

Ульяновский авиационный колледж - МЦК

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

**ПМ.05 Функциональные системы беспилотных воздушных судов, их летная и техническая эксплуатация**

**МДК 05.03 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ**

***Методические указания  
по выполнению курсовой работы***

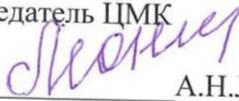
для специальности СПО

25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

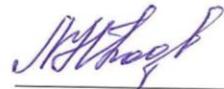
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Ульяновск  
2021

ОДОБРЕНО  
на заседании ЦМК  
авиационных дисциплин  
Протокол №6 от «11» января 2021 г.  
Председатель ЦМК

  
\_\_\_\_\_ А.Н.Леонтьев

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
по учебно-методической работе

  
\_\_\_\_\_ Л.Н. Подкладкина  
«11» января 2021 г.

РАЗРАБОТЧИК Куприенко В.М. преподаватель ОГАПОУ «Ульяновский авиационный колледж- МЦК»

РЕЦЕНЗЕНТЫ: Парменова О.Б. Почетный работник СПО РФ, преподаватель высшей категории ОГАПОУ «УАвиаК- МЦК»  
Леонтьев А.Н., преподаватель первой категории ОГАПОУ «УАвиаК- МЦК»

Методические указания включают рекомендации по выполнению разделов курсовой работы, устанавливают требования к содержанию и оформлению курсовой работы по МДК 05.03 «Системы автоматического управления беспилотными воздушными судами» Они предназначены для проведения консультаций и самостоятельной работы студентов по выполнению курсовой работы.

Данные методические указания составлены в соответствии с ФГОС СПО по специальности 25.02.08 «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	стр 4
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	5
3. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ.....	8
4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А Пример выполнения титульного листа к курсовой работе.....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Задание на курсовой проект (работу).....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ В Отзыв о курсовой работе.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Взаимодействие оператора с коптером.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Расчет рамы БВС вертолетного типа.....	16

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время все большее распространение для решения задач локального мониторинга окружающего пространства находят беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Одним из перспективных вариантов конструктивной реализации БПЛА являются мультикоптеры – это летательный аппарат, построенный по вертолетной схеме с четырьмя и более несущими винтами.

В настоящее время управление полетом осуществляется в автоматическом, либо в полуавтоматическом режиме по командам оператора с помощью пульта управления, наземной станции управления (НСУ). Наряду с этим существенно возрастает роль программного управления БПЛА на базе интеллектуальных автопилотов. Это связано с мировой тенденцией увеличения уровня автономности БПЛА при решении поставленных целевых задач, таких как планирование и автоматическое управление полетом по заданной траектории.

В данной работе создается и исследуется летательный аппарат. Помимо популярных решений *по ручному управлению* летательным аппаратом, в данной работе предлагается вариант *автоматического управления* дроном.

Основной целью работы является разработка БПЛА и *системы автоматического управления* дроном.

Основные задачи работы:

- анализ литературных источников, изучение принципа работы летательных аппаратов мультироторного, вертолетного и самолетного типов;
- изучение принципов работы датчиков стабилизации, спутниковых систем позиционирования;
- составление структурной схемы БВС на основе выбранного оборудования;
- составление принципиальной электрической схемы проектируемого БВС;
- составление инструкции по эксплуатации проектируемого БВС.

Курсовая работа по МДК 05.03 Системы автоматического управления беспилотными воздушными судами является одним из важных этапов самостоятельной работы студентов, она призвана закрепить и расширить теоретические знания, полученные на лекциях и практических занятиях.

Система курсовых работ позволяет формировать у студентов умение применять знания при решении прикладных задач, подготавливает к выполнению выпускной квалификационной работы и к самостоятельной работе по избранному направлению, способствует развитию творческих способностей.

Курсовая работа по МДК 05.03 представляет собой самостоятельную учебно-исследовательскую работу студента, являясь важным элементом учебного процесса.

Настоящие методические рекомендации разработаны в соответствии с учебным планом и программой курса. Они определяют цели, основную тематику, объем, структуру и содержание курсового проекта, требования к нему, порядок оформления, выполнения и защиты.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Выполнение курсового проекта является завершающим этапом изучения ПМ.05 «Системы автоматического управления беспилотными воздушными судами» и имеет своей целью:

- закрепить и расширить теоретические знания и умения по эксплуатации беспилотных авиационных систем;
- развить навыки самостоятельного:
  - анализа области применения БВС;
  - чтения структурных и функциональных схем;
  - определения связей, комплектующих БВС;
  - выполнения работ по проверки работоспособности БВС;

– осуществления технической эксплуатации БАС.

