РЕКОМЕНДУЕМАЯ МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ПИЛОТОВ-ОПЕРАТОРОВ

БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ТИПА МУЛЬТИКОПТЕРОВ

Авторы: Корнеев В. М., Трифонов В. Д., Ручка Н. И.

Обучение пилотов-операторов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволит получить профессию будущего. Диапазон использования беспилотных аппаратов, в нашем случае коптеров, достаточно широк.

Распределение потребительского спроса на гражданские БПЛА в период с 2015 по 2020 гг. выглядит следующим образом: 45 % — правительственные структуры, 25 % — пожарные, 13 % — сельское хозяйство и лесничество, 10 % — энергетика, 6 % — обзор земной поверхности, 1 % — связь и вещание.

Анализ источников отечественной и зарубежной литературы по БПЛА показывает, что к настоящему времени отсутствует системный подход к раработке и применению беспилотной авиационной техники в военной и граданской областях.

Но без качественной и четкой программы подготовки пилотов-операторов для данной специфической области авиации невозможно дальнейшее развитие данного направления.

Предлагаемая методика летного обучения пилотов-операторов поможет обучать пилотов коптеров с разной направленностью, что позволит использовать их трудовой ресурс практически во всех отраслях народного хозяйства. Основными задачами нашего исследования являются разработка универсальной методики обучения пилотов-операторов для разных уровней подготовки и решения различных задач народного хозяйства и экономики, а также успешное овладение ею.

По назначению и решаемым задачам мультикоптеры делятся на:

· Любительские (для обычных полетов, выполнения простых трюков и т.д.)

· Профессиональные (наблюдение за объектами, территориями, съемка репортажей, транспортировка грузов и т.д.)

· Специального назначения (использование коптеров различными госструктурами)

Прежде чем говорить об особенностях обучения, важно отметить те требования к пилотам-операторам, которые позволят им качественно овладеть приемами пилотирования мультикоптером.

Кандидатов на обучение по программе пилотов-операторов мультикоптеров можно разделить на три категории.

К первой категории относятся представители летного состава всех родов авиации, имеющие опыт летной работы.

Ко второй категории пилотов-операторов мультикоптеров относятся авиационные специалисты, не имеющие опыта пилотирования летательных операторов.

К третьей категории относятся «простые смертные» ничего не понимающие в авиации.

В связи с тем что исходные уровни подготовки указанных кандидатов на обучение навыкам пилотирования мультикоптера сильно различаются, то отличаются и программы их обучения.

При этом общая продолжительность обучения кандидатов, не имевших летной подготовки, может составить несколько месяцев.

На первом этапе они проходят курс начальной летной подготовки на любительских квадрокоптерах. В ходе полетов они на практике знакомятся с вопросами, касающимися устойчивости и управляемости мультикоптера, влияния метеорологических условий на выполнение полетного задания, отрабатывают технику пилотирования и навигацию.

Фактически, любительские модели квадрокоптеров настолько просты, что ими можно управлять без подготовки, и уже через несколько часов - совершать полёты по комнате, а через пару дней уже - на улице.

При этом желательно научиться пользоваться восходящими теплыми потоками воздуха для того, чтобы увеличить время полета и сэкономить энергию аккумулятора.

В целях обеспечения безопасности полетов первоначальное обучение проводится в светлое время суток, при условии хорошей видимости и летной погоды (отсутствие осадков и сильного ветра).

Второй этап обучения предполагает тренажерную подготовку, в ходе которой обучаемые совершенствуют технику пилотирования профессиональных коптеров на соответствующих компьютерных симуляторах, подключаемых к пульту управления мультикоптера для отработки навыков полета.

Кроме этого обучаемые знакомятся с условиями выполнения полетов днем и ночью в простых и сложных метеоусловиях.

На третьем этапе кандидаты знакомятся с устройством профессиональных мультикоптеров и аппаратуры управления, изучают их летно-технические данные и эксплуатационные ограничения, порядок действий в особых случаях в полете, а также вопросы, касающиеся применения бортовых систем навигации, наблюдения, целеуказания. Начиная с данного этапа обучение всех категорий кандидатов на обучение (как имевших, так и не имевших летной подготовки) проводится по единой программе.

