

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет
Уральский лесотехнический колледж

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.09 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА
специальность
25.02.08 ЭКСПЛУАТАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ
СИСТЕМ

Составитель(и): д.б.н., доцент

В.В. Фомин

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методическим советом Уральского лесотехнического колледжа
(протокол № 4 от 20 марта 2024 года)

Председатель методического совета


(подпись)

М.В. Чапаева

г. Екатеринбург, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	7
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	16
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	18

1. Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины ОП.09 Основы аэродинамики и динамики полета

1.1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Учебная дисциплина ОП.09 «Основы аэродинамики и динамики полета» является обязательной частью общепрофессионального цикла основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01.	- определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов; - применять требования нормативных правовых актов к основным видам продукции (услуг) и процессов; - оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой.	- 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); - требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Объем образовательной программы учебной дисциплины	66
в т.ч.:	
теоретическое обучение	26
практические занятия	26
Самостоятельная работа	8
Промежуточная аттестация в форме экзамена	6

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

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Осваиваемые элементы компетенций
Раздел 1 Аэродинамика			
Тема 1.1 Аэродинамика как наука	Содержание учебного материала Лекции	4	ОК 01
	Строение атмосферы. Основные физико-механические свойства воздуха: плотность, статическое давление, температура, вязкость газов, инертность сжимаемость воздуха. Международная стандартная атмосфера (МСА), причины ее ввода.		
	Основные законы аэродинамики. 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.		
	Понятие воздушного потока и струйки воздуха. Обтекание тел воздушным потоком. Понятие о пограничном слое. Режимы течения в пограничном слое. Число Рейнольдса.		
	Самостоятельная работа	2	
	История развития воздухоплавания. Первые попытки создания летательных аппаратов (самолет Можайского) и выполнения полетов на них. Первые успешные полеты братьев Райт. История развития БПЛА.		
Тема 2.2 Беспилотные воздушные суда и требования, предъявляемые к ним	Содержание учебного материала Лекции	2	ОК 01
	Современные БВС, эксплуатируемые в России. Классификация БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку. Лётно-технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России, США, Англии, Франции.		
	Практические занятия	4	
	Анализ лётно-технических характеристик современных ВС Российских и зарубежного производства		
Тема 2.3 Основные	Содержание учебного материала Лекции	4	ОК 01

конструкции беспилотных воздушных судов самолетного типа	Требования, предъявляемые к БВС самолетного типа. 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	
	Управление БВС самолетного типа. 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		
	Самостоятельная работа		
	Силовые установки: поршневые, турбовинтовые, турбовентиляторные реактивные. Требования, предъявляемые к ним. Их отличия, преимущества, недостатки. Условия эксплуатации		
	Практические занятия		
	Анализ конструкции планера самолета типа «Летающее крыло»		
Тема 2.4 Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа	Содержание учебного материала Лекции	2	ОК 01
	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. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки.		
Тема 2.5 Основные конструкции беспилотных воздушных судов мультироторного типа	Содержание учебного материала Лекции	4	ОК 01
	Беспилотные воздушные суда мультироторного типа. Отечественные и зарубежные. Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки. Винтомоторная группа, виды.		
	Система управления. Назначение и расположение органов управления. Принцип управления БВС. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки.		

	Силовые установки: Электрические, поршневые, гибридные. Их отличия, преимущества, недостатки. Условия эксплуатации. Система питания, топливная система.	4	
	Практические занятия		
	Анализ конструкции БВС типа «Квадрокоптер»		
Раздел 3 Динамика полета беспилотных воздушных судов			
Тема 3.1 Этапы полета БВС самолетного типа	Содержание учебного материала Лекции	2	ОК 01
	Взлет самолета. 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.		
	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		
	Виращ. 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.		
Тема 3.2 Равновесие, устойчивость и управляемость БВС самолетного типа	Содержание учебного материала Лекции	2	ОК 01.
	Основные понятия равновесия и устойчивости ВС. Центр тяжести самолета. Центровка. Причины ограничения предельно-передней и предельно-задней центровок самолета.		
	Продольная устойчивость и управляемость самолета. Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета. Балансировка самолета.		
	Путевая устойчивость и управляемость. Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета. Боковые силы и моменты.		