В период выполнения курсовой работы студент:

- закрепляет теоретические знания по МДК 05.03;
- приобретает практические навыки работы с различными источниками информации;
- выполняет аналитическую работу по конструированию проекта;
- излагает техническое решение поставленной задачи;
- создает требуемые таблицы, формы, запросы, отчеты в приложении;
- выбирает электроизмерительные приборы для контроля характеристик изделия;
- проверяет работоспособность бортового и наземного оборудования БАС;
- подводит итог (заключение) выполненного курсовой работы.

#### Основные требования к курсовой работе

Структура курсовой работы зависит от задания, его сложности и объема.

Основными структурными составляющими работы являются:

- титульный лист (Приложение А);
- содержание;
- введение;
- основная часть (состоящая из трех глав – теоретической, конструкторской и технологической);
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Рекомендуемый объем курсовой работы 20-30 страниц машинописного текста, выполненного на одной стороне листа бумаги формата А4.

Выполненная курсовая работа представляется, в соответствии с установленным порядком, на проверку. К защите она может быть допущена в случае соблюдения требований по структуре, содержанию и оформлению, с выставлением предварительной оценки.

Для защиты студент готовит краткое устное выступление, в котором излагаются цели, задачи курсовой работы; пути их решения; полученные результаты, выводы и предложения. Кроме того, защита курсовой работы включает в себя ответы студента на поставленные вопросы по существу рассматриваемой проблемы.

Работы, не отвечающие данным требованиям, возвращаются студенту на переработку или доработку с указаниями руководителя, либо, в исключительных случаях, выполняются заново.

## 2. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Тема курсовой работы должна соответствовать основным направлениям МДК 05.03 Системы автоматического управления беспилотными воздушными судами

Тематика рекомендуемых тем курсовых работ приводится на стр. 8 данных методических указаний.

Студент может выбрать тему курсовой работы самостоятельно, предпочтительно согласовать выбор с научным руководителем и обосновать актуальность работы в данном направлении.

Перед началом работы студенту необходимо уточнить с руководителем следующие аспекты:

- план курсовой работы;
- основные источники получения фактических материалов;
- основную литературу;
- методику и методы выполнения исследования;
- сроки выполнения работы.

## Содержание основных разделов курсовой работы

Введение должно быть не более 2 страниц. В нем кратко:

- обосновывается актуальность выбранной темы, излагаются состояние и перспективы исследуемой проблемы;
- формулируются цель и задачи курсовой работы;
- определяются объект и предмет исследования;
- указываются методы, приемы, с помощью которых осуществляется обработка информации;
- уточняются объем и структура работы.

Первая глава курсового проекта теоретическая, содержит изложение теоретических основ построения изделия на основе анализа существующей технической литературы. Этот материал обобщается и приводится точка зрения автора работы по теме курсового проекта. В теоретическую часть можно включать от 3 до 5 подразделов, раскрывающих сущность изучаемой темы. В этой главе рекомендуется рассмотреть следующие вопросы:

- теоретические основы построения, проектируемого БВС;
- назначение данного БВС в соответствии с индивидуально полученным заданием;
- предполагаемые технические характеристики проектируемого БВС;
- структурная схема БВС;

В настоящее время отечественные и зарубежные производители предлагают уже готовые к использованию БВС RTF (Ready To Flight), однако высокая стоимость таких БВС сдерживает их применение для предприятий с небольшим бюджетом.

В тоже время рынок предлагает огромный ассортимент материалов, электронных устройств и изделий, позволяющих спроектировать и построить БВС непосредственно для конкретных задач.

*Цель курсовой работы состоит в том, что студенту предлагается сконструировать свое беспилотное воздушное судно в соответствии с полученным заданием.*

Заканчиваться данная глава должна краткими обобщениями и выводами, увязывая ее содержание с последующими главами.

Не допускается дословное переписывание текста или материала из какого-либо одного источника.

Если приводятся статистические данные, рисунки или таблицы, следует делать ссылку на источник информации.

Рекомендуемый объем главы – 5-7 страниц печатного текста.

Вторая глава конструкторская, должна содержать не более 3-4 подглав и конкретный анализ проектирования БВС по теме курсовой работы.

В этой главе, используя структурную схему проектируемого БВС студент должен подобрать комплектующие изделия, исходя из поставленного задания, а именно полетного времени и выполняемой задачи: аэрофотосъемка, видеомониторинг и др. в следующей последовательности:

- двигатели, 4 шт.
- регуляторы оборотов, 4 шт., выбираются по максимально потребляемому току
- электродвигателей;
- полетный контроллер с функцией программирования полета по маршруту;
- приемник сигналов управления БВС;
- плату ВЕС, это источник питания ПК (полетного контроллера);
- полезную нагрузку-согласно задания;
- камеру FPV; OSD;
- передатчик видеосигнала с камеры FPV;

- аккумулятор, емкостью не менее 5200 mAh
- подвес двухосевой

Используя технические характеристики комплектующих изделий, а именно вес, рассчитываем общий вес всех изделий. Этот расчет рекомендуется выполнить на черновике, собрав все данные в таблицу

*В дальнейшем все таблицы, рисунки, графики в курсовой работе необходимо подписывать в соответствии с действующими правилами: каждый рисунок и таблица комментируются текстом.*

Рассчитав общий вес летательного аппарата, включая вес аккумулятора, рассчитаем потребную суммарную тягу электродвигателей: тяга электродвигателей при 50% оборотов должна быть в два раза больше веса летательного аппарата.