Четвертый этап предусматривает изучение основных руководящих документов по применению беспилотной авиации, форм и способов ее задействования, основ организации полетов БПЛА, функциональных обязанностей должностных лиц, занимающихся вопросами организации и применения БПЛА, а также принципов взаимодействия с другими видами авиации.

На пятом этапе слушатели получают практические навыки применения профессиональных мультикоптеров, адаптированнных к выполнению контретных задач.

Перед прохождением начального обучения необходимо провести с курсантами курс теоретической подготовки. Этот курс, как правило, включает в себя такие дисциплины как:

1. Конструктивные и эксплуатационные особенности коптера

2. Теория полета коптера

3. Особенности полета в различных метеорологических условиях

4. Техника безопасности при полетах в помещении и на улице

C:\Users\Владислав\Desktop\quadrocopter-how-to-work.jpg

Рисунок 1. Принципы управления квадрокоптера [2,121]

Прежде всего необходимо познакомиться с типовыми органами управления мультикоптера.

141699990420956250410

Рисунок 2. Пульт управления квадрокоптера

Для проверки смещения нужно взлететь, а потом отпустить все клавиши на пульте управления. Если мультикоптер оттриммирован, он зависнет на одном месте с незначительным изменением высоты. Если же его начинает сносить в сторону, необходимо приступить к триммированию.

1. Триммирование по направлению полета. Перед отрывом квадрокоптер уводит вправо - триммировать влево. Перед отрывом квадрокоптер уводит влево - триммировать вправо.

2. Триммирование по тангажу. Перед отрывом квадрокоптер уводит вперед - триммировать назад. Перед отрывом квадрокоптер уводит назад - триммировать вперед.

3. Триммирование по крену. Перед отрывом квадрокоптер крутит вправо - триммировать влево. Перед отрывом квадрокоптер крутит влево - триммировать вправо.

При обучении необходимо отработать каждое, приведенное ниже, упражнение до устойчивого овладения им. Данные упражнения являются базовыми и без них невозможно обучение на более сложных режимах полета.

Базовые упражнения:

1. Взлет на полметра-метр и посадка. На расстоянии 30-50 см от земли действует эффект воздушного экрана, поэтому аппарат сразу подбрасывает, а первые посадки получатся жесткими.

2. Руление креном и тангажом. Они совмещены на одном джойстике. Желательно не подниматься высоко, страхуя себя экранным эффектом земли.

3. Более продолжительные полеты вперед-назад, в стороны и по диагонали, но с сохранением ориентации аппарата. В принципе, этого уже достаточно для фотосъемки и простой видеосъемки.

4. Полеты с повернутым носом влево, вправо и на 180 градусов. Должен появиться рефлекс абстрагирования от ориентации. Он улучшает возможности съемки, и это первый шаг к полетам на большой высоте, когда непонятно, в какую сторону ориентирован коптер.

5. Облеты по траектории: круг, квадрат, восьмерка и т.д. Он развивает умение правильно масштабировать реальность.

Специальные упражнения:

Безымянный.pngУпражнение 1. Слежение за движущимися или протяженными объектами. Для этого необходимо отработать продолжительный полет с применением различных поворотов, изменением режима двигателей. Полет должен включать взлет и посадку, изменение высоты полета, т.к. маршрут может включать возвышения и углубления.

Упражнение 2. Поддержание высоты. Основным критерием данного упражнения является отработка навыка зависания аппарата на различных высотах. При этом амплитуда колебаний установившегося аппарата не должна превышать 50% высоты самого аппарата, чтобы не упустить детали процесса из-за изменения высоты. Также необходимо отработать плавное перемещение аппарата с одной высоты на другую. Это упражнение должно отрабатываться на различных высотах, из-за разности условий атмосферы. Также необходимо учитывать ветер и следить за тем, чтобы коптер парировал влияние ветра, оставаясь при этом над определенной точкой или в ближайшей ее окрестности. При освоении этого упражнения рекомендуется освоить режим полета, позволяющий коптеру автоматически поддерживать высоту, который реализуется с помощью установленного барометра. Во время работы этого режима возможно изменение высоты относительно начального положения при помощи рычага газа.

