

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ И УЧАСТНИКОВ
ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ МОСКОВСКОГО
КОНКУРСА МЕЖПРЕДМЕТНЫХ НАВЫКОВ И ЗНАНИЙ
«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МЕГАПОЛИС. ПОТЕНЦИАЛ
2024/2025» В НОМИНАЦИИ «КАДЕТСКИЙ КЛАСС» ПО
НАПРАВЛЕНИЮ СОВРЕМЕННОЕ ВООРУЖЕНИЕ И ТЕХНИКА
ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИЕ СИЛЫ – ВКС)**

Москва, 2024 год

Пояснительная записка

Методические рекомендации предназначены для обучающихся 10-11 классов, планирующих участвовать в Московском Конкурсе межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал 2025» и содержат советы разработчиков практической части и полезную информацию для организации индивидуальной подготовки. В рекомендациях указаны темы, на повторение которых целесообразно обратить особое внимание.

В рамках проекта обучающиеся образовательных учреждений общего среднего образования получают углубленные знания по дисциплинам, на основе которых они смогут успешно обучаться в ВУЗе авиационно-космической направленности. Эта профориентационная деятельность помогает определиться с будущей профессией выпускников кадетских классов. В методических рекомендациях рассмотрены некоторые типы заданий, включённых в индивидуальные контрольные варианты, и даны рекомендации по их выполнению.

Цели и задачи.

Целью методических указаний является оказание помощи выпускникам кадетских классов при подготовке к сдаче практической части Московского Конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал 2025» с профилем подготовки «Воздушно-космические силы». Задания практической части конкурса базируются на следующих элективных курсах: «Управление БПЛА» и «Радиоэлектронное оборудование и система управления БПЛА». Содержание данных элективных курсов формирует у обучающихся знания основ аэродинамики, истории авиации, конструкции и управления БПЛА. Подготовка к участию в Московском Конкурсе межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал 2025» позволяет сформировать комплексное, системное и социально ориентированное представление об авиационной и беспилотной технике и реализует следующие задачи:

1. Подготовка выпускников кадетских классов к участию в Московском Конкурсе межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал 2025»;
2. Обеспечение подготовки выпускников кадетских классов к поступлению в высшие технические учебные заведения;
3. Получение теоретических и практических навыков в области пилотирования беспилотных летательных аппаратов.

4. Воспитание ценностного отношения к науке и технике, построение образовательной и карьерной траектории учащихся кадетских классов.

Ожидаемые результаты:

Участие в Московском Конкурсе межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал 2025» по направлению ВКС позволит кадетам продемонстрировать ключевые компетенции, необходимые для успешного конструирования и управления БПЛА.

В рамках подготовки к Конкурсу развиваются познавательные навыки в виде обозначения проблемы и быстрого нахождения вариантов её решения, составления четкого плана действий. Успешное выполнение заданий требует наличия у участников таких качеств, как усидчивость, внимательность и хорошая память.

Структура заданий

Индивидуальный вариант участника включает 10 заданий. Задания базируются на содержании элективных курсов по направлению: «Современное вооружение и техника Вооруженных Сил Российской Федерации (Воздушно-космические силы – ВКС)»:

Задание № 1 касается темы «История автономных полетов» из учебного пособия «Управление БПЛА». Задание имеет базовый уровень сложности и предполагает открытый ответ.

Задание № 2 касается темы «Законодательные и нормативно-правовые документы по организации и использованию воздушного пространства Российской Федерации. Обеспечение безопасности полётов БПЛА» из учебного пособия «Радиоэлектронное оборудование и система управления БПЛА». Задание имеет базовый уровень сложности и предполагает открытый ответ.

Задание № 3 касается темы «Основы аэродинамики конструкции и комплекса «Разведчик» из учебного пособия «Радиоэлектронное оборудование и система управления БПЛА». Задание имеет базовый уровень сложности и предполагает открытый ответ.

Задание № 4 касается темы «Действия в особых случаях полета комплекса «Разведчик» из учебного пособия «Радиоэлектронное оборудование и система управления БПЛА». Задание имеет базовый уровень сложности и предполагает открытый ответ.

Задания № 5, № 6 и № 7 касаются темы «Обязательный состав компонентов квадрокоптера» из учебного пособия «Управление БПЛА». Задания имеют повышенный уровень сложности и предполагают открытый ответ.

Задание № 8 касается темы «Геометрия ЛА и его положение в воздухе» из учебного пособия «Управление БПЛА». Задание имеет повышенный уровень сложности и предполагает открытый ответ.

Задание № 9 касается темы «Настройка БПЛА» из учебного пособия «Управление БПЛА». Задание имеет повышенный уровень сложности и предполагает открытый ответ.

Задание № 10 касается темы «Выполнение полетных заданий на тренировочных БПЛА» из учебного пособия «Управление БПЛА». Задание имеет повышенный уровень сложности и предполагает открытый ответ.

Ответы на все задания проверяются экспертом.

Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60. Для получения максимального балла за практический этап Конкурса необходимо дать верные ответы на все задания.

Описание возможных трудностей при подготовке к практическому этапу конкурса по выбранному направлению.

Трудности при выполнении задания № 1:

Задание № 1 охватывает тему «История автономных полетов». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, изучив одноименную главу в учебном пособии «Управление БПЛА» и обратив особое внимание на значимые даты и имена изобретателей. Пример задания № 1 из демонстрационного варианта:

Задание № 1. Какое событие считается началом истории беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)?

Правильный ответ: Подъем воздушного шара братьями Монгольфье.

Необходимый теоретический материал:

История БПЛА начинается в 1783 году, когда 5 июня братья Этьен и Жозеф Монгольфье подняли в воздух шар, наполненный дымом. Диаметр несущей оболочки был 3.5 метра, а вес всего аппарата – 154 килограмма. Шар продержался в воздухе около 10 минут, при этом он поднялся на высоту почти 300 метров и пролетел около километра. Начало было положено, братья задумались над развитием проекта. Второй запуск в сентябре того же года стал более зрелищным: к шару была прикреплена корзина, в которой поместились первые пассажиры беспилотного летательного аппарата: баран, утка и петух.

Полет длился 8 минут на дистанции около 4-х километров. Воздушные шары, впоследствии названные дирижаблями, сыграли большую роль в истории авиации, но именно беспилотные летательные аппараты стали настоящей находкой в военном деле.

Трудности при выполнении задания № 2:

Задание № 2 охватывает тему «Законодательные и нормативно-правовые документы по организации и использованию воздушного пространства Российской Федерации. Обеспечение безопасности полётов БПЛА». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, изучив одноименную главу в учебном пособии «Радиоэлектронное оборудование и система управления БПЛА» и обратив особое внимание на названия основных законодательных актов и их содержание. Пример задания № 2 из демонстрационного варианта:

Задание № 2. Дайте определение автономного полета, согласно федеральным авиационным правилам по штурманской службе государственной авиации?

