Министерство образования Самарской области

АССОЦИАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ "ИНСТИТУТ НАПРАВО.РУ"

УТВЕРЖДЕНО
Приказ директора
от 09.02.2024г. № 006/13/с

Воробьев К.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПЦ.09 Основы аэродинамики и динамики полёта

Специальность 25.02.08
Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Квалификация: оператор беспилотных летательных аппаратов
Очная форма обучения
На базе основного общего образования
Срок получения образования: 3 года 10 месяцев

Тольятти, 2024г.

1. Общая характеристика рабочей программы

1.1. Назначение и нормативные основания

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы аэродинамики и динамики полёта» входит в программу подготовки специалистов среднего звена по специальности 25.02.08 «Эксплуатация беспилотных авиационных систем». Квалификация — оператор беспилотных летательных аппаратов.

Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.01.2023 № 2 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем».

1.2. Место в структуре образовательной программы

Семестры освоения: 3.

1.3. Планируемые результаты

Раздел / тема	Осваиваемые знания и умения
Введение	Умение решать учебные задачи по теме «Введение» и обосновывать полученный результат.
Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолётного типа.	Умение решать учебные задачи по теме «Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолётного типа» и обосновывать полученный результат.
Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа.	Умение решать учебные задачи по теме «Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа» и обосновывать полученный результат.
Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле.	Умение решать учебные задачи по теме «Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле» и обосновывать полученный результат.
Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа.	Умение решать учебные задачи по теме «Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа» и обосновывать полученный результат.
Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета.	Умение решать учебные задачи по теме «Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета» и обосновывать полученный результат.
Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа.	Умение решать учебные задачи по теме «Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа» и обосновывать полученный результат.

Код	Общая компетенция
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 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учётом особенностей социального и культурного контекста.

Код	Общая компетенция
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

2. Структура и содержание

2.1. Объём и виды учебной работы

Показатель	Академические часы
Общий объём	112
Учебные занятия и практическая подготовка	80
Самостоятельная работа	20
Промежуточная аттестация	12
Обязательная часть	54
Вариативная часть	58

2.2. Распределение по семестрам

Семестр	Общий объём, часы
3	112

2.3. Тематический план и содержание

Тема	Лекции	Практические и лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Введение	2	6	2
Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолётного типа.	2	6	2
Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа.	4	15	4
Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле.	3	13	4
Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа.	0	1	0
Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета.	3	13	4
Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа.	2	10	4
Итого	16	64	20

1. Введение

Учебные занятия — 8 ч.; самостоятельная работа — 2 ч.

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

Практическое занятие 1. Изучение летно-технических характеристик современных БВС Российских и зарубежного производства.

Самостоятельная работа: изучение материалов темы, выполнение и оформление тематического задания; подготовка обоснования полученных результатов.

2. Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолётного типа.

Учебные занятия — 8 ч.; самостоятельная работа — 2 ч.

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.

В том числе практических занятий и лабораторных работ

Практическое занятие 2. Знакомство с конструкцией планера самолета, шасси.

Практическое занятие 3. Знакомство с конструкцией поршневых, турбовинтовых и турбовентиляторных двигателей.

Практическое занятие 4. Анализ отличий силовых установок по способу получения и передачи энергии.

Самостоятельная работа: изучение материалов темы, выполнение и оформление тематического задания; подготовка обоснования полученных результатов.

3. Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа.

Учебные занятия — 19 ч.; самостоятельная работа — 4 ч.

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

Практическое занятие 5. Анализ отличий в условиях эксплуатации силовых установок БВС самолетного и вертолетного типов.

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 воздушногопотока 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.

Практическое занятие 6. Использование законов и уравнений по аэродинамике для проведения расчетов. Решение задач по аэродинамике (в соответствии с заданием).

Самостоятельная работа: изучение материалов темы, выполнение и оформление тематического задания; подготовка обоснования полученных результатов.

4. Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле.

Учебные занятия — 16 ч.; самостоятельная работа — 4 ч.

Геометрические характеристики крыла. Размах, удлинение, уголстреловидности, 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 воздушногопотока 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

Практическое занятие 7. Рассмотрение аэродинамических сил на крыле конкретного типа ВС.