*Проверим, подойдут ли выбранные электродвигатели с воздушными винтами к данной конструкции, т.е. смогут ли поднять данный вес, при этом необходимо прибавить еще вес рамы БВС, это примерно 15-20% к рассчитанному весу*

Если расчет покажет, что выбранные двигатели с воздушными винтами поднимут рассчитанный вес, рассчитаем ёмкость аккумулятора для выполнения полета в течении заданного времени. Необходимо учитывать такую закономерность: чем больше емкость аккумулятора, тем больше его вес, а, чтобы поднять больший вес, необходима большая мощность двигателей, что в свою очередь увеличивает потребляемый ток, и как следствие сократит время полета БВС. Поэтому в таком случае необходим оптимальный подбор комплектующих, чем меньше вес, тем лучше. Может понадобится и перерасчет, выбор комплектующих с подходящими характеристиками. Предварительно расчеты выполняются в черновом варианте, проводятся консультации с преподавателем в установленные сроки.

Когда расчетные данные будут соответствовать заданию, т.е. будет получено необходимое время полета для данной комплектации, необходимо перейти к следующему шагу-выбору несущей конструкции, т.е. рамы, фюзеляжа. Размер рамы необходимо выбирать согласно ПРИЛОЖЕНИЮ Д

После выполнения предварительных расчетов курсовую работу можно выполнять на листах формата А4:

- выполнить чертеж несущей части БВС (рамы)
- дать краткое описание комплектующих изделий;
- взаимодействие комплектующих изделий;
- дать описание полезной нагрузки, привести её характеристики

## Расчетная часть

В расчетной части:

1. Составить таблицу комплектующих изделий, где должна быть информация:

-наименование изделия, например, двигатель бесколлекторный Sanny

-обозначение изделия, например 2300kv;

-вес изделия;

-количество;

-общий вес комплектующих изделий.

2. Рассчитать потребную тягу двигателей при 50% оборотов;

3. Выбрать воздушные винты

4. Рассчитать размеры рамы БВС (ПРИЛОЖЕНИЕ Д)

3. Рассчитать потребляемый ток (двигатели, контроллер, полезная нагрузка, FPV и др)

4. Выбрать аккумулятор и рассчитать время полета.

5. Выбрать программу, с помощью которой будет составляться маршрут полета;

Кратко описать два-три режима стабилизации (автоматического управления) БВС

В приложении при необходимости привести таблицы применяемых электродвигателей, воздушных винтов

В третьей главе, технологической, на основе проведенного анализа, студентам предлагается разработать методику по проверки работоспособности изделия. Необходимо выбрать минимальное количество параметров, характеризующих работоспособность изделия и определить контрольно-измерительную аппаратуру для их контроля. В этой главе рекомендуется рассмотреть следующие вопросы:

- выбор параметров, характеризующих работоспособность изделия;
- выбор контрольно-измерительной аппаратуры;
- разработка методики по проверки работоспособности изделия.

Данные мероприятия должны иметь экономическое обоснование целесообразности и их использование и внедрение повысить безопасность полётов.

Рекомендуемый объем третьей главы 2-3 страницы печатного текста.

Заключение, состоящее из 2 страниц, содержит обобщения и выводы по материалам проделанной курсовой работы, делается анализ результатов, формулируются пути устранения недостатков, резервы и механизмы совершенствования.

### 3. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Темы курсовых работ соответствуют объему программы ПМ.05 «Системы автоматического управления беспилотными воздушными судами» При разработке заданий на курсовой проект учитываются задачи, стоящие перед студентами при дипломном проектировании.

В целях приближения курсового проекта по ПМ.05 «Системы автоматического управления беспилотными воздушными судами» к реальным условиям производства, задания связаны с работой студентов на производственной практике.

Формулировка тем курсовых работ может быть представлена в следующем виде:

1. Разработка системы автоматического управления беспилотным воздушным судном  
мультироторного типа;
2. Разработка системы автоматического управления беспилотным воздушным судном  
самолетного типа;
3. Моделирование системы автоматической стабилизации высоты полета
4. Моделирование системы автоматического управления БВС с использованием спутниковых систем позиционирования.