Правильный ответ: Автономный полет БПЛА – полет БПЛА без вмешательства пилота (оператора);

Необходимый теоретический материал:

Федеральные авиационные правила по штурманской службе государственной авиации (ФАП по ШС ГА) определяют функции, задачи, права и обязанности штурманской службы, а также порядок штурманской подготовки и обеспечения полетов. ФАП по ШС ГА направлены на обеспечение безопасности воздушной навигации и боевого применения авиационных комплексов. Данные правила обязательны для выполнения всеми авиационными формированиями федеральных органов исполнительной власти и организациями.

Временные правила производства полетов беспилотных летательных аппаратов разработаны в соответствии с действующим воздушным законодательством Российской Федерации. Они определяют порядок производства полетов БПЛА и обязательны для всех подразделений, имеющих в своем составе комплексы с БПЛА.

В Правилах применяются следующие понятия и определения:

- автономный полет БПЛА – полет БПЛА без вмешательства пилота (оператора);
- аэродром – участок земли или поверхности воды с расположенными на нем зданиями, сооружениями и оборудованием, предназначенный для взлета, посадки, руления и стоянки воздушных судов;

- аэронавигационная информация – сведения (аэронавигационные данные) об аэродромах, аэроузлах, элементах структуры воздушного пространства и средствах радиотехнического обеспечения, необходимые для организации и выполнения полетов;
- взлет БПЛА – этап полета с момента начала ускоренного движения БПЛА с руки оператора, механических средств старта, от линии старта на земной (водной) или искусственной поверхности (момента отделения от указанной поверхности при вертикальном взлете), до момента набора установленных высот и скорости полета применительно к конкретному типу БПЛА.

Трудности при выполнении задания № 3:

Задание № 3 охватывает тему «Основы аэродинамики конструкции и комплекса «Разведчик». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, изучив одноименную главу в учебном пособии «Радиоэлектронное оборудование и система управления БПЛА» и обратив особое внимание на названия элементов конструкции самолёта. Пример задания № 3 из демонстрационного варианта:

Задание № 3. На рисунке 1 изображена схема самолета, какая цифра обозначает элемент конструкции – фюзеляж.

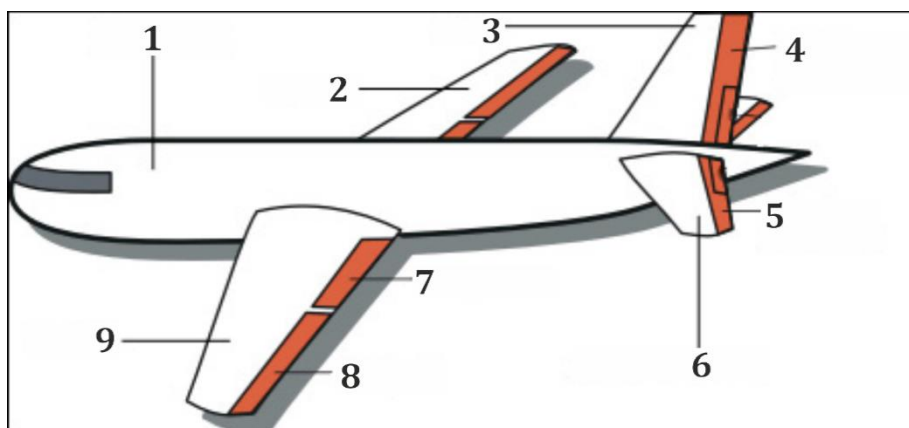


Рисунок 1. Элементы конструкции и управления самолетом

Правильный ответ: Фюзеляж обозначен цифрой 1.

Необходимый теоретический материал:

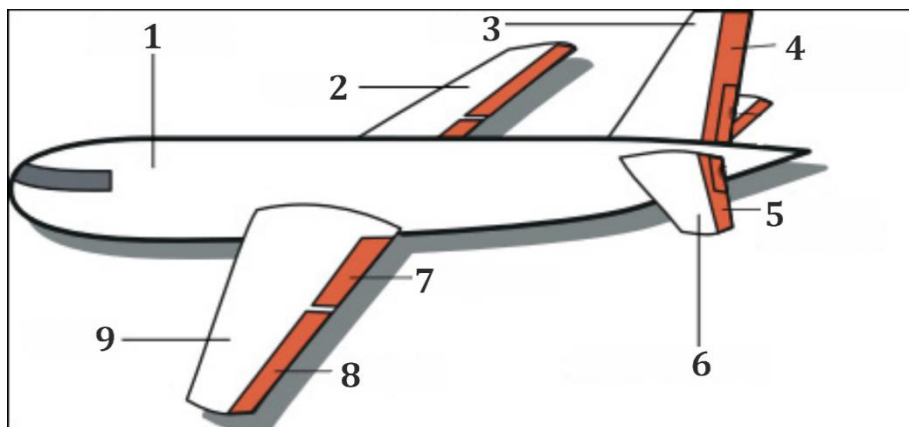


Рисунок 1. Элементы конструкции и управления самолетом

1. Фюзеляж самолёта – основная несущая часть, которая служит для размещения экипажа, грузов и оборудования. Фюзеляж обеспечивает прочность конструкции, аэродинамическую устойчивость и управляемость. Другими словами, фюзеляж – «тело» самолета, которое:

- Соединяет консоли крыла и хвост, формируя единую конструкцию.
- Создает аэродинамическую форму, способствующую полету.
- Обеспечивает безопасность экипажа и пассажиров, защищая их от внешних воздействий.
- Размещает все необходимое оборудование, от двигателей до систем управления.
- Определяет внешний вид самолета.

Фюзеляж – один из самых важных элементов самолета, без которого полет был бы невозможен.

2. Крыло самолёта – это аэродинамическая поверхность, предназначенная для создания подъёмной силы, которая удерживает самолёт в воздухе, и обеспечения устойчивого полёта.

Оно представляет собой сложную конструкцию, состоящую из каркаса, образованного продольными (лонжероны, стрингеры) и поперечными (нервюры) элементами, и внешней обшивки. Крыло имеет профиль, который определяет его аэродинамические характеристики.

3. Киль самолёта – это часть вертикального хвостового оперения, которая обеспечивает продольную устойчивость и управляемость летательного аппарата.

Он представляет собой аэродинамическую поверхность, расположенную в хвостовой части фюзеляжа, и состоит из одной или нескольких плоскостей (в зависимости от конструкции самолёта).

Основная задача киля – противодействовать моменту рыскания, то есть нежелательному отклонению носа самолёта влево или вправо относительно направления движения.

4. Руль направления – это подвижная аэродинамическая поверхность, расположенная в хвостовом оперении и предназначенная для управления курсом воздушного судна относительно вертикальной оси.

Он представляет собой отклоняемую поверхность, которая при воздействии на неё усилий управления изменяет направление движения воздушного потока, обтекающего хвостовое оперение, тем самым создавая момент, поворачивающий самолёт вокруг вертикальной оси (по курсу).

5. Руль высоты – это подвижная аэродинамическая поверхность, расположенная обычно у задней кромки стабилизатора и предназначенная для управления тангажом воздушного судна.

Он представляет собой отклоняемую поверхность, которая при воздействии на неё усилий управления изменяет направление движения воздушного потока, обтекающего хвостовое оперение, тем самым создавая момент, наклоняющий самолёт относительно поперечной оси (по тангажу).

