

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, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

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

# 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 09.; ПК 1.2.; ПК 2.2.; ПК 3.2.; ПК 4.2.	- 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

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

## 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
<b>Раздел 1 Аэродинамика</b>			
<b>Тема 1.1 Аэродинамика как наука</b>	<b>Содержание учебного материала Лекции</b>	<b>4</b>	ОК 09.; ПК 1.2.; ПК 2.2.; ПК 3.2.; ПК 4.2.
	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.		
	<b>Самостоятельная работа</b> История развития воздухоплавания. Первые попытки создания летательных аппаратов (самолет Можайского) и выполнения полетов на них. Первые успешные полеты братьев Райт. История развития БПЛА.		
<b>Тема 2.2 Беспилотные воздушные суда и требования, предъявляемые к ним</b>	<b>Содержание учебного материала Лекции</b>	<b>2</b>	ОК 09.; ПК 1.2.; ПК 2.2.; ПК 3.2.; ПК 4.2.
	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.		
	<b>Практические занятия</b>		
Анализ лётно-технических характеристик современных ВС Российских и зарубежного производства			
<b>Тема 2.3 Основные</b>	<b>Содержание учебного материала Лекции</b>	<b>4</b>	ОК 09.; ПК 1.2.; ПК 2.2.;

<b>конструкции беспилотных воздушных судов самолетного типа</b>	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. 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		ПК 3.2.; ПК 4.2.
	<b>Практические занятия</b>	<b>4</b>	
	Анализ конструкции планера самолета типа «Летающее крыло»		
	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2</b>	
	Силовые установки: поршневые, турбовинтовые, турбовентиляторные реактивные. Требования, предъявляемые к ним. Их отличия, преимущества, недостатки. Условия эксплуатации		
<b>Тема 2.4 Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа</b>	<b>Содержание учебного материала</b> <b>Лекции</b>	<b>2</b>	ОК 09.; ПК 1.2.; ПК 2.2.; ПК 3.2.; ПК 4.2.
	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.		
<b>Тема 2.5 Основные конструкции беспилотных воздушных судов мультироторного типа</b>	<b>Содержание учебного материала</b> <b>Лекции</b>	<b>4</b>	ОК 09.; ПК 1.2.; ПК 2.2.; ПК 3.2.; ПК 4.2.
	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.		
	<b>Практические занятия</b>	<b>4</b>	
	Анализ конструкции БВС типа «Квадрокоптер»		
<b>Раздел 3 Динамика полета беспилотных воздушных судов</b>			
<b>Тема 3.1</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	ОК 09.; ПК

<p><b>Этапы полета БВС самолетного типа</b></p>	<p><b>Лекции</b></p> <p>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.</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>		<p>1.2.; ПК 2.2.; ПК 3.2.; ПК 4.2.</p>
<p><b>Тема 3.2 Равновесие, устойчивость и управляемость БВС самолетного типа</b></p>	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p><b>Лекции</b></p> <p>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 потолки полета ВС. Причины ограничения. Оптимальная высота полета. Понятие о дальности и продолжительности полета. Часовые и километровые расходы топлива.</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Допустимые высоты полета самолета</p>	<p><b>2</b></p> <p><b>2</b></p>	<p>ОК 09.; ПК 1.2.; ПК 2.2.; ПК 3.2.; ПК 4.2.</p>

	<b>Практические занятия</b>	<b>6</b>	
	Определение средней аэродинамической хорды и центровки самолета		
<b>Тема 3.3 Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа</b>	<b>Содержание учебного материала Лекции</b>	<b>2</b>	ОК 09.; ПК 1.2.; ПК 2.2.; ПК 3.2.; ПК 4.2.
	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.		
<b>Тема 3.4 Особенности аэродинамики и динамики полета БВС мультироторного типа</b>	<b>Содержание учебного материала Лекции</b>	<b>2</b>	ОК 09.; ПК 1.2.; ПК 2.2.; ПК 3.2.; ПК 4.2.
	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.		
	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2</b>	
	Управление квадрокоптером. Допустимые высоты полета		
	<b>Практические занятия</b>	<b>8</b>	
	Анализ систем управления БВС типа «квадрокоптер».		
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>6</b>	

