений беспилотных воздушных судов самолетного типа

1.3. Количество часов на освоение программы дисциплины:

Объем работы обучающихся в академических часах 152 часа, в том числе:

обязательная часть – 72 часа;
вариативная часть – 80 часов.
Объём практической подготовки: 62 ч.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	**Объем часов[1]**	**3 семестр**	**4 семестр**
Объем работы обучающихся в академических часах (всего)	152	48	104
Объем работы обучающихся во взаимодействии с преподавателем (всего)	140	48	92
в том числе:			
лекции	78	32	46
практические работы	62	16	46
Промежуточная аттестация в форме			
4 семестр - экзамен			12

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

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Формируемые знания и умения, ОК, ПК, практический опыт
Раздел 1. Основы конструкции БВС и авиационных двигателей		**42**	
Тема 1.1. Беспилотные воздушные суда и требования, предъявляемые к ним	Современные БВС, эксплуатируемые в России. БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку. Лётно-технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России	*8*	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09, ПК 1.5.
	Практические занятия Лётно-технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России Изучение летно-технических характеристик современных БВС Российских и зарубежного производства.	*8*	
Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолетного типа	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.	*12*	
	Практические занятия Знакомство с конструкцией планера самолета, шасси. Знакомство с конструкцией поршневых, турбовинтовых и турбовентиляторных двигателей. Анализ отличий силовых установок по способу получения и передачи энергии.	*8*	

Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа.	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, рулевого винта. Особенности управления БВС вертолетного типа. Расположение органов управления. Динамика полета. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки.		
	Практические занятия Анализ отличий в условиях эксплуатации силовых установок БВС самолетного и вертолетного типов	*6*	
Раздел 2. Аэродинамика, динамика полета БВС		**98**	
Тема 2.1 Правовое регулирование трудовых отношений	Аэродинамика как наука. Строение атмосферы. Основные физикомеханические 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.	*12*	
	Практические занятия Использование законов и уравнений по аэродинамике для проведения расчетов. Решение задач по аэродинамике (в соответствии с заданием).	*8*	
Тема 2.2 Причины возникновения аэродинамических сил на крыле	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 Су по а. Характерные углы атаки на поляре. Аэродинамическое качество крыла и самолета. Распространение малых	*12*	

	возмущений при различных скоростях полета. Конус Маха, число Маха. Возникновение «скачков уплотнения». Интерференция. Пути повышения К самолета.		
	Практические занятия Рассмотрение аэродинамических сил на крыле конкретного типа ВС	*8*	
Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа.	Взлет самолета. Траектория движения и основные участки взлета. 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. Вираж. Разворот. Уравнение движения самолета по криволинейной траектории в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Основные характеристики правильного виража. Перегрузка и ее зависимость от крена. Спираль. Снижение самолета. Траектория движения и основные участки посадки. Основные характеристики снижения. Влияние эксплуатационных факторов на длину пробега и посадочную дистанцию.	*12*	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09, ПК 1.5.
	Практические занятия Знакомство с системами управления самолетом. Расположение органов управления и рулевых поверхностей. Взлет самолета: особенности, опасности	*8*	
Тема 2.4 Равновесие, устойчивость и управляемость самолета.	Основные понятия равновесия и устойчивости ВС. Центр тяжести БВС. Центровка. Причины ограничения предельно-передней и предельно-задней центровок БВС. Продольная устойчивость и управляемость БВС. Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета. Балансировка БВС. Путевая устойчивость и управляемость. Факторы, влияющие на продольную устойчивость. Боковые силы и моменты. Поперечная устойчивость и управляемость. Боковая устойчивость и управляемость. Полет на больших углах атаки. Ограничения ВС по углу атаки. АУАСП, сигнализация. 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. Попадание ВС в зону ливневых осадков.	*12*	

	Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия ливневых осадков. 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.		
	Практические занятия Определение САХ и центровки самолета	*8*	
Тема 2.5 Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа	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	*10*	
	Практические занятия Знакомство с системами управления БВС, расположением органов управления, несущего и рулевого винтов	*8*	
	Промежуточная аттестация	**12**	
	Всего часов	**152**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины «Основы аэродинамики и динамики полета» требует наличия учебной аудитории для проведения занятий лекционного типа, практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации
Лаборатория «Механики, молекулярной физики и термодинамики»

Оборудование учебного кабинета: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья)