6. Стабилизатор самолёта – это аэродинамическая поверхность, предназначенная для обеспечения устойчивости, управляемости и балансировки летательного аппарата в полёте.

Он представляет собой часть горизонтального хвостового оперения и обычно состоит из двух симметричных плоскостей (правой и левой). Стабилизатор устанавливается на фюзеляже или киле самолёта и может быть подвижным (с изменяемым углом установки) или неподвижным.

7. Закрылок самолёта – это профилированная подвижная часть крыла, расположенная в его хвостовой части и предназначенная для улучшения аэродинамических характеристик летательного аппарата.

Он представляет собой отклоняемую вниз или выдвигаемую из крыла поверхность, которая при выпуске увеличивает кривизну профиля крыла и тем самым создаёт дополнительную подъёмную силу на малых скоростях полёта (взлёт, посадка). Закрылки могут быть простыми, одноцелевыми или многоцелевыми в зависимости от конструкции самолёта.

8. Элерон самолёта – это подвижная аэродинамическая поверхность, расположенная на задней части крыла и предназначенная для управления креном летательного аппарата.

Он представляет собой отклоняемую вверх или вниз поверхность, которая при воздействии на неё усилий управления изменяет подъёмную силу на соответствующем крыле, тем самым создавая момент, наклоняющий самолёт относительно продольной оси (по крену). Элероны используются как основные органы поперечного управления самолётом и обычно располагаются на каждой консоли.

Трудности при выполнении задания № 4:

Задание № 4 охватывает тему «Действия в особых случаях полета комплекса «Разведчик». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, изучив одноименную главу в учебном пособии «Радиоэлектронное оборудование и система управления БПЛА» и обратив особое внимание на случаи неисправности БПЛА комплекса и порядок действий в различных нештатных ситуациях. Пример задания № 4 из демонстрационного варианта:

Задание № 4. Вы оператор БПЛА комплекса «Разведчик», вы совершаете полет по маршруту на крейсерской скорости, в какой-то момент у вас начинает падать скорость и высота. БПЛА комплекс на связи, передает геолокационные данные и видеоизображение. Задача 1: определить, что произошло? Задача 2: описание своих действий в сложившейся ситуации?

Правильный ответ:

Задача 1: отказ двигателя БПЛА. Остановка силовой установки может быть определена по сообщению «Двигатель стоп» в окне предупреждений.

Задача 2: в случае отказа двигателя БПЛА необходимо немедленно направить БПЛА в точку «Дом», используя режим «планирование». Если возврат невозможен с имеющейся высоты, следует направить БПЛА в одну из точек аварийной посадки.

Необходимый теоретический материал:

Общие принципы оценки особых ситуаций в полёте.

Необходимо оценить возможность возврата БПЛА к месту старта «Домой», учитывая расстояние до точки «Дом» и скорость относительно Земли, которая зависит от силы и направления ветра. Следует учитывать, что крейсерская (наиболее экономичная) скорость полёта составляет 75–85 км/ч.

Если требуется возврат к точке старта, необходимо нажать кнопку «Домой» на панели управления режимами полёта, при этом по возможности не снижая высоту полёта.

Следует контролировать запись действий оператора и при необходимости включить её.

В случае длительного отсутствия связи (более 5 минут) необходимо сохранить файл записи полётов.

Далее будут рассмотрены частные случаи.

Отказ двигателя БПЛА.

Отказ силовой установки может быть определен по сообщению «*Двигатель стоп*» в окне предупреждений на панели управления.

Порядок действий:

В случае отказа силовой установки необходимо немедленно направить БПЛА в точку «Дом», используя режим «планирование».

Если возврат невозможен с имеющейся высоты, следует направить БПЛА в одну из точек аварийной посадки.

Отказ системы навигации.

Потеря сигнала спутниковой навигационной системы является критическим нарушением функционирования БПЛА, следовательно, продолжать полет ни в коем случае нельзя.

В полете могут происходить кратковременные (1-2 секунды) пропадания спутникового сигнала, это не является критическим отказом. При частом их возникновении или при малом числе используемых спутников (5-6 штук) следует по возможности вернуть БПЛА к месту старта.

Иногда сигналы спутниковой навигационной системы преднамеренно глушатся в районе военных и правительственных объектов.

При потере сигнала спутниковой навигационной системы более 5 секунд автоматически устанавливается заданная высота – 500 метров, и БПЛА начинает летать кругами. При этом БПЛА будет сноситься по ветру.

Порядок действий:

Если в течение 1 минуты не происходит восстановления сигнала спутниковой навигационной системы, необходимо:

1) определить, является ли ветер благоприятным условием – БПЛА приносит ближе к точке «Дом» или сносит в сторону от точки «Дом»;

2) если БПЛА уносит ветром в неблагоприятный для поисков район посадки (лес, водная поверхность), необходима экстренная посадка;

3) сориентироваться на местности и вести БПЛА по прямой к точке старта с помощью полуавтоматического управления или с использованием телевизионной системы (при наличии);

4) если телевизионная система не установлена или вышла за пределы дальности, необходимо заглушить силовую установку, применить экстренное снижение до высоты 300 метров и выпустить парашют.

Отказ связи командно-телеметрической радиолинии.

Потери связи могут происходить:

- на предельной дальности;
- при неправильной ориентации наземной антенны на дальностях более 5 километров;
- интерференционных «провалов»;
- активных помех;
- атмосферных осадков.

Порядок действий:

1) если в течение трех минут после приема последнего пакета не было связи, дополнительная полезная нагрузка выключается, и БПЛА возвращается в точку «Дом», при этом заданная высота фиксируется на том уровне, где произошло пропадание связи, чтобы возврат происходил в максимально экономичном режиме;

3) при интерференционных замираниях возможны кратковременные пропадания связи в зонах протяженностью 1-2 километра, для следования по маршруту такие зоны не представляют опасности;

4) при наличии атмосферных осадков, вызывающих пропадание связи или значительное уменьшение уровня сигнала, если возможно продолжение маршрута по ветровым условиям и высоте, следует направить БПЛА в сторону от предполагаемой зоны или против ветра, для выхода из зоны; также попадание БПЛА во фронт осадков может вызвать сильное снижение высоты полета и нарушения в работе силовой установки.

Отказ электрогенератора БПЛА.

При отказе электрогенератора наблюдается постоянное снижение бортового напряжения.

Порядок действий:

- 1) выключить всю полезную нагрузку;
- 2) прекратить выполнение задания, вернуться в точку «Дом» для выполнения посадки, при расчетном времени возврата более 1 часа построить маршрут БПЛА по возможности над районами, облегчающими его поиск и эвакуацию.

Полеты в сложных метеорологических и географических условиях.

Критическая скорость ветра – скорость ветра, при которой невозможно продолжать полет по маршруту или вернуться в точку «Дом».

Порядок действий:

- 1) снизиться до высоты, на которой ветер меньше, при этом следует учитывать условие прямой видимости и характер рельефа местности;
- 2) Если для преодоления ветра необходима небольшая прибавка скорости, то задать газ 80-85%.