	Поперечная устойчивость и управляемость. Боковая устойчивость и управляемость. Полет на больших углах атаки. Ограничения ВС по углу атаки. Автомат углов атаки и сигнализации перегрузок.		
	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. Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия ливневых осадков.		
	Теоретический и практический потолок полета ВС. Причины ограничения. Оптимальная высота полета. Понятие о дальности и продолжительности полета. Часовые и километровые расходы топлива..		
	Самостоятельная работа	2	
	Допустимые высоты полета самолета		
	Практические занятия	6	
	Определение САХ (средней аэродинамической хорды) и центровки самолета		
Тема 3.3 Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа	Содержание учебного материала для самостоятельной работы	2	ОК 01
	Динамика полета БВС вертолетного типа. 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.		
	Управление вертолетом, органы управления. Виды взлета и посадки вертолета. Режимы самовращения несущего винта. Маневрирование вертолета. Ограничения по взлетным массам.		
Тема 3.4 Особенности	Содержание учебного материала Лекции	2	ОК 01

аэродинамики и динамики полета БВС мультироторного типа	Динамика полета БВС мультироторного типа. Назначение несущих винтов на квадрокоптере. Создание подъемной силы (тяги). Силы и моменты, действующие в полете. 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.	
	Самостоятельная работа	2
	Управление квадрокоптером. Допустимые высоты полета	
	Практические занятия	8
	Анализ систем управления БВС типа «квадрокоптер».	
	Промежуточная аттестация - экзамен	6

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Реализация программы предполагает наличие:

- учебной аудитории для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, имеющая следующее оснащение: столы и стулья с посадочными местами на количество обучающихся, рабочее место преподавателя, учебная доска.

- компьютерного класса – это учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, имеющая следующее оснащение: столы и стулья с посадочными местами на количество обучающихся, персональные компьютеры с возможностью подключения к сети "Интернет" для обучающихся, рабочее место преподавателя, учебная доска.

- лаборатории БАС – это учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, имеющая следующее оснащение: столы и стулья, персональные компьютеры с возможностью подключения к сети "Интернет" с посадочными местами на количество обучающихся.

- мастерской БАС – это учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций.

В качестве помещений для самостоятельной работы обучающихся используется читальный зал с посадочными местами на количество обучающихся, автоматизированные рабочие места для читателей с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду УГЛУТУ, программное обеспечение общего назначения. Технология беспроводной локальной сети Wi-Fi.

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы учебной дисциплины библиотечный фонд образовательной организации имеет печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемые для использования в образовательном процессе.

3.2.1 Основные электронные издания (электронные ресурсы)

1. Грумондз, В. Т. Основы аэродинамики и динамики полета дирижабля: учебное пособие / В. Т. Грумондз, Н. В. Семенчиков. — Москва : МАИ, 2023. — 284 с. — ISBN 978-5-98688-321-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/344018>

2. Основы аэродинамики и динамики полета : учебное пособие : в 2 частях / В. И. Тимофеев, А. П. Ковалев, С. Г. Бурлуцкий [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2022 — Часть 2 : Аэродинамические характеристики тел различной формы — 2022. — 195 с. — ISBN 978-5-8088-1801-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/341099>

3. Основы аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов : учебное пособие : в 2 частях / В. И. Тимофеев, А. П. Ковалев, С. Г. Бурлуцкий, Н. А. Овчинникова. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2021 — Часть 1 : Основы аэродинамики — 2021. — 195 с. — ISBN 978-5-8088-1663-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/340991>

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
Уметь:		
- определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов; - применять требования нормативных правовых актов к основным видам продукции (услуг) и процессов; - оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой.	Определяет статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов в соответствии с заданием.	ТК 1, ТК 2 Экзамен
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); требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации	Владеет 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); Владеет принципами работы, компоновки различных типов беспилотных ВС, систем защиты беспилотных ВС (противопожарной, противообледенительной) ; Демонстрирует знание классификации авиадвигателей.	ТК 3, ТК 4, ТК 5 Экзамен

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет
Уральский лесотехнический колледж

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ОП.09 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА**

Специальность 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Составитель(и) д.б.н., доцент

Фомин В.В.

Екатеринбург, 2025

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, осваивающих программу учебной дисциплины ОП.09 Основы аэродинамики и динамики полетов.

ФОС включают контрольно-измерительные материалы для проведения промежуточной аттестации в соответствии с программой учебной дисциплины.

