**Приложение**

к ППССЗ-ОПОП по специальности25.02.08 Эксплуатация беспилотных

авиационных систем

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОП.13 Основы аэродинамики и динамики полета**

**для специальности**

25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

*Базовая подготовка*

*среднего профессионального образования*

*(год начала подготовки:2025)*

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** |  |
| 1. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** 2. **УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** |  |
| 1. **КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** 2. **ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ** |  |

**1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОП.13 Основы аэродинамики и динамики полета»**

**1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:**

Учебная дисциплина «ОП.13 Основы аэродинамики и динамики полета» является обязательной частью общепрофессионального цикла в соответствии с ФГОС СПО по специальности25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем.

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в профессиональной подготовке, переподготовке и повышении квалификации рабочих по профессии: 25331 Оператор наземных средств управления беспилотным летательным аппаратом

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК 0, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2*.*

**1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:**

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения   
и знания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Код  ПК, ОК | Умения | Знания |
| **ПК 1.2**  Организовывать и осуществлять эксплуатацию беспилотных воздушных судов самолетного типа, в том числе в особых условиях и особых случаях в полете | определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов. | 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) |
| **ПК 2.2**  Организовывать и осуществлять эксплуатацию беспилотных воздушных судов вертикального типа, в том числе в особых условиях и особых случаях в полете. | определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов. | 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) |
| **ПК 3.2** Организовывать и осуществлять эксплуатацию беспилотных воздушных судов смешанного типа, в том числе в особых условиях и особых случаях в полете. | определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов. | 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) |
| **ОК 01** Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам | владеть актуальными методами работы  в профессиональной и смежных сферах | актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить |
|  | методы работы в профессиональной  и смежных сферах |

**2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Объем в часах** |
| **Максимальное количество часов** | **84** |
| **Объем образовательной программы учебной дисциплины** | 72 52 |
| **в т.ч. в форме практической подготовки** | 18 18 |
| в т. ч.: | |
| теоретическое обучение | 54 34 |
| практические занятия | 18 18 |
| Самостоятельная работа | 2 32 |
| **Промежуточная аттестация** | Дифференцированный зачет |

**2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование разделов и тем** | **Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся** | **Коды компетенций,** **формированию которых способствует элемент программы** | |
| ***1*** | ***2*** | ***4*** | |
| **Раздел 1. Основы конструкции БВС и авиационных двигателей.** | | **24/10** |  |
| **Тема 1.1. Беспилотные воз-ушные суда и требования, предъявляемые к ним** | **Содержание** | **4** | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| Современные БВС, эксплуатируемые в России. БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку. Лётно-технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России. |
| **В том числе практических занятий и лабораторных работ** |  | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| Практическое занятие 1. Изучение летно-технических характеристик современных БВС Российских и зарубежного производства. | **2** |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | **4** |  |
| **Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолетного типа.** | **Содержание** | **4** | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| **Требования, предъявляемые к БВС.** Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки. |
| **Назначение фюзеляжа, крыла, шасси, оперения.** Требования, предъ являемые 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. |
| **В том числе практических занятий и лабораторных работ** |  | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| Практическое занятие 2. Знакомство с конструкцией планера самолета, шасси. | **2** |
| Практическое занятие 3. Знакомство с конструкцией поршневых, турбовинтовых и турбовентиляторных двигателей. | **2** |
| Практическое занятие 4. Анализ отличий силовых установок по способу получения и передачи энергии. | **2** |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | **4** |  |
| **Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа.** | **Содержание** | **4** | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  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. Динамика полета. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки. |
| **В том числе практических занятий и лабораторных работ** |  | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| Практическое занятие 5. Анализ отличий в условиях эксплуатации силовых установок БВС самолетного и вертолетного типов. | **2** |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | **4** |  |
| **Раздел 2. Аэродинамика, динамика полета БВС.** | | **48/8** |  |
| **Тема 2.1. Аэродинамика как наука.** | **Содержание** | **4** | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| **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. |
| **В том числе практических занятий и лабораторных работ** |  | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| Практическое занятие 6. Использование законов и уравнений по аэродинамике для проведения расчетов. Решение задач по аэродинамике (в соответствии с заданием). | **2** |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | **4** |  |
| **Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле.** | **Содержание** | **4** | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| **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. |
| **Уравнение Бернулли.** Зависимость давления и скорости воздушного потока от площади поперечного сечения. Полная энергия потока. Скоростной напор. |
| **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 возмущений при различных скоростях полета.** Конус Маха, число Маха. Возникновение «скачков уплотнения».  Интерференция. Пути повышения К самолета. |
| **В том числе практических занятий и лабораторных работ** |  | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| Практическое занятие 7. Рассмотрение аэродинамических сил на крыле конкретного типа ВС. | **2** |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | **4** |  |
| **Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа.** | **Содержание** | **6** | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| **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. |
| **В том числе практических занятий и лабораторных работ** |  | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| Практическое занятие 8. Знакомство с системами управления самолетом. Расположение органов управления и рулевых поверхностей. |  |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | **4** |  |
| **Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета.** | **Содержание** | **4** | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| **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.** 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. |
| **В том числе практических занятий и лабораторных работ** |  | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| Практическое занятие 9. Определение САХ и центровки самолета. | **2** |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | **4** |  |
| **Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа.** | **Содержание** | **4** | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| **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 |
| **В том числе практических занятий и лабораторных работ** |  | ПК 1.2  ПК 2.2  ПК 3.2  ОК 01 |
| Практическое занятие 10. Знакомство с системами управления БВС, расположением органов управления, несущего и рулевого винтов. | **2** |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | **4** |  |
| **Промежуточная аттестация** | |  |  |
| **Всего:** | |  |  |