Прочие особые случаи полёта БПЛА.

Обледенение.

Обледенение возникает, как правило, в переохлажденных облаках, тумане, дожде, мороси и мокром снегопаде при температуре от 0 до -12 С°.

Обледенению (отложению льда) подвергаются передние кромки крыла, стабилизатора, киля, лопастей воздушного винта, а также трубка приемника воздушного давления и другие фронтальные части БПЛА.

Признаками обледенения являются:

- снижение вертикальной скорости набора высоты, либо тенденция к снижению в горизонтальном полете при постоянных оборотах двигателя;
- снижение оборотов двигателя (об\мин) при постоянном газе (%).

Порядок действий:

- 1) изменить высоту полета снижением для выхода из облачности либо набором +1000 м;
- 2) следить за высотой, при тенденции к снижению в горизонтальном полете добавить газ;
- 3) если изменение высоты полета не улучшило ситуацию, прекратить выполнение задания и выполнить штатную посадку;
- 4) после посадки выполнить тщательный осмотр передних кромок аэродинамических поверхностей, лопастей винта, трубки ПВД.

При наличии обледенения повторный полет выполнять только после изменения метеорологических параметров.

Отказ парашюта.

Отказ парашюта может произойти в результате некорректной укладки, отрыва его строп из-за превышения предельной скорости выпуска, отказа сервопривода крышки отсека и т.д.

При условии, что БПЛА может продолжать полет (без влияния купола парашюта, без существенной потери скорости) сохраняется возможность безопасной посадки БПЛА по-самолетному.

Порядок действий:

- 1) выполнить ручной выпуск парашюта с наземного пульта управления;
- 2) если парашют не вышел, определить, может ли БПЛА продолжать полет;
- 3) оценить опасность для БПЛА в случае посадки без парашюта (наличие препятствий и т.д.);
- 4) для захода на посадку включить и использовать режим полуавтоматического управления, стараясь избежать столкновения БПЛА с препятствиями и обеспечить посадку против ветра.

Аварийная посадка БПЛА за пределами видимости.

Порядок действий:

- 1) ввести координаты БПЛА в карманный спутниковый навигатор;
- 2) вести поиск, ориентируясь по электронной карте;
- 3) при отсутствии координат необходимо по прибытию в район предполагаемой посадки с помощью направленной антенны комплекса взять пеленг на БПЛА и следовать по нему;
- 4) при попадании в крону дерева необходимо оценить возможность эвакуации БПЛА без валки дерева, подъем на дерево осуществлять только при наличии навыков и специального страховочного оборудования, а также веревки (троса) не менее двойной высоты дерева; при подъеме по дереву сучья обрубаются с одной из сторон, БПЛА прикрепляется к веревке (тросу) и на нём спускается на землю со стороны обрубленных сучьев;
- 5) при приводнении необходимо как можно скорее эвакуировать БПЛА из воды, отключить бортовое питание, удалить воду из отсеков фюзеляжа, по прибытии на базу разобрать БПЛА на составные части, вынуть цифровую фотокамеру и аккумулятор, всё тщательно просушить при температуре 40-50 С° (желательно использовать воздуходувные обогреватели или фены), по окончании просушки необходимо выполнить проверку работоспособности всех систем БПЛА;
- 6) если при приближении к БПЛА на 50-70 метров он визуально не обнаруживается, необходимо включить аварийный свет и аварийную звуковую сигнализацию (при экстренном выпуске парашюта, свет и сигнализация включаются автоматически);
- 7) после обнаружения БПЛА выключить бортовое питание, по возможности сделать фотоснимки положения БПЛА при посадке.

Трудности при выполнении задания № 5:

Задание № 5 охватывает тему «Обязательный состав компонентов квадрокоптера». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, изучив одноименную главу в учебном пособии «Управление БПЛА» и обратив особое внимание на примеры расчета параметров аккумулятора. Пример задания № 5 из демонстрационного варианта:

Задание № 5. В таблице 1 представлены характеристики мотора BR2505S. Определите, какое максимальное время квадрокоптер весом 1220 г. сможет висеть на месте, если используется мотор 2300KV, с пропеллером 5045 и аккумулятор 2 Ач? Значением токоотдачи можно пренебречь.

Таблица 1. Характеристики мотора BR2505S

Модель	KV (обороты/ вольт)	Напряжение аккумулятора (V)	Тип пропеллера	Макси- мальный ток нагрузки (A)	Тяга (г)	Мощность (Вт)	Эффективность (г/Вт)	Количество ячеек аккумулятора	Вес (г)
BR2505S	2300	11.1	5045	20	610	230	2.6	2-4S	31
		14.8		31	930	438	2.1		
	2600	11.1	4045	14	430	155	2.7		
		14.8		22	710	325	2.2		
		11.1	5045	23	655	242	2.7		
		14.8		33	1020	470	2.2		

1. 6 минут.
2. 5 минут.
3. 3 минуты.

Правильный ответ: 3 минуты.

Необходимый теоретический материал:

Рассмотрим алгоритм решения задачи, описанной ниже:

1. Определяем количество двигателей у БПЛА из условий задачи;
2. Разделяем общий вес БПЛА из условий задачи на количество двигателей;
3. Так как для режима висения необходима половина тяги, выбираем двигатель, у которого тяга больше в два раза значения, которое у нас получилось после второго шага;
4. Проверяем характеристики пропеллера и KV;
5. Смотрим на максимальный ток потребления – это ток при значении газа 100%;
6. Умножаем максимальный ток потребления на количество двигателей;
7. Делим максимальный ток потребления всего БПЛА на 2;

8. Делим емкость аккумулятора на получившиеся потребление после 7 шага;
9. Переводим получившиеся десятичную дробь в минуты.

Пример:

Для висения квадрокоптеру необходимо равенство массы дрона и тяги двигателей, значит для висения БПЛА массой 1220 грамм необходима тяга каждого мотора в 305 грамм, режим висения подразумевает работу квадрокоптера на 50 процентов мощности, соответственно нам подходят характеристики из первой строчки. Из таблицы видно, что ток нагрузки при данной тяге с пропеллером 5045 равен 20 А, а значит ток нагрузки у 4 моторов будет 80 А на максимальном уровне газа. Для режима висения необходимо половина, соответственно, ток нагрузки будет равен 40 А. Аккумулятор 2 Ач сможет обеспечивать данный ток в течении $2 / 40 = 0.05$ часа, а, следовательно, – правильный ответ 3 минуты.

Трудности при выполнении задания № 6:

Задание № 6 охватывает тему «Обязательный состав компонентов квадрокоптера». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, изучив одноименную главу в учебном пособии «Управление БПЛА» и обратив особое внимание на схему подключения периферийного оборудования к полётному контроллеру. Пример задания № 6 из демонстрационного варианта:

Задание № 6. На рисунке 2 схематично изображены электронные компоненты БПЛА, Вам необходимо подключить их друг к другу, ответы перенесите в таблицу 2.