### 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 для обучающихся, рабочее место преподавателя, доска меловая.

- компьютерного класса – 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" для обучающихся, рабочее место преподавателя, доска маркерная. БПЛА самолетного типа: ZALA 421-04Ф с системой автоматического управления (ZALA, Россия) и фотоаппаратом цифровым зеркальным Canon EOS 550D 18-135мм IS Kit; БПЛА вертолетного и мультироторного типов: DJI Phantom-IV Advanced с пультом управления; DJI Mavic Air с пультом управления; DJI Mavic Mini с пультом управления, программное обеспечение для управления полетом DJI GO4; SYMA-S107G с пультом и программой управления полетом Syma S107/S107G Helicopter Rem. БПЛА смешанного типа: FIMI Manta VTOL Fixed Wing Black с пультом управления, программное обеспечение для управления полетом ArduPilot open-source firmware. Программа для обработки данных дистанционного Agisoft Matashape, географические информационные системы: QGIS и GRASS

- 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" для обучающихся на 5 посадочных мест (+8 посадочных мест), рабочее место преподавателя.

- мастерской БАС – это учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, имеющая следующее оснащение: столы и стулья для обучающихся, рабочее место преподавателя, учебные стенды, набор слесарных инструментов

В качестве помещений для самостоятельной работы обучающихся используется читальный зал № 2 (аудитория 1-202) на 20 посадочных мест, автоматизированные рабочие места для читателей с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду УГЛТУ, программное обеспечение общего назначения. Технология беспроводной локальной сети Wi-Fi.

#### **Программное обеспечение:**

- операционная система Astra Linux Special Edition. Договор №Pr000013979/0385/22-ЕП-223-06 от 01.07.2022. Срок: бессрочно;

– пакет прикладных программ Office Professional Plus 2010, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309. Срок: бессрочно;

– пакет прикладных программ Р7-Офис.Профессиональный. Договор №Pr000013979/0385/22-ЕП-223-06 от 01.07.2022. Срок: бессрочно;

– Свободная программная среда для статистических вычислений и графики R project

– Свободная географическая информационная система с открытым кодом QGIS

- система управления обучением LMS Moodle – программное обеспечение с открытым кодом, распространяется по лицензии GNU Public License (rus);
- браузер Yandex (<https://yandex.ru/promo/browser/>) – программное обеспечение распространяется по простой (неисключительной) лицензии;

### **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>

#### **3.2.2. Дополнительные источники**

- 1 Обуховский А.Д. Аэродинамика воздушного винта: учебное пособие / А.Д. Обуховский – Новосибирск: изд-во НГТУ, 2016 г. – текст: электронный // ЭБС НГТУ.
2. Кокунина Л.Х. Основы аэродинамики: Учебник для сред. спец. учеб. заведений. – 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Транспорт, 1982. -197с

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

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<b>Уметь:</b>		
<p>- определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов;</p> <p>- применять требования нормативных правовых актов к основным видам продукции (услуг) и процессов;</p> <p>- оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой.</p>	<p>Определяет статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов в соответствии с заданием.</p>	<p>ТК 1, ТК 2 Экзамен</p>
<b>Знать:</b>		
<p>- 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);</p> <p>- 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</p>	<p>Владеет основами аэродинамики беспилотных ВС самолетного и вертолетного типа, центровки, этапов полета беспилотного самолета и вертолета;</p> <p>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) ;</p> <p>Демонстрирует знание классификации авиадвигателей.</p>	<p>ТК 3, ТК 4, ТК 5 Экзамен</p>

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, 2024

## 1. Общие положения

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

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.

### **Общие и профессиональные компетенции:**

Таблица 1

<b>Код</b>	<b>Наименование результата обучения</b>
ОК 09.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ПК 1.2.	Организовывать и осуществлять эксплуатацию беспилотных воздушных судов самолетного типа, в том числе в особых условиях и особых случаях в полете.
ПК 2.2.	Организовывать и осуществлять эксплуатацию беспилотных воздушных судов вертолетного типа, в том числе в особых условиях и особых случаях в полете.
ПК 3.2.	Организовывать и осуществлять эксплуатацию беспилотных воздушных судов смешанного типа, в том числе в особых условиях и особых случаях в полете.
ПК 4.2.	Осуществлять техническую эксплуатацию систем фото- и видеосъемки, систем специализированного поверхности и воздушного пространства, а также систем крепления внешнего груза.

### **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 Вираж. Разворот. Основные характеристики правильного виража.

### 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.

Приложение 2. Форма экзаменационного билета

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»**

**Уральский лесотехнический колледж**

25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем  
ОП.09 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА  
2 курс, 3 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