

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Университетский колледж

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.14 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЁТА**

Специальность 44.02.06 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Составитель(и): Преподаватель первой
квалификационной категории Тупицына Т.А.

Проректор по
образовательной
деятельности

А. С. Кривоногова

Екатеринбург

2024

1 Общая характеристика рабочей программы дисциплины ОП.14 Основы аэродинамики и динамики полета

1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:

Дисциплина ОПЦ.09 Основы аэродинамики и динамики полета является обязательной частью общепрофессионального цикла основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 44.02.06 Профессиональное обучение (по отраслям), Эксплуатация беспилотных авиационных систем.

1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

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

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;

- компоновку различных типов беспилотных ВС;

- системы защиты беспилотных ВС (противопожарная, противообледенительная).

Выпускник, освоивший образовательную программу, должен обладать следующими общими и профессиональными компетенциями

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ПК 5.1 Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее

ПК 5.2. Техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее

ПК 6.1 Организовывать и осуществлять предварительную и предполетную подготовку беспилотных авиационных систем в производственных условиях

ПК 6.2 Организовать и осуществлять эксплуатацию беспилотных авиационных систем с

использованием дистанционно пилотируемых воздушных судов и автономных воздушных судов и их функциональных систем в ожидаемых условиях эксплуатации и особых ситуациях

ПК 6.3 Осуществлять взаимодействие со службами организации и управления воздушным движением при организации и выполнении пилотируемых воздушных судов самолетного типа

ПК 6.5 Осуществлять комплекс мероприятий по проверке исправности, работоспособности и готовности дистанционно пилотируемых воздушных судов, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов к использованию по назначению

ПК 6.7 Осуществлять техническую эксплуатацию функционального оборудования, систем регистрации полетных данных, сбора и передачи информации.

ПК 6.8 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 6.11 Осуществлять обработку информации, полученной от систем фото- и видеосъемки, систем специализированного навесного оборудования, системы мониторинга земной поверхности и воздушного пространства, систематизировать полученные данные и организовывать их хранение.

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем в часах
Объем образовательной программы дисциплины	69
в т. ч.:	
теоретическое обучение	40
практические занятия	18
самостоятельная работа	3
консультация	2
Промежуточная аттестация экзамен, 4 семестр	2

2.2 Тематический план и содержание дисциплины Основы аэродинамики и динамики полета

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов
Раздел 1 Аэродинамика		
Тема 1.1 Аэродинамика как наука	Содержание учебного материала	4
	<p>1 Строение атмосферы. Основные физико-механические свойства воздуха: плотность, статическое давление, температура, вязкость газов, инертность сжимаемость воздуха. Международная стандартная атмосфера (МСА), причины ее ввода.</p>	
	<p>2 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.</p>	
<p>3 Понятие воздушного потока и струйки воздуха. Обтекание тел воздушным потоком. Понятие о пограничном слое. Режимы течения в пограничном слое. Число Рейнольдса.</p>		
Тема 1.2 Причины возникновения аэродинамических сил на крыле	Содержание учебного материала	4
	<p>1 Геометрические характеристики крыла. Размах, удлинение, угол стреловидности, угол поперечного V крыла. Профиль крыла, хорда, относительная толщина профиля.</p>	
<p>2 Причина образования подъемной силы, лобового сопротивления, полной аэродинамической силы. Индуктивное сопротивление. Аэродинамические коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления.</p>		

	<p>3 Зависимость аэродинамических сил от угла атаки. Поляра крыла, поляра самолета. Зависимость коэффициента подъемной силы от угла атаки. Характерные углы атаки на поляре. Аэродинамическое качество крыла и самолета. Интерференция. Пути повышения качества самолета.</p>	
	<p>4 Распространение малых возмущений при различных скоростях полета. Конус Маха, число Маха. Возникновение «скачков уплотнения»</p>	
	<p>В том числе практических и лабораторных занятий</p>	3
	<p>Практическое занятие 1 Использование законов и уравнений по аэродинамике для выполнения расчетов параметров.</p>	
<p>Раздел 2 Основы конструкции авиационных двигателей</p>		
<p>Тема 2.1 Общие сведения об воздухоплавании и беспилотных летательных аппаратов</p>	<p>Содержание учебного материала</p> <p>1 История развития воздухоплавания. Первые попытки создания летательных аппаратов (самолет Можайского) и выполнения полетов на них. Первые успешные полеты братьев Райт. История развития БПЛА.</p>	4
<p>Тема 2.2 Беспилотные воздушные суда и требования, предъявляемые к ним</p>	<p>Содержание учебного материала</p> <p>1 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.</p>	4
	<p>В том числе практических и лабораторных занятий</p>	3
	<p>Практическое занятие 2 Анализ летно-технических характеристик современных ВС Российских и зарубежного производства</p>	
<p>Тема 2.3</p>	<p>Содержание учебного материала</p>	4

Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолетного типа	1 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	
	3 Взлетно-посадочная механизация крыла. Назначение. Виды механизации. Варианты использования на взлете и посадке	
	4 Силовые установки: поршневые, турбовинтовые, турбовентиляторные реактивные. Требования, предъявляемые к ним. Их отличия, преимущества, недостатки. Условия эксплуатации	
	В том числе практических и лабораторных занятий	
	Практическое занятие 3 Анализ конструкции планера самолета типа «Летающее крыло»	
Тема 2.4 Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа	Содержание учебного материала	4
	1 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.	
	2 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	Содержание учебного материала	4
	1 Беспилотные воздушные суда мультироторного типа. Отечественные и зарубежные. Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки. Винтомоторная группа, виды.	
	2 Система управления. Назначение и расположение органов управления. Принцип управления БВС. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки.	