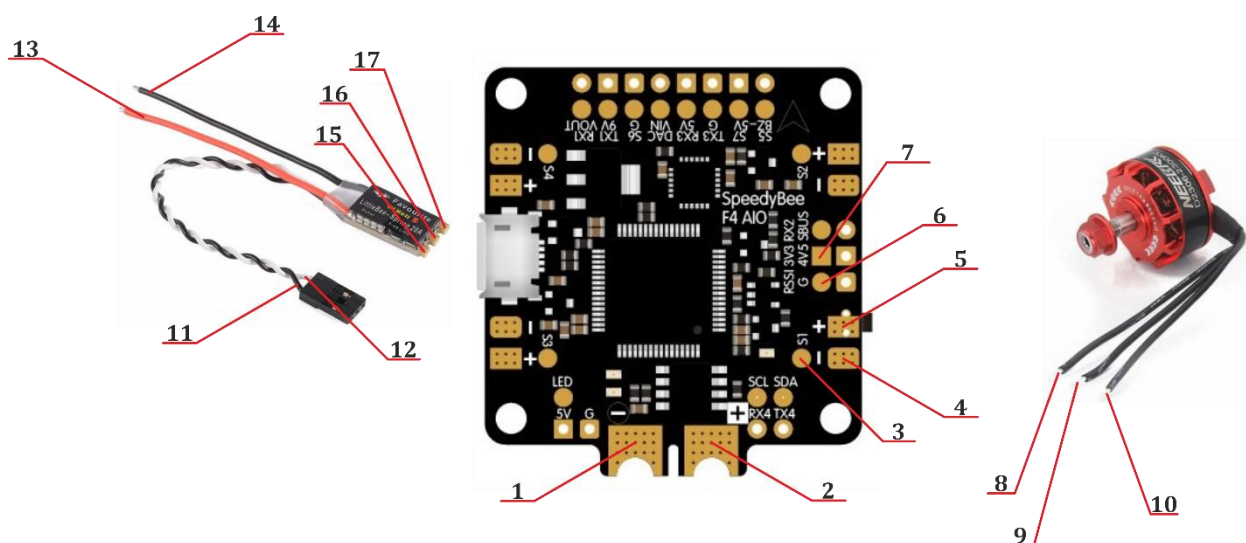


Рисунок 2. Электронные компоненты БПЛА: регулятор оборотов, бесколлекторный мотор, полетный контроллер.

Таблица 2.

Номер входа электронного компонента	Номер провода электронного компонента

Правильные ответы:

Таблица №2.

Номер входа электронного компонента	Номер провода электронного компонента
3	12
4	14
4	11
5	13
15	10
16	9
17	8

Необходимый теоретический материал:

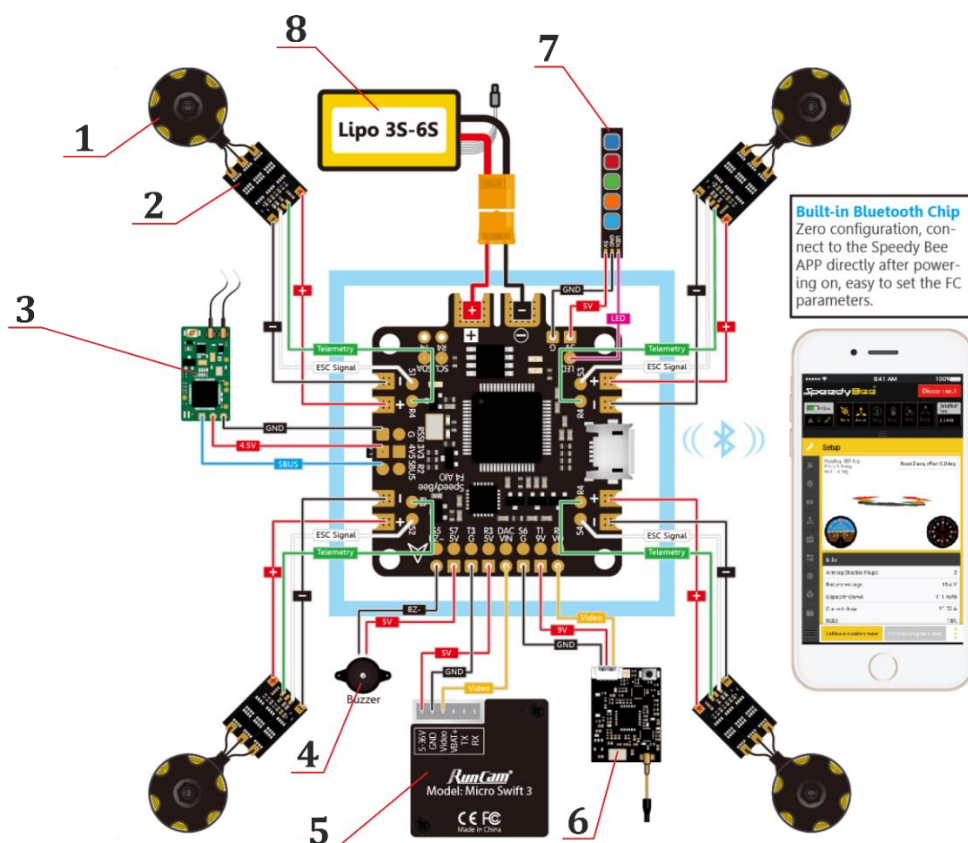


Рисунок 3. Пример подключения периферийных устройств к полётному контроллеру.

1. Бесколлекторный двигатель;
2. Регулятор оборотов бесколлекторного двигателя;
3. Приемник радиосигнала;
4. Пищалка;
5. FPV видеокамера;
6. Видео-передатчик;
7. LED-лента;
8. Аккумулятор.

Бесколлекторный двигатель подключается к регулятору оборотов бесколлекторного двигателя по трем проводам, провод 1 к первому входу, провод 2 ко второму входу, провод 3 к третьему входу, как показано на рисунке 3. Замена проводов местами приведет к смене направления вращения. У регулятора оборотов на выходе 4 провода: красный – плюсовой провод питания, чёрный – минусовой провод питания и 2 сигнальных провода, которые идут на плату управления: белый и чёрный, белый – сигнальный провод и чёрный – минусовой провод.

Приемник радиосигнала подключается по трем проводам. Первый провод красный – плюсовой провод, черный – минусовой провод и голубой провод – сигнальный провод, по которому передаются непосредственно данные. Данная схема актуальна почти для всех электронных компонентов, нам необходимо запитать периферийное устройство и передать или получить с него информацию.

Пищалка, еще её называют бужер (от англ. Buzzer – звуковой сигнал). Она подключается двумя или тремя проводами. На полетном контроллере есть специальный вход для сигнального провода пищалки, а провода питания подключаются рядом.

FPV камера подключается либо напрямую к видео-передатчику или, как показано на схеме, через полетный контроллер, так мы сможем снимать показания телеметрии с полетного контроллера и выводить эти данные на FPV видео-очки. Подключение осуществляется также по трем проводам. Место для подключения обозначено на плате VIN (Video in).

Видео-передатчик подключается к полетному контроллеру также по трем проводам. Место для подключения обозначено на плате VO (Video out).

LED-лента подключается к полетному контроллеру по трем проводам. Место для подключения обозначено на плате надписью LED.