Технические средства обучения:

- установка для определения теплоемкости воздуха;
- гироскоп;
- осциллограф С1-68;
- звуковые генераторы;
- компьютер с интерактивной доской;
- установка для изучения эффекта Джоуля-Томсона;
- установка для определения изменения энтропии при охлаждении олова;
- установка для определения отношения теплоемкостей воздуха Ср/Cv методом Клемана-Дезорма;
- установка для определения удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении;
- установка для определения коэффициента внутреннего трения воздуха при различных температурах;
- установка для определения скорости звука в воздухе методом сдвига фаз;
- установка для определения скорости звука в воздухе методом стоячей волны;
- оборотный маятник;
- физический маятник;
- крестообразный маятник;
- установка для определения момента инерции маховика и момента сил трения;
- трифилярный подвес - 2шт;
- комплект приборов для физических измерений;
- машина Атвуда;
- установка для измерения упругого модуля сдвига стальной проволоки методом крутильных колебаний.

- переносное техническое оборудование:
- проектор;
- экран;
- переносной компьютер

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1.Жуковский, Н. Е. Аналитическая механика. Теория регулирования хода машин. Прикладная механика: учебник / Н. Е. Жуковский ; под редакцией В. П. Ветчинкина, Н. Г. Чеботарева. — Москва : Юрайт, 2023. — 462 с. — ISBN 978-5-534-02813-3. — URL: https://urait.ru/bcode/513970— Режим доступа: по подписке ПримГАТУ. — Текст : электронный.

2.Кривель, С. М. Динамика полета / С. М. Кривель. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 192 с. — ISBN 978-5-507-46004-5. — URL: https://e.lanbook.com/book/292991— Режим доступа: по подписке ПримГАТУ. — Текст : электронный.

3. Моисеев, В.С. Динамика полета и управление беспилотными летательными аппаратами /В.С. Моисеев. – Текст: электронный. – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2017. 416 с. - ISBN 978-5-906935-46-5. – URL: https://моисеев-бпла.рф/images/files/Monographya4(1).pdf

Дополнительные источники:

1. Беспилотные летательные аппараты, их электромагнитная стойкость и математические модели систем стабилизации : монография / В.А. Крамарь, А.Н. Володин, Е.В. Евтушенко [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 180 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-516-015841-9.

2. Погорелов, В. И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Погорелов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 191 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10061-7.

3. Соколов, М. М. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики / М. М. Соколов. — Нижний Новгород : ННГАСУ, 2022. — 50 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/342629— Режим доступа: по подписке ПримГАТУ. — Текст : электронный.

Интернет-ресурсы

1. Образовательная платформа «Юрайт»: сайт.-2023–URL: https://urait.ru/ Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов: сайт. –2023. – URL: http://fcior.edu.ru

3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов: сайт. – 2023. –URL: http://school-collection.edu.ru

4. Российское образование. Федеральный портал: сайт. – 2023. –URL: http://www.edu.ru

3.3 Особенности реализации дисциплины для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается индивидуальный график обучения.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, создаются фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий.

Оценка качества освоения программы дисциплины включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию по результатам освоения дисциплины.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) Практический опыт	**Формы и методы контроля и оценки результатов обучения**
В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:	
- определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов.	Тестирование. Текущий контроль в форме устных и письменных ответов; оценка знаний и умений студентов на практических занятиях; экзамен по окончанию изучения дисциплины.
В результате освоения 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, компоновкуразличных типов беспилотных ВС, системы защиты беспилотных ВС (противопожарная, противообледенительная); - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - методы работы в профессиональной и смежных сферах.	Тестирование. Текущий контроль в форме устных и письменных ответов; оценка знаний и умений студентов на практических занятиях; экзамен по окончанию изучения дисциплины.

Разработчик:
ФГБОУ ВГТУ к.т.н., доцент _____ Хорошайлова М.В.

Руководитель образовательной программы

ФГБОУ ВО «ВГТУ», к.т.н. _____ **К.С. Сафонов**

Эксперт:
Заместитель генерального
директора АО НВП «ПРОТЕК» _____ А.В. Журавлев



5. ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ
рабочей программы дисциплины

№ п/п	Наименование элемента ОП, раздела, пункта	Пункт в предыдущей редакции	Пункт с внесенными изменениями	Реквизиты заседания, утвердившего внесение изменений