ПК 2.2 ПК 3.2 Взлет самолета. Траектория движения и основные участки взлета.

Самостоятельная работа: изучение материалов темы, выполнение и оформление тематического задания; подготовка обоснования полученных результатов.

5. Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа.

Учебные занятия — 1 ч.; самостоятельная работа — 0 ч.

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

Практическое занятие 8. Знакомство с системами управления самолетом. Расположение органов управления и рулевых поверхностей.

6. Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета.

Учебные занятия — 16 ч.; самостоятельная работа — 4 ч.

Основные понятия равновесия и устойчивости ВС. Центр тяжестиБВС. 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 углуатаки. 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

Практическое занятие 9. Определение САХ и центровки самолета.

Самостоятельная работа: изучение материалов темы, выполнение и оформление тематического задания; подготовка обоснования полученных результатов.

7. Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа.

Учебные занятия — 12 ч.; самостоятельная работа — 4 ч.

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

Практическое занятие 10. Знакомство с системами управления БВС, расположением органов управления, несущего и рулевого винтов.

Самостоятельная работа: изучение материалов темы, выполнение и оформление тематического задания; подготовка обоснования полученных результатов.

3. Условия реализации

3.1. Материально-техническое обеспечение

Учебный кабинет, рабочие места, средства демонстрации и материалы по тематическому плану. Для измерительных и лабораторных работ используются исправные учебные приборы, образцы, защитные средства и инструкции безопасного выполнения; задания обеспечиваются необходимыми исходными данными.

3.2. Информационное обеспечение

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.

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.

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.

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).

Российский авиационно-космический портал - URL: http://www.avia.ru/

Отраслевое агентство «Авиа Порт» - URL: http://www.aviaport.ru/

Беспилотные авиационные системы (БАС) [Текст] / Утв. генеральным секретарем и опубликовано с его санкции. - Международная организация гражданской авиации, 2011. - 50 с. - ISBN 978-92-9231-780-5

Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров 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.

Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие[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

Афанасьев, П.П., Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования[Текст] /И.С.Голубев, В.Н.Новиков, С.Г.Парафесь, под редакцией Голубева И.С. и Тур- кина И.К. Издательство МАИ, М, 2008г.

Лебедев, А.А. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов [Текст] / А.А.Лебедев, Л.С.Чернобровкин. - М.: Машиностроение, 1973. - 613 с. 10

3.3. Организация обучения

До начала работы обучающийся получает задание, исходные данные и критерии оценки. Практические действия выполняются на исправных учебных средствах после инструктажа. Специальные условия для обучающихся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья определяются с учётом индивидуальных потребностей.

4. Контроль и оценка результатов освоения

4.1. Текущий контроль

Проверяемый результат	Форма контроля	Признаки достижения
Умение решать учебные задачи по теме «Введение» и обосновывать полученный результат.	Тематическое задание; практическая работа	Правильность действий и результата; обоснование; самостоятельность; соблюдение требований безопасности.

Проверяемый результат	Форма контроля	Признаки достижения
Умение решать учебные задачи по теме «Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов	Тематическое задание; практическая работа	Правильность действий и результата; обоснование; самостоятельность; соблюдение требований безопасности.

Проверяемый результат	Форма контроля	Признаки достижения
самолётного типа» и обосновывать полученный результат.		
Умение решать учебные задачи по теме «Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа» и обосновывать полученный результат.	Тематическое задание; практическая работа	Правильность действий и результата; обоснование; самостоятельность; соблюдение требований безопасности.
Умение решать учебные задачи по теме «Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле» и обосновывать полученный результат.	Тематическое задание; практическая работа	Правильность действий и результата; обоснование; самостоятельность; соблюдение требований безопасности.
Умение решать учебные задачи по теме «Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа» и обосновывать полученный результат.	Тематическое задание; практическая работа	Правильность действий и результата; обоснование; самостоятельность; соблюдение требований безопасности.
Умение решать учебные задачи по теме «Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета» и обосновывать полученный результат.	Тематическое задание; практическая работа	Правильность действий и результата; обоснование; самостоятельность; соблюдение требований безопасности.
Умение решать учебные задачи по теме «Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа» и обосновывать полученный результат.	Тематическое задание; практическая работа	Правильность действий и результата; обоснование; самостоятельность; соблюдение требований безопасности.