Аккумулятор имеет два силовых контакта. Подключается к плате распределения питания или, как в нашем случае, к встроенной плате распределения питания в полетном контроллере, обычно контакты под аккумулятор отличаются от контактов под

подключение регуляторов оборотов – они более массивные, так как через них проходит большой ток.

Трудности при выполнении задания № 7:

Задание № 7 охватывает тему «Обязательный состав компонентов квадрокоптера». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, изучив одноименную главу в учебном пособии «Управление БПЛА» и обратив особое внимание на схемы направления вращения двигателей. Пример задания № 7 из демонстрационного варианта:

Задание № 7. На рисунке 4 изображена рама квадрокоптера, вам необходимо правильно расположить моторы на раме, согласно их направлению вращения, ответы перенесите в таблицу 3.

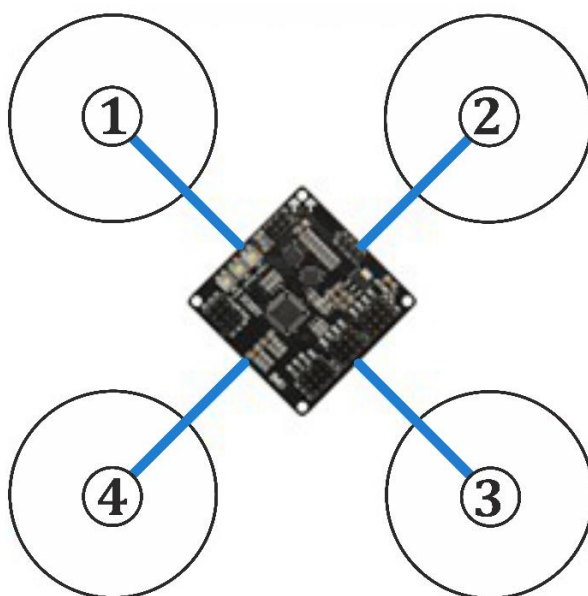


Рисунок 4. Рама квадрокоптера.

Мотор № 1 и № 2 – вращение против часовой стрелки.

Мотор № 3 и № 4 – вращение по часовой стрелке;

Таблица 3

Номер места на раме	Моторы
1	
2	
3	
4	

Правильный ответ:

Таблица 3

Номер места на раме	Моторы
1	3
2	1
3	4
4	2

Необходимый теоретический материал:

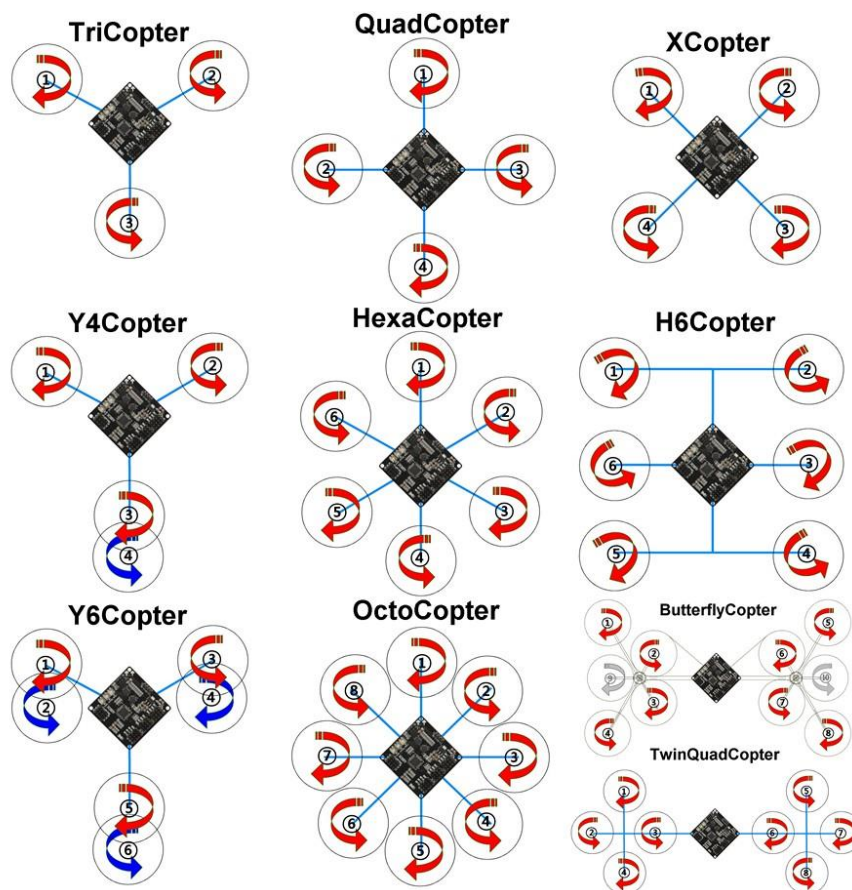


Рисунок 5. Схемы направления вращения моторов при различных конфигурациях БПЛА.

Для выполнения 7 задания необходимо запомнить расположение моторов на рамах мультикоптеров.

Обратите внимание, что в большинстве случаев двигатели, вращающиеся в одну сторону, располагаются диагонально, соответственно, важно запомнить мотор под цифрой 1, а остальные расположить по этому правилу.

Трудности при выполнении задания № 8:

Задание № 8 охватывает тему «Геометрия ЛА и его положение в воздухе». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, изучив одноименную главу в учебном пособии «Управление БПЛА» и обратив особое внимание на маневры, совершаемые мультикоптерами. Пример задания № 8 из демонстрационного варианта:

Задание № 8. На рисунке 6 изображен учебный БПЛА, зелеными стрелками обозначена низкая скорость вращения пропеллеров, а красными стрелками обозначена высокая скорость вращения. Передние двигатели учебного БПЛА обозначаются красным цветом. Какой маневр совершает учебный БПЛА на рисунке 6?

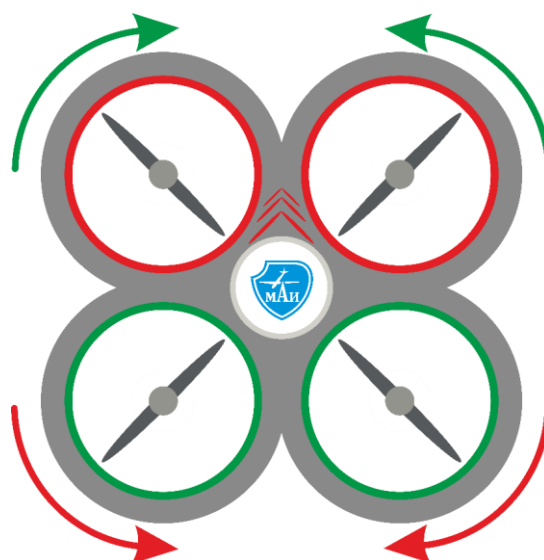


Рисунок 6. Работа моторов квадрокоптера.

Правильный ответ: На рисунке 6 учебный БПЛА совершает тангаж вперед.

Необходимый теоретический материал:



Рисунок 7. Основные маневры летательного аппарата.