1.pngУпражнение 3. Полет по путевым точкам. Обучение данному упражнению включает в себя полет по запланированным точкам, с поворотами на новое направление в этих точках. Важно, чтобы обучаемый сохранял установленное направление и держался на установленной высоте для съемки. Упражнение необходимо выполнять на разных высотах и с разными скоростями. Прежде чем выполнять полет по маршруту, необходимо, чтобы обучаемый изучил полетную местность с помощью карты и характерные ориентиры, относительно которых будет выполняться полет (например теплотрассы, линии электропередач, реки, дороги, высотные сооружения и т.д.). Чтобы знать местонахождение своего мультикоптера можно использовать GPS [1, 33].

Упражнение 4. Полет по окружности носом к центру. Обучение данному виду пилотирования следует начать с плавного перемещения рычага управления по крену и тангажу по часовой стрелке. Аппарат начнет описывать неровный овал. Необходимо добиться выполнения коптером круга. После устойчивого выполнения полета по кругу следует добавить правое или левое рысканье аппарата, чтобы направление камеры сохранялось на объект. Необходимо выполнять полет таким образом, чтобы объект исследования на экране находился строго по центру, а в случае отклонения его от этой точки, стараться плавно повернуть камеру на объект. В зависимости от интенсивности отклонения рычага тангажа и крена, коптер будет выполнять круги разного радиуса. Необходимо выполнять это упражнение с различным углом наклона мультикоптера и различной скоростью передвижения рычага. Немаловажным аспектом выполнения данного упражнения является сохранения постоянной высоты, за чем также необходимо тщательно следить.

Упражнение 5. Снижение по спирали. Для начала, обучаемым необходимо отработать простое снижение с небольшим углом наклона траектории. Для этого необходимо постепенно опускать левый рычаг для уменьшения тяги и плавно двигать правый рычаг в ту сторону в которую поворачивает мультикоптер. После того как обучаемые освоили простое снижение, можно переходить к выполнению режима снижения по спирали. Для этого необходимо поднять ваш мультикоптер на безопасную высоту, а затем начать постепенно опускать левый рычаг, тем самым уменьшая тягу, и вращать правый рычаг по часовой или против часовой стрелки, в результате чего, квадрокоптер будет снижаться по спирали. После успешного выполнения снижения по спирали основная задача - не потерять пространственное положения мультикоптера, так как после долгих вращений можно не уследить в какую сторону он обращен носом, для этого необходимо отработать до автоматизма выход из спирали. После того как аппарат снизился на нужную высоту, увеличьте тягу левым рычагом, а правый отдайте вперед тем самым вы исключаете возможность взмывания мультикоптера и направляете его тягу не в набор высоты а в горизонтальную скорость для дальнейшего выхода на цель.

21 копияУпражнение 6. «Сухой лист». Отработка данного упражнения заключается в выполнении полета по траектории падения сухого листа. Преимущество данного снижения перед обычным заключается в более быстром снижении аппарата. Выполняется данное упражнение следующим образом: мультикоптер занимает установленную высоту, затем делает крен в сторону, сразу же после этого необходимо одновременно убрать газ (примерно на 10-15%) и выполнить крен в противоположную сторону. Для более плавной траектории можно убрать газ раньше, чем сделать крен. После того, как дрон достиг необходимой точки, следует повторить движения рычагами управления дроном, но в противоположную сторону: убрать газ (на 10-15%), выполнить крен. Повторять движения необходимо до тех пор, пока аппарат не снизится до необходимой вам высоты .

Предлагаемая методика летного обучения пилотов-операторов мультикоптеров позволяет в относительно короткие сроки (28-30 дней) овладеть базовыми и специальными упражнениями для воздушной съемки. Программа учитывает возможности каждого обучаемого и благодаря гибкости графика позволяет сократить, либо увеличить срок обучения. Благодаря частым повторениям твердо закрепляются навыки пилотирования вплоть до автоматизма, а комбинация простых полетных элементов позволяет расширить возможности маневренности и назначения мультикоптеров.