Оценочные средства (ОС) разделяются на средства проверки (контрольные задания), показатели выполнения, критерии оценки:

- средства проверки (контрольные задания) включают одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (деятельности), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить;
- показатели выполнения представляют собой формализованное описание оцениваемых основных (ключевых) параметров процесса (алгоритма) или результата деятельности;
- критерии оценки описывают правила определения численной или вербальной оценки при сравнении показателей выполнения с результатами (процесса или продукта) действий, демонстрируемых (полученных) аттестуемым.

2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

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);
- требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации

Уметь:

- определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов;
- применять требования нормативных правовых актов к основным видам продукции (услуг) и процессов;
- оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой.

Код	Наименование результата обучения
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам

3. Организация контроля и оценки освоения программы дисциплины

Формой промежуточной аттестации обучающихся является сдача экзамена по билетам, который проводится в сроки, установленные учебным планом и определяемые календарным учебным графиком образовательного процесса, в форме: экзамен.

В ходе проведения экзамена у экзаменатора должны быть следующие материалы:

- комплекты заданий в количестве, равном списочному составу группы (с запасом 2-3 комплекта);
- справочные материалы (если они необходимы по условиям практического задания);
- листы для черновиков.

Перечень экзаменационных вопросов

- 1 Строение атмосферы.
- 2 Закономерность изменения температуры воздуха в тропосфере (определение температуры воздуха на любой высоте до 11 км).
- 3 Дайте определение атмосферному давлению воздуха. В каких единицах оно измеряется?
- 4 Дайте определение плотности воздуха. В каких единицах оно измеряется?
- 5 Международная стандартная атмосфера (МСА). Причины ее ввода.
- 6 Основные законы аэродинамики. Уравнение состояния газа.
- 7 Основные законы аэродинамики. Уравнение неразрывности струи воздушного потока.
- 8 Основные законы аэродинамики. Уравнение Бернулли.
- 9 Какой закон определяет создание подъемной силы крылом самолёта? Дайте его формулировку.
- 10 Понятие воздушного потока. Установившийся воздушный поток.
- 11 Понятие струйки воздуха.
- 12 Ламинарный и турбулентный воздушный поток.
- 13 Понятие о пограничном слое.
- 14 Режимы течения в пограничном слое.

- 15 Число Рейнольдса.
- 16 Геометрические характеристики крыла. Размах, удлинение, сужение крыла.
- 17 Геометрические характеристики крыла. Угол стреловидности, угол поперечного V.
- 18 Профиль крыла, хорда, относительная толщина профиля.
- 19 Способы определения средней аэродинамической хорды крыла.
- 20 Дать определение подъемной силы, лобового сопротивления
- 21 Аэродинамические коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления.
- 22 Объяснить понятие аэродинамического качества крыла и самолета.
- 23 Зависимость аэродинамических сил от угла атаки.
- 24 Поляра крыла, поляра самолета.
- 25 Наивыгоднейший угол атаки.
- 26 Дать определение числу Маха.
- 27 Варианты БВС самолетного типа.
- 28 Органы управления БВС. Их назначение и расположение.
- 29 Взлетно-посадочная механизация крыла. Назначение.
- 30 Варианты взлета и посадки БВС самолетного типа.
- 31 Горизонтальный полет. Кривые потребных и располагаемых тяг и мощностей.
- 32 Центр тяжести БВС. Центровка. Причины ограничения предельно-передней и предельно-задней центровок БВС.
- 33 Продольная устойчивость и управляемость БВС. Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета.
- 34 Путевая устойчивость и управляемость. Факторы, влияющие на продольную устойчивость.
- 35 Поперечная устойчивость и управляемость.
- 36 Виращ. Разворот. Основные характеристики правильного вираща.

Оценка устного ответа

Оценка «5» - глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором обучающийся легко ориентируется, владение понятийным аппаратом за умение связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения. Отличная отметка предполагает грамотное, логичное изложение ответа (как в устной, так и в письменной форме), качественное внешнее оформление.

Оценка «4» - обучающийся в полной мере освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют некоторые неточности.

Оценка «3» - обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения.

Оценка «2» - обучающийся имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, за полное незнание и непонимание учебного материала или отказ отвечать.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Уральский лесотехнический колледж

25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

ОП.09 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА

3 курс, 5 семестр

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Строение атмосферы.
2. Основные законы аэродинамики. Уравнение неразрывности струи воздушного потока.
3. Поляра крыла, поляра самолета.

Согласовано

Председатель ЦК _____ / _____
ФИО

Преподаватель _____ / _____
ФИО