Тангаж – это одна из трёх угловых координат, определяющих положение летательного аппарата относительно земной поверхности. Другими двумя координатами являются крен и рыскание.

Тангажом называется угол между продольной осью летательного аппарата и горизонтальной плоскостью. Продольная ось — это линия, которая проходит через центр тяжести летательного аппарата от носа до конца хвостового оперения.

Если нос летательного аппарата направлен вверх, то говорят о положительном тангаже. Если нос направлен вниз, то тангаж отрицательный. При нулевом значении угла тангажа продольная ось летательного аппарата параллельна земле.

Управление тангажом осуществляется с помощью руля высоты или стабилизатора. Пилоты используют тангаж для изменения высоты полёта, набора скорости или торможения летательного аппарата.

Креном называется угол между поперечной осью летательного аппарата и горизонтальной плоскостью. Поперечная ось — это линия, которая проходит через центр тяжести летательного аппарата перпендикулярно продольной оси.

Если правая консоль крыла летательного аппарата находится ниже левой консоли, то говорят о правом крене. Если левая консоль крыла ниже правой, то крен левый. При нулевом значении угла крена поперечная ось летательного аппарата параллельна земле.

Управление креном осуществляется с помощью элеронов. Пилоты используют крен для изменения направления полёта летательного аппарата.

Рысканием называется угол между вертикальной осью летательного аппарата и горизонтальной плоскостью. Вертикальная ось — это линия, которая проходит через центр тяжести летательного аппарата перпендикулярно продольной и поперечной осям.

Если носовая часть летательного аппарата направлена вправо или влево от своего начального положения, то говорят о правом или левом рыскании соответственно. При нулевом значении угла рыскания вертикальная ось летательного аппарата параллельна земле.

Управление рысканием осуществляется с помощью руля направления. Пилоты используют рыскание для изменения направления полёта летательного аппарата.

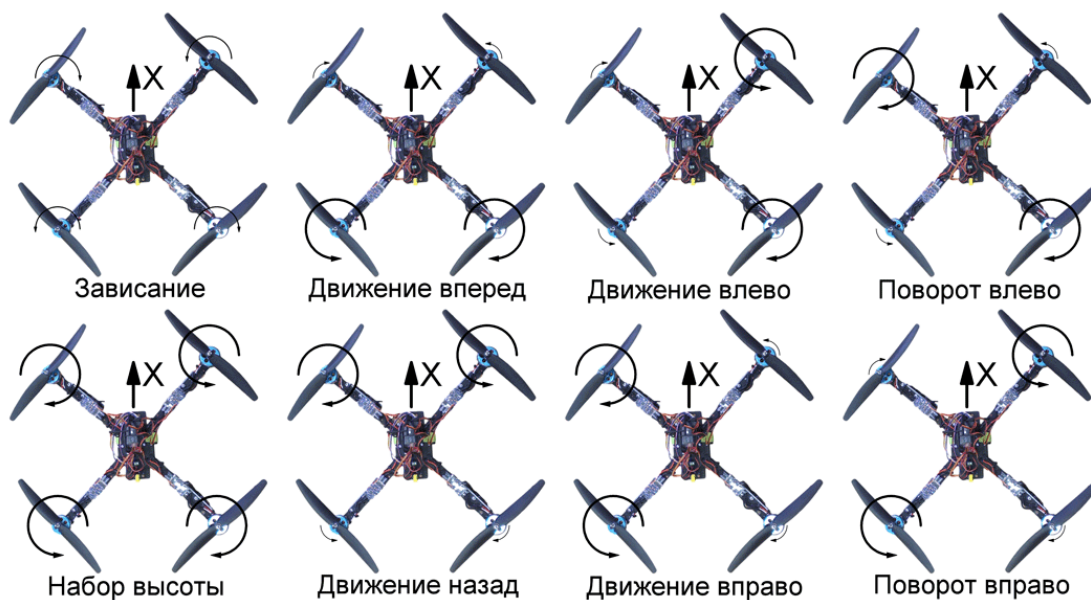


Рисунок 8. Основные маневры квадрокоптеров.

Мультикоптеры совершают эти маневры за счет изменения оборотов двигателя, как показано на рисунке 8. Для изменения угла тангажа мультикоптер будет попарно уменьшать или увеличивать обороты у передних или задних двигателей. Для совершения крена вправо, мультикоптер должен уменьшить обороты на правых двигателях и увеличить обороты на левых. Для совершения рысканья изменения оборотов происходит диагонально, одна диагональ уменьшает обороты, а другая увеличивает, и мультикоптер поворачивает в сторону той диагонали, у которой обороты меньше.

Трудности при выполнении задания № 9:

Задание № 9 охватывает тему «Настройка БПЛА». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, внимательно изучив одноименную главу в учебном пособии «Управление БПЛА». Особенно обратив внимание на основные моменты настройки БПЛА в программе betaflight. Пример задания № 9 из демонстрационного варианта:

Задание № 9. На рисунке 9 изображена страница настройки полетных режимов из программы Betaflight. Для какого из представленных режимов необходимо добавить диапазон активации, чтобы настроить режим, который позволит запустить двигатели БПЛА?



Рисунок 9. Настройка полетных режимов в программе Betaflight.

Правильный ответ: Режим ARM.

Необходимый теоретический материал:

Режим ARM

Чтобы взлететь, нужно активировать двигатели квадрокоптера. Активируем режим ARM и видим, что моторы начинают вращаться. Если параметр «MOTOR STOP» отключен, тогда моторы не начнут вращаться пока вы не дадите газу.

На некоторых аппаратах режим ARM можно активировать жестом стиков: газ минимум, рысканье вправо; либо настроить тумблер. Лучше, конечно, использовать тумблер. Учтите, что при включении режима тумблером, включение режима стиками отключается.

Режимы ANGLE, HORIZON, ACRO

При отпускании стиков в режимах ANGLE и HORIZON коптер будет автоматически выравниваться, используя как гироскопы, так и акселерометры. Новичкам в этих режимах летать проще. В режиме HORIZON можно делать перевороты, а в режиме ANGLE — нельзя, тут углы ограничены в 45 градусов.

В любом случае, ACRO – режим без стабилизации, это самый главный полетный режим для фристайла и гонок.

Функция BEEPER

Переключаем тумблер на аппаратуре и BEEPER (пищалка) начнет издавать звук. Это поможет вам найти упавший квадрокоптер. Кроме BEEPER можно настроить регуляторы, чтобы они издавали писк двигателями (функция ESC beacon), это независимая от BEEPER функция, может пригодиться как запасной вариант.

Функция AIRMODE

Это не полетный режим, а функция, которая улучшает управляемость коптера при нулевом газе. Но её использование может привести к неожиданным ускорениям моторов, когда квадрокоптер стоит на земле, так что будьте осторожны.

Функция ANTI-GRAVITY

Антигравитация – это не совсем полетный режим, а функция. Её активация уменьшает «провалы» при резком изменении газа, путем увеличения I-коэффициента ПИД регулятора, управление становится более гладким.

Режим BLACKBOX

В принципе название говорит само за себя — активация этого режима регулирует начало и остановку записи логов в черный ящик.