4.2. Промежуточная аттестация

Экзамен (семестр 3). Объём промежуточной аттестации — 12 академических часов. При отсутствии отдельно выделенных часов зачёт проводится в пределах учебных занятий.

Варианты заданий, исходные данные, порядок выполнения и критерии содержатся в фонде оценочных средств по данному учебному компоненту.

Приложение. Содержание учебных занятий и практических работ

ОПЦ.09 Основы аэродинамики и динамики полёта

Тематическая детализация раскрывает учебные занятия, практические работы и самостоятельную работу в объёмах, установленных тематическим планом рабочей программы.

Тема / междисциплинарный курс	Лекции	Практические занятия	Курсовой проект	Самостоятельная работа
Введение	2	6	0	2
Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолётного типа.	2	6	0	2
Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа.	4	15	0	4
Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле.	3	13	0	4
Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа.	0	1	0	0
Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета.	3	13	0	4
Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа.	2	10	0	4
Итого	16	64	0	20

1. Введение

Учебные вопросы и способы их раскрытия

Современные БВС, эксплуатируемые в России. БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку. Лётно- технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России.

Содержательный вопрос	Часы
Современные БВС, эксплуатируемые в России.	1
БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку.	1

Практическая работа 1.1. Анализ материала по теме «Введение» — 6 ч.

Содержание для подготовки: «Современные БВС, эксплуатируемые в России. БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку. Лётно- технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России.»
1. Составьте таблицу «понятие или действие — существенный признак — пример применения» с тремя строками. 2. Покажите последовательность применения изучаемого метода. 3. Укажите две возможные ошибки и способ проверки результата.

Порядок выполнения

1. Выделить существенные признаки и корректные примеры.

2. Составить и обосновать последовательность применения.

3. Связать конкретную ошибку со способом её обнаружения.

Представляемый результат: Таблица или схема, развёрнутый ответ и обоснованный вывод.

Самостоятельная работа — 2 ч.

Подготовьте индивидуальный разбор учебной ситуации «Анализ материала по теме «Введение»». Представьте схему решения, проверку исходных сведений и письменное объяснение двух возможных ошибок.

Контроль освоения

Проверяется выполнение следующих действий: Выделить существенные признаки и корректные примеры.; Составить и обосновать последовательность применения.; Связать конкретную ошибку со способом её обнаружения..

2. Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолётного типа.

Учебные вопросы и способы их раскрытия

Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки. Назначение фюзеляжа, крыла, шасси, оперения. Требования, предъявляемые к ним, их конструктивные особенности.

Содержательный вопрос	Часы
Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки.	1
Назначение фюзеляжа, крыла, шасси, оперения.	1

Практическая работа 2.1. Анализ материала по теме «Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолётного типа» — 6 ч.

Содержание для подготовки: «Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки. Назначение фюзеляжа, крыла, шасси, оперения. Требования, предъявляемые к ним, их конструктивные особенности.»
1. Составьте таблицу «понятие или действие — существенный признак — пример применения» с тремя строками. 2. Покажите последовательность применения изучаемого метода. 3. Укажите две возможные ошибки и способ проверки результата.

Порядок выполнения

1. Выделить существенные признаки и корректные примеры.

2. Составить и обосновать последовательность применения.

3. Связать конкретную ошибку со способом её обнаружения.

Представляемый результат: Таблица или схема, развёрнутый ответ и обоснованный вывод.

Самостоятельная работа — 2 ч.

Подготовьте индивидуальный разбор учебной ситуации «Анализ материала по теме «Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолётного типа»». Представьте схему решения, проверку исходных сведений и письменное объяснение двух возможных ошибок.

Контроль освоения

Проверяется выполнение следующих действий: Выделить существенные признаки и корректные примеры.; Составить и обосновать последовательность применения.; Связать конкретную ошибку со способом её обнаружения..

3. Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа.

Учебные вопросы и способы их раскрытия

В учебной модели висения вертикальная тяга должна компенсировать вес. Запас тяги оценивают для заданных массы и условий; суммарное значение не доказывает исправность каждого привода.

Содержательный вопрос	Часы
Беспилотные воздушные суда вертолетного типа.	1
Конструктивные особенности БВС с одноосной и двухосной схемой.	1
Роль и назначение несущего винта, рулевого винта.	1
Особенности управления БВС вертолетного типа.	1

Практическая работа 3.1. Вертолётный режим и баланс тяги — 15 ч.

Масса учебной модели 2 кг, g = 10 м/с². Четыре ротора дают по 6 Н вертикальной тяги. Найдите суммарную тягу и запас относительно веса; затем оцените снижение тяги одного ротора до 2 Н.

Порядок выполнения

1. Составить вертикальный баланс.

2. Сравнить режимы.

3. Отметить неучтённые моменты и ограничения модели.

Представляемый результат: Расчёт, обоснование решения и проверка результата.

Самостоятельная работа — 4 ч.

Подготовьте индивидуальный разбор учебной ситуации «Вертолётный режим и баланс тяги». Представьте схему решения, проверку исходных сведений и письменное объяснение двух возможных ошибок.

Контроль освоения

Проверяется выполнение следующих действий: Составить вертикальный баланс.; Сравнить режимы.; Отметить неучтённые моменты и ограничения модели..

4. Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле.

Учебные вопросы и способы их раскрытия

Аэродинамическая сила зависит от плотности воздуха, квадрата скорости, площади и коэффициента, принятого для режима. Модельный расчёт не заменяет ограничения конкретного воздушного судна и требует указания допущений.

Содержательный вопрос	Часы
Геометрические характеристики крыла.	1
Размах, удлинение, уголстреловидности, угол поперечного V.	1
Профиль крыла, хорда, относительная толщина профиля.	1

Практическая работа 4.1. Подъёмная сила по учебной модели — 13 ч.

По учебной формуле $Y = \rho v^2 S C_y / 2$ используйте $\rho = 1{,}2$ кг/м³, $v = 10$ м/с, $S = 0{,}8$ м², $C_y = 0{,}6$. Найдите силу и её изменение при удвоении скорости при неизменных остальных параметрах.

Порядок выполнения

1. Определить смысл и единицы каждого параметра.

2. Выполнить расчёт.

3. Проверить квадратичную зависимость и границы применимости.

Представляемый результат: Расчёт, обоснование решения и проверка результата.

Самостоятельная работа — 4 ч.

Подготовьте индивидуальный разбор учебной ситуации «Подъёмная сила по учебной модели». Представьте схему решения, проверку исходных сведений и письменное объяснение двух возможных ошибок.

Контроль освоения

Проверяется выполнение следующих действий: Определить смысл и единицы каждого параметра.; Выполнить расчёт.; Проверить квадратичную зависимость и границы применимости..

5. Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа.

Учебные вопросы и способы их раскрытия

Уравнение движения горизонтального полета. Потребная скорость горизонтального полета. Потребная тяга и мощность для горизонтального полета, Кривые потребных и располагаемых тяг и мощностей

Уравнение движения горизонтального полета.

Потребная скорость горизонтального полета.

Практическая работа 5.1. Анализ материала по теме «Этапы полета БВС самолетного типа» — 1 ч.

Содержание для подготовки: «Уравнение движения горизонтального полета. Потребная скорость горизонтального полета. Потребная тяга и мощность для горизонтального полета, Кривые потребных и располагаемых тяг и мощностей»
1. Составьте таблицу «понятие или действие — существенный признак — пример применения» с тремя строками. 2. Покажите последовательность применения изучаемого метода. 3. Укажите две возможные ошибки и способ проверки результата.

Порядок выполнения

1. Выделить существенные признаки и корректные примеры.

2. Составить и обосновать последовательность применения.

3. Связать конкретную ошибку со способом её обнаружения.