В зависимости от изученных упражнений, цели и времени подготовки и тренажа, существует классификация уровней подготовки:

· Любитель: освоены и отработаны базовые упражнения. Срок подготовки: 3 дня.

· Профессионал: освоены и отработаны базовые и специальные упражнения. Сданы экзамены. Срок подготовки: 30 дней

· Эксперт: пройден теоретический курс подготовки, освоены и отработаны базовые и специальные упражнения. Сданы экзамены. Опыт полетов в сложных условиях с успешным выполнением поставленной задачи.

Из-за экономии затрат на обучение одним из недостатков большинства существующих школ (курсов) обучения пилотов-операторов мультикоптеров является отсутствие возможноти многократного повторения пройденных упражнений для отработки навыков пилотирования в процессе летного обучения. При обучении новым упражнениям забываются навыки, приобретенные ранее, а из-за отсутствия повторения может ухудшиться качество обучения более сложным элементам полета.

В данной методике рекомендуется принять за правило, каждый новый учебный день начинать с «разлета» мультикоптеров, что подразумевает выполнение простых базовых упражнений.

Отсутствие специализированного учебного мультикоптера также не способствует качественному полноценному обучению. Основным недостатком недорогого любительского мультикоптера является его ограниченное время полета, что значительно сокращает учебное время полета. Также важным является хрупкость конструкции такого мультикоптера и его малая защищенность от различного рода помех, таких как: ветки, провода, пыль, камни и т.д. Неопытные пилоты-операторы ненамеренно разбивают аппарат.

Для увеличения полетного времени учебных мультикоптеров можно установить на нем дополнительный свободновращающийся винт. Преимущество его использования заключается в создании дополнительной подъемной силы в горизонтальном полете от винта, работающего в режиме авторотации (как на автожире). Это обеспечит уменьшение оборотов несущих винтов и увеличение полетного времени за счет экономии электропитания от аккумуляторов. Использование свободного винта переменного шага позволит уменьшить количество грубых посадок так как при отказе основных несущих винтов такого мультикоптера свободновращающийся винт раскручивается в режиме авторотации шага, аппарат планирует как автожир, а перед посадкой за счет увеличения шага винта может приземлиться вертикально.

Падения и разрушения мультикоптера можно избежать и более простым способом, используя выброс аварийного парашюта при выключении двигателей.

Для выдерживания высоты полета и определения местоположения мультикоптера на местности рекомендуется использовать GPS-навигатор и высотомер. Расположить их можно таким образом, чтобы они находились в поле видимости видеокамеры, но не препятствовали съемке объекта. Это облегчит управление мультикоптера без усложнения конструкции и увеличения веса аппарата.

Для быстрого поиска аппарата после аварийной посадки можно использовать данные GPS-навигатора и аварийный радиомаяк.

В результате анализа существующих методик обучения пилотов-операторов мультикоптеров были разработаны рекомендации подготовки пилотов-операторов различных категорий. Предложенные специальные упражнения для подготовки пилотов-профессионалов, такие как «снижение по спирали» и «сухой лист», позволят им в будущем успешно решать различные задачи пилотирования.

Выявлены отдельные недостатки конструкции учебных мультикоптеров, вследствие чего было предложено установить на учебный аппарат дополнительный свободновращающийся винт переменного шага, что решает проблему грубых посадок и экономии энергии аккумуляторов. Так же была предложена схема расположения вспомогательных приборов в поле видимости видеокамеры, для выдерживания высоты полета и определения местоположения мультикоптера.

Список используемой литературы:

1. Гоноболев А. С., Когочев А. Ю. Лекарев А. О. Система обнаружения препятствия для мультикоптера // 50- Автоматика и вычислительная техника. 2014.вып № 2. С. 121 - 125.

2. Ситников Д. В., Бурьян Ю. А., Русских Г. С. Система управления движением мультикоптера // Вестник Самарского Государственного Аэрокосмического Университета им. Академика С.П. Королева (Национального Исследовательского Университета). 2012. вып. 5 - 2 (36). С. 34 – 36.