Функция CAMERA CONTROL

Возможность менять настройки камеры при помощи стиков на аппаратуре управления.

Функция OSD DISABLE SW

Отключает Betaflight OSD, текст OSD пропадает с экрана.

Режим PREARM

При использовании тумблера для активации режима ARM можно случайно им щелкнуть и запустить моторы, а это может быть опасно. PREARM — это еще один дополнительный шаг для арминга.

Можно настроить этот режим на ещё один тумблер, тогда вы сможете активировать режим ARM, только если и этот выключатель включен.

Режим FLIP OVER AFTER CRASH

Если после падения квадрокоптер лежит вверх ногами, то можно использовать этот режим чтобы «перевернуть» квадрокоптер и, возможно, заново взлететь. Переворот выполняется за счет вращения моторов, с одной стороны, в обратном направлении, для этого требуется использование протокола DShot.

Также известен как Turtle Mode — режим черепахи.

Режим VTX PIT MODE

Если есть SmartAudio или Tramp Telemetry, то активирует PitMode видеопередатчика. VTX PIT MODE — это режим, в котором мощность видеопередатчика близка к 0. Полезно в случае аварии, так вы минимизируете шанс помешать другим пилотам.

Функция FAILSAFE

Ручная активация FAILSAFE, без необходимости ждать пока пропадет связь.


Трудности при выполнении задания № 10:

Задание № 10 охватывает тему «Выполнение полетных заданий на тренировочных БПЛА». Обучающийся должен продемонстрировать знания по этой теме, внимательно изучив учебное пособие «Управление БПЛА». Особенно обратив внимание на пульт управления БПЛА и основные маневры ЛА. Пример задания № 10 из демонстрационного варианта:


Задание № 10. Опишите действия оператора, выполняющего тренировочный полет, согласно заданным условиям.

Условия:




1. Учебный БПЛА должен пролететь все контрольные точки;
2. Полет должен начинаться в точке установки учебного БПЛА, заканчиваться в точке финиша;




3. Точка установки учебного БПЛА обозначается  и является стартом.



Точка  является финишем. Финиш и старт не являются контрольными точками;

4. Точка старта располагается на высоте 0;
5. Передние двигатели учебного БПЛА обозначаются красным цветом и всегда смотрят вверх относительно тренировочной трассы;

6. Точки расположены на разной высоте:  – 20 метров,  – 2 метра,  – 10

метров,  – 12 метров,  – 1 метр,  – 0 метров;

7. Одна клетка равняется 1 метру;
8. При увеличении газа на одно деление в течение 1 секунды, аппарат поднимается на один метр;
9. Для увеличения угла рысканья на 90 градусов, отклоните стик на одно деление в течение 2 секунд;
10. При перемещении стика крена на одно деление в течение 1 секунды, аппарат проходит 1 метр в сторону смещения стика;
11. При перемещении стика тангажа на одно деление в течение 1 секунды, аппарат проходит 1 метр в сторону смещения стика.

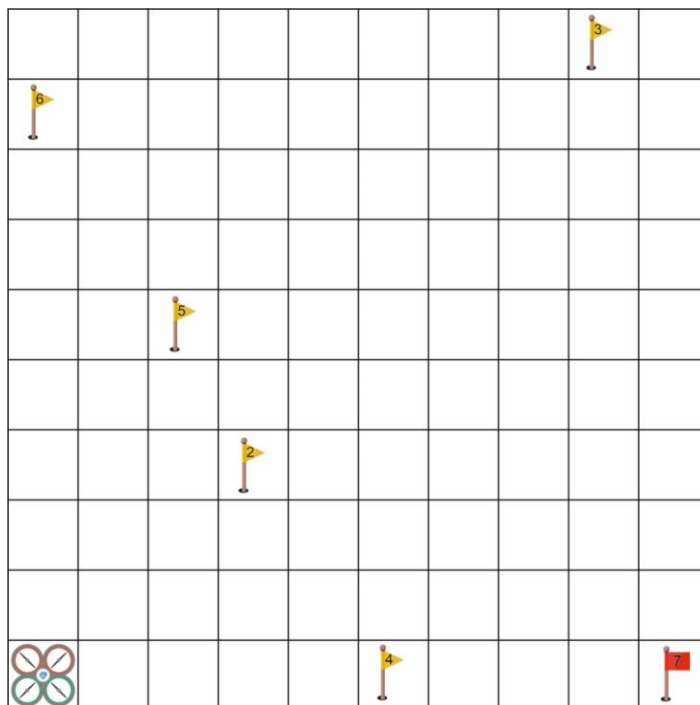


Рисунок 10. Карта тренировочной трассы.



Рисунок 11. Пульт управления.

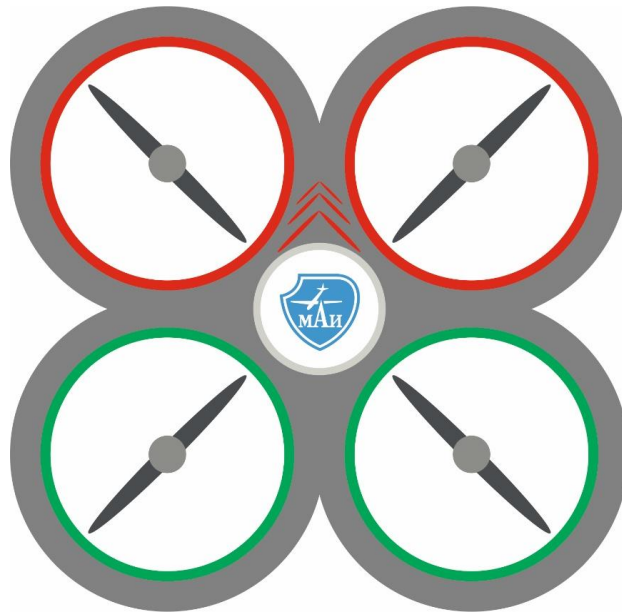


Рисунок 12. Учебный БПЛА.

Правильный ответ:

1. Увеличить газ на два деления в течение 10 секунд;
2. Отклонить стик тангажа вперед на одно деление на 3 секунды;
3. Отклонить стик рысканья вправо на одно деление на 2 секунды;
4. Отклонить стик тангажа вперед на одно деление на 3 секунды; (Мы в точке 2) и т.д.

Критерии оценивания:

1. Долетел до 2 контрольной точки – 2 балла;
2. Долетел до 3 контрольной точки, пройдя через 2 контрольную точку – 4 балла;
3. Долетел до 4 контрольной точки, пройдя через 2 и 3 контрольные точки – 6 баллов;
4. Долетел до 5 контрольной точки, пройдя через 2, 3 и 4 контрольные точки – 8 баллов;
5. Долетел до 6 контрольной точки, пройдя через 2, 3, 4 и 5 контрольные точки – 8 баллов;
6. Долетел до конечной точки, пройдя через все контрольные точки – 10 баллов;

Необходимый теоретический материал:

Для выполнения задания 10 необходимо знать определения маневров и внимательно выполнить условия задания.

Важно не запутаться и аккуратно писать последовательность действий.

Так же рекомендуется решить самостоятельно несколько примеров.