### 4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Летков Д.Е. «Беспилотные летательные аппараты». Методическое пособие
2. Т.А. Андрющенко, А.А. Кусаинов «Разработка динамической модели беспилотного летательного аппарата. / Вестник Новосибирского государственного университета/
3. Голобов В.И., Ульянов В.И. «Беспилотники для любознательных» Наука и Техника СПб 2018.

### СТАНДАРТЫ:

4. ГОСТ 2.102-68 ЕСКД Виды и комплектность конструкторских документов.
5. ГОСТ 2.104-68 ЕСКД Основные надписи.
6. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД Общие требования к текстовым документам.
7. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД Текстовые документы.
8. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД Основные требования к чертежам.
9. ГОСТ 2.201-80 ЕСКД Обозначения изделий и конструкторских документов.
10. ГОСТ 2.314-68 ЕСКД Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий.
11. ГОСТ 2.701-84 ЕСКД Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

12. ГОСТ 16263 - 70 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения
13. ГОСТ16504 – 81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

#### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

14. <http://My hobby log.ru>
15. <http://Drongeek.ru>
16. [www.parkflyer.ru](http://www.parkflyer.ru)
17. [www.minussv.ru](http://www.minussv.ru)
18. [www.dronomania.ru](http://www.dronomania.ru)
19. [www.profpv.ru](http://www.profpv.ru)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

*Пример выполнения титульного листа к курсовой работе*

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ОГАПОУ «УЛЬЯНОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ - МЦК»

Специальность \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ шифр, наименование специальности, уровень подготовки

УД, МДК, ПМ

\_\_\_\_\_ шифр по учебному плану, название

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовому проекту (работе) на  
тему \_\_\_\_\_

Автор проекта  
(работы) \_\_\_\_\_

подпись, инициалы, фамилия

Обозначение курсового проекта  
(работы) \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

ПРОЕКТ (РАБОТА) ЗАЩИЩЕН(А) \_\_\_\_\_

дата

оценка

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА (РАБОТЫ) \_\_\_\_\_

подпись, дата

инициалы, фамилия

20 \_\_\_\_ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ОГАПОУ «УЛЬЯНОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ - МЦК»

Специальность

\_\_\_\_\_  
шифр, наименование специальности, уровень подготовки

УТВЕРЖДАЮ  
Зам.директора по УПР

\_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТУ)**

по УД, МДК

\_\_\_\_\_  
шифр по учебному плану, название

Студент

\_\_\_\_\_  
Фамилия, инициалы

Группа

\_\_\_\_\_  
шифр группы

1. Тема

2. Срок предоставления проекта (работы) \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

3. Исходные данные для  
проектирования \_\_\_\_\_

4. Содержание пояснительной записки курсового проекта ( \_\_\_\_ стр.)

## ВВЕДЕНИЕ

1 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_   
наименование раздела

1.1 \_\_\_\_\_

1.2 \_\_\_\_\_

1.3 \_\_\_\_\_

1.4 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_   
наименование раздела

2.1 \_\_\_\_\_

2.2 \_\_\_\_\_

2.3 \_\_\_\_\_

2.4 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_   
наименование раздела

3.1 \_\_\_\_\_

3.2 \_\_\_\_\_

3.3 \_\_\_\_\_

3.4 \_\_\_\_\_

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ПРИЛОЖЕНИЯ

Перечень графического материала ( \_\_\_\_\_ листов А1)

Лист

1 \_\_\_\_\_

Лист

2 \_\_\_\_\_

Лист

3 \_\_\_\_\_

Лист

4 \_\_\_\_\_

Лист

5 \_\_\_\_\_

---

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА

---

подпись, дата

фамилия, инициалы

ЗАДАНИЕ ПРИНЯЛ К ИСПОЛНЕНИЮ  
Студент

---

подпись, дата

фамилия, инициалы

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ОГАПОУ «УЛЬЯНОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ-МЦК»

**ОТЗЫВ О КУРСОВОЙ РАБОТЕ**

Студент \_\_\_\_\_  
(Фамилия, имя, отчество)

**Тема курсовой работы:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

1. Положительные стороны работы: (убедительность аргументации, актуальность темы, степень самостоятельности работы и творческого подхода, полнота разработки темы, использование математических методов, формальных моделей, ЭВМ, степень достижения цели и т.п.).

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Перечень недостатков работы:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Оценка работы:**

\_\_\_\_\_

(отлично, хорошо, удовлетворительно)

Руководитель \_\_\_\_\_  
(Фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_ (подпись)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_ г.

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Взаимодействие оператора с коптером



Рис. 1



Рис. 2 Схема управления дронах посредством мобильных сетей



Рис. 3 Управлять дроном можно и через Интернет при наличии SIM карты со статическим IP-адресом

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Расчет рамы БВС вертолетного типа