**3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

3.1 Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения:

Кабинет«Основы аэродинамики», оснащенный в соответствии с п. 6.1.2.1 образовательной программы по специальности*.*

**3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации имеет печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы,   
для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организацией выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

**3.2.1. Основные печатные издания**

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 978-5-16-015841-9.
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.

**3.2.2. Основные электронные издания**

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 978-5-16-015841-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1974374 (дата обращения: 13.06.2023). – Режим доступа: по подписке.
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. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/516778 (дата обращения: 13.06.2023).

**3.2.3. Дополнительные источники**

1. Российский авиационно-космический портал – URL: <http://www.avia.ru/>;
2. Отраслевое агентство «Авиа Порт» – URL: <http://www.aviaport.ru/>;
3. Межгосударственный авиационный комитет – URL: <http://www.mak.ru/>;
4. Фонд развития инфраструктуры воздушного транспорта «Партнер гражданской авиации» – URL: <http://www.aviafond.ru/>.
5. Беспилотные авиационные системы (БАС) [Текст] / Утв. генеральным секретарем и опубликовано с его санкции. – Международная организация гражданской авиации, 2011. – 50 c. – ISBN 978-92-9231-780-5
6. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных па- раметров и характеристик [Текс]/ В. М. Ильюшко, М. М. Митрахович, А. В. Самков и др; Под общ. ред. В. И. Силкова. – К.: 2009. – 304 с., 56 ил.
7. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. посо- бие[Текст] /А.Г. Гребеников, А.К. Мялица, В.В. Парфенюк и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк.авиац. ин-т», 2008. 377 с. – ISBN 978-966-662-157-6
8. Афанасьев, П.П., Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функцио- нирования[Текст] /И.С.Голубев, В.Н.Новиков, С.Г.Парафесь, под редакцией Голубева И.С. и Тур- кина И.К. Издательство МАИ, М, 2008г.
9. Лебедев, А.А. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов [Текст] / А.А.Лебедев, Л.С.Чернобровкин. – М.: Машиностроение, 1973. – 613 с.
   1. **Программа обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.**

**При изучении дисциплины в формате электронного обучения с использованием ДОТ**

Программы для видеоконференций: Zoom, Яндекс Телемост.

Электронная платформа Moodle.

**4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Результаты обучения** | **Критерии оценки** | **Методы оценки** |
| 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);  классификацию авиадвигателей и принципы работы, компоновку различных 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. | 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);  актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;  методы работы в профессиональной и смежных сферах. | Текущий контроль в форме устных и письменных; оценка знаний и умений студентов на практических занятиях;  экзамен по окончанию изучения дисциплины. |
| Умения:  определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов;  владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах. | Уметь:  определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов;  владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах. | Текущий контроль в форме устных и письменных; оценка знаний и умений студентов на практических занятиях;  экзамен по окончанию изучения дисциплины. |

# 5.Перечень используемых методов обучения

5.1. Пассивные: лекции, беседы, опросы, самостоятельная работа, тесты, выполнение чертежей преподавателем и студентом

5.2. Активные и интерактивные: мастер-классы, тематические экскурсии.