типа	3 Силовые установки: Электрические, поршневые, гибридные. Их отличия, преимущества, недостатки. Условия эксплуатации. Система питания, топливная система.	
	В том числе практических и лабораторных занятий	3
	Практическое занятие 4 Анализ конструкции БВС типа «Квадрокоптер»	
Раздел 3 Динамика полета беспилотных воздушных судов		
Тема 3.1 Этапы полета БВС самолетного типа	Содержание учебного материала	4
	1 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.	
	2 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	
	3 Вираж. Разворот. Уравнение движения самолета по криволинейной траектории в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Основные характеристики правильного виража. Перегрузка и ее зависимость от крена. Спираль.	
	4 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	4
	1 Основные понятия равновесия и устойчивости ВС. Центр тяжести самолета. Центровка. Причины ограничения предельно-передней и предельно-задней центровок самолета.	
	2 Продольная устойчивость и управляемость самолета. Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета. Балансировка самолета.	

	<p>3 Путьевая устойчивость и управляемость. Факторы, влияющие на продольную устойчивость самолета. Боковые силы и моменты.</p> <p>4 Поперечная устойчивость и управляемость. Боковая устойчивость и управляемость. Полет на больших углах атаки. Ограничения ВС по углу атаки. Автомат углов атаки и сигнализации перегрузок.</p> <p>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.</p> <p>6 Попадание ВС в зону ливневых осадков. Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия ливневых осадков.</p> <p>7 Теоретический и практический потолок полета ВС. Причины ограничения. Оптимальная высота полета. Понятие о дальности и продолжительности полета. Часовые и километровые расходы топлива. Допустимые высоты полета самолета.</p>	
	В том числе практических и лабораторных занятий	3
	Практическое занятие 5 Определение САХ (средней аэродинамической хорды) и центровки самолета	
<p>Тема 3.3 Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа</p>	Содержание учебного материала	2
	<p>1 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.</p> <p>2 Управление вертолетом, органы управления. Виды взлета и посадки вертолета. Режимы самовращения несущего винта. Маневрирование вертолета. Ограничения по взлетным массам.</p>	
<p>Тема 3.4 Особенности аэродинамики и динамики полета</p>	Содержание учебного материала	2
	<p>1 Динамика полета БВС мультироторного типа. Назначение несущих винтов на квадрокоптере. Создание подъемной силы (тяги). Силы и моменты, действующие в полете.</p>	

БВС мультироторного типа	2 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. Допустимые высоты полета.	
	В том числе практических и лабораторных занятий	3
	Практическое занятие 6 Анализ систем управления БВС типа «квадрокоптер».	
	Самостоятельная работа	3
	Консультация	2
	Промежуточная аттестация: 4 семестр - экзамен	6
	Всего	69

3. Условия реализации рабочей программы дисциплины

3.1 Для реализации программы дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

Учебная аудитория для проведения лекционных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 14-107): столы и стулья для обучающихся на 24 посадочных мест, маркерная доска, компьютер, с возможностью подключения к сети "Интернет", проектор, экран, учебно-методические материалы. Схемы и плакаты по аэродинамике и системам ДПВС; макеты БАС.

Медиа-зал (ауд. 2-229): помещение для самостоятельной работы: 11 персональных компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, программное обеспечение общего назначения, столы, стулья на 15 посадочных мест

Читальный зал (ауд. 14-411):

помещение для самостоятельной работы на 20 посадочных мест, автоматизированные рабочие места на 4 обучающихся с выходом в локальную сеть, глобальную сеть, программное обеспечение общего назначения, телевизор..

Информационное обеспечение обучения

3.1.1.1 Основная учебная литература

1. 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>

3.2.2 Дополнительная учебная литература:

1. Соколов, М. М. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебно-методические пособия / М. М. Соколов. — Нижний Новгород : ННГАСУ, 2022. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/342629>.

2. Кусюмов, А. Н. Основы аэродинамики : учебное пособие / А. Н. Кусюмов, С. А. Кусюмов, Е. В. Романова. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2023. — 180 с. — ISBN 978-5-7579-2678-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/399605>.

3. 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>.

4 Контроль и оценка результатов освоения дисциплины

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

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Умения:		
- определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов	«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.	Оценка результатов выполнения: - практической работы; Наблюдение за выполнением практических заданий. Экзамен.
Знания:		
-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)	«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. «Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.	Оценка результатов выполнения: - практической работы; Наблюдение за выполнением практических заданий. Экзамен.

	<p>«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.</p>	
--	---	--