Представляемый результат: Таблица или схема, развёрнутый ответ и обоснованный вывод.

Контроль освоения

Проверяется выполнение следующих действий: Выделить существенные признаки и корректные примеры.; Составить и обосновать последовательность применения.; Связать конкретную ошибку со способом её обнаружения..

6. Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость самолета.

Учебные вопросы и способы их раскрытия

Момент силы зависит от её модуля и перпендикулярного плеча. Для равновесия тела должны выполняться условия для суммы сил и суммы моментов. Сведение задачи только к равенству двух сил не всегда обеспечивает равновесие.

Содержательный вопрос	Часы
Основные понятия равновесия и устойчивости ВС.	1
Причины ограничения предельно- передней и предельно-задней центровок БВС.	1
Продольная устойчивость и управляемость БВС.	1

Практическая работа 6.1. Сила, момент и равновесие — 7 ч.

На рычаг действует сила 120 Н с плечом 0.4 м. Уравновешивающая сила приложена с плечом 0,6 м. Найдите обе величины моментов и требуемую силу, изобразите схему.

Порядок выполнения

1. Нанести силы и плечи.

2. Выбрать правило знаков.

3. Записать условие равновесия и проверить единицы.

Представляемый результат: Расчёт, обоснование решения и проверка результата.

Практическая работа 6.2. Равновесие и запас управляющего момента — 6 ч.

Сила тяжести 25 Н уравновешена подъёмной силой. Вокруг центра масс действует возмущающий момент 1,2 Н·м. Управляющий орган создаёт до 1,0 Н·м противоположного момента. Оцените равновесие и достаточность управления.

Порядок выполнения

1. Разделить силы и моменты.

2. Записать их суммы.

3. Отличить равновесие, устойчивость и управляемость.

Представляемый результат: Расчёт, обоснование решения и проверка результата.

Самостоятельная работа — 4 ч.

Подготовьте индивидуальный разбор учебной ситуации «Сила, момент и равновесие». Представьте схему решения, проверку исходных сведений и письменное объяснение двух возможных ошибок.

Контроль освоения

Проверяется выполнение следующих действий: Нанести силы и плечи.; Выбрать правило знаков.; Записать условие равновесия и проверить единицы..

7. Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа.

Учебные вопросы и способы их раскрытия

Ускорение определяется результирующей силой, а не каждой силой отдельно. Работа постоянной силы на прямолинейном участке связывается с изменением кинетической энергии при выполнении условий модели.

Содержательный вопрос	Часы
Особенности аэродинамики и динамики полета БВС.	1
Назначение несущего и рулевого винтов на вертолете.	1

Практическая работа 7.1. Динамика и энергетическая проверка — 5 ч.

Тело массой 2 кг разгоняется из покоя с ускорением 3 м/с² в течение 4 с. Сопротивление не учитывается. Найдите силу, скорость, путь, работу силы и кинетическую энергию.

Порядок выполнения

1. Зафиксировать допущения модели.

2. Применить уравнения равноускоренного движения.

3. Сопоставить работу и изменение энергии.

Представляемый результат: Расчёт, обоснование решения и проверка результата.

Практическая работа 7.2. Вертолётный режим и баланс тяги — 5 ч.

Масса учебной модели 2 кг, g = 10 м/с². Четыре ротора дают по 6 Н вертикальной тяги. Найдите суммарную тягу и запас относительно веса; затем оцените снижение тяги одного ротора до 2 Н.

Порядок выполнения

1. Составить вертикальный баланс.

2. Сравнить режимы.

3. Отметить неучтённые моменты и ограничения модели.

Представляемый результат: Расчёт, обоснование решения и проверка результата.

Самостоятельная работа — 4 ч.

Подготовьте индивидуальный разбор учебной ситуации «Динамика и энергетическая проверка». Представьте схему решения, проверку исходных сведений и письменное объяснение двух возможных ошибок.

Контроль освоения

Проверяется выполнение следующих действий: Зафиксировать допущения модели.; Применить уравнения равноускоренного движения.; Сопоставить работу и изменение энергии..