

спуфинга. Это позволяет своевременно отключать сигналы ГНСС (с ложными координатами) при попадании БЛА в зону действия систем спуфинга;

- использование антенн с управляемой диаграммой направленности (CRPA) для обеспечения получения достоверных сигналов спутниковой навигации в условиях их подавления;

- инерциальные навигационные системы (ИНС) для крупногабаритных БПЛА/бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) для меньших БПЛА. Это позволяет БЛА продолжать полет по запланированному маршруту без сигналов ГНСС.

- видеонавигация, позволяющая корректировать данные о местоположении БЛА без использования сигналов ГНСС;

- для противодействия подавлению каналов связи (телеметрия и данные) используется технология ППРЧ и система перестройки (дублирования) каналов связи.

УДК 623.746.519

ПОДГОТОВКА ОПЕРАТОРОВ БПЛА В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

И.Н. ЯНКОВСКИЙ, В.А. КАНАЕВ, Д.В. БЛАЖКО
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

За последние несколько лет использование беспилотных летальных аппаратов (далее – БПЛА) значительно увеличилось в различных сферах деятельности – при проведении военных операций, сельском хозяйстве, строительстве, доставке грузов, поиске людей, очагов пожара, фото и видеосъемках и т.д. Это в первую очередь связано со снижением стоимости и доступностью самого БПЛА, а также, как кажется, на первый взгляд, с легкостью его пилотирования. В тоже время, легкость в управлении БПЛА является достаточно ошибочным понятием, поскольку профессиональное управление БПЛА – это сложный и «многогранный» процесс, который можно выполнять только после качественной подготовки. Профессиональное управление БПЛА заключается не только в подъеме и перемещении БПЛА в заданную точку с последующим возвратом, но и также связано с отработкой ряда как подготовительных операций, так и способностью оператора выполнять

высокопрофессиональные действия в ходе полета, в частности – составление плана полета и полетного задания, готовить сам летательный аппарат к полету, настройка и присоединение к аппарату техники, расчет массы груза с учетом допустимой нагрузки, отслеживание полета, наблюдение за техническими показателями БПЛА в полете, обработка и анализ полученных данных с БПЛА, последующее техническое обслуживание и ремонт аппарата, принятие решений в нештатных ситуациях и др. При этом необходимо знать и соблюдать законодательство государства, в котором осуществляются полеты БПЛА.

В результате становится понятным, что профессионально управлять БПЛА может специалист, который обладает широким спектром знаний и имеет необходимые навыки в управлении.

На сегодняшний день в Республике Беларусь создана система подготовки операторов БПЛА, которая начинает действовать еще в школе и в последующем продолжается в высших учебных заведениях. Практически во всех высших учебных заведениях Республики Беларусь созданы специализированные классы, которые предназначены для обучения студентов по программам подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов в рамках образовательной программы курсов целевого назначения.

Учебные классы, как правило, включают в себя рабочие места, оснащенные персональными вычислительными машинами, учебно-демонстрационные и наглядные материалы, комплект оборудования для осуществления ремонта и технического обслуживания, а также БПЛА типа «Cetus X».

Указанное оборудование класса позволяет в полном объеме реализовать подготовку студентов, обеспечив изучение минимально необходимых знаний в области аэродинамики и движения воздушных судов, знание законодательства Республики Беларусь, а также отработать на первоначальном этапе с помощью программного обеспечения навыки управления БПЛА, с последующим практическим самостоятельным выполнением полетов.

Однако, современные тенденции таковы, что БПЛА постоянно совершенствуется и развиваются и это делает необходимым рассматривать последующее обучение студентов по их управлению и использованию, техническому обслуживанию и ремонту. Учитывая установленное оборудование в классах по обучению студентов, можно выделить несколько направлений по их дальнейшему совершенствованию и развитию.

Приобретение БПЛА DJI Mavic 3T/3E или аналога.

Используемые при обучении студентов комплекты БПЛА типа «Cetus X» позволяют получить обучающимся реальный опыт управления

БПЛА мультироторного типа, физические аспекты полетов, развить навыки пространственной ориентации и восприятия. Однако этот БПЛА не совсем подходит для выполнения задач мониторинга местности, аэрофотосъемки, определения координат целей и т.д. Это обусловлено его характеристиками (в частности, максимальное время полета до 5 минут) и предназначением.

В результате, целесообразно доукомплектовать классы БПЛА типа «DJI Mavic 3T/3E», либо аналогом такого аппарата. Данный аппарат позволит выполнять практические занятия с обучающимися по ведению воздушного мониторинга местности, составления аэрофотопланов, сопровождению наземных объектов, выдачу их координат, обработка вопросов без визуального наблюдения за БПЛА, контролем параметров полетов по встроенным датчикам и интерфейсу, а также использовать его на практических занятиях связанных с предназначением выпускника (аэроразведка, определение местоположения объектов на местности и др.).

Установка 3D сканера.

Приобретение 3D сканера позволит создавать трехмерные модели сложной формы с последующей печатью их на 3D принтере. Это позволит оперативно выполнять ремонты БПЛА без ожидания закупок запасных частей. При этом далеко не все запасные части есть в наличии. 3D сканер в сочетании с 3D принтером способны успешно решить данную проблему. Помимо этого, благодаря 3D сканеру, появляется возможность выполнять различные доработки БПЛА, например, системы сброса с БПЛА, проектировать различные кронштейны крепления подвесок и т.д. Внедрение 3D сканера позволит существенно повысить уровень технического обслуживания, ремонта БЛА, а также прорабатывать вопрос модернизации некоторых элементов. При этом обучающиеся получают навыки в работе с трехмерным моделированием, что будет положительным образом сказываться на их последующей профессиональной деятельности.

Модернизация 3D принтера.

Следующим этапом можно выделить установку фотополимерного принтера. Данный принтер по сравнению с уже имеющимся FDM принтерами, обладает гораздо более высоким качеством печати. Данный принтер будет полезен при изготовлении запасных воздушных винтов на БПЛА, а также в перспективе для других деталей, требующих высокого качества поверхности и точности.

Комплектование дополнительными материалами по техническому обслуживанию БПЛА

При использовании 3D печати, предлагается использовать различные типы филаментов. Разные детали БПЛА воспринимают соответственно

разные нагрузки. Так, для изготовления корпуса и защиты винтов, целесообразно использовать эластичный филамент TPU, для остальных элементов корпуса – ABS. Также существует целый ряд композитных материалов для 3D печати, свойства которых могут сочетать в себе достоинства разных видов пластика и обеспечивать соответствующие требования к деталям БПЛА.

Обеспечение рабочего места по обслуживанию, хранению и эксплуатации аккумуляторных батарей (далее – АКБ) БПЛА.

Современные литий-полимерные аккумуляторные батареи, применяемые в БПЛА, несмотря на свои основные преимущества, требуют комплексного подхода к их эксплуатации. Необходимо строго следить за уровнем их заряда. Не допускать их глубокой разрядки и перезарядки.

Рабочее место должно быть оборудовано средствами измерения и контроля состояния АКБ (тестеры с функциями измерения внутреннего сопротивления АКБ) и зарядными станциями.

Также необходимо обеспечивать безопасные условия хранения АКБ, а именно уровень заряда при хранении (~3,8 В) и противопожарное оборудование места хранения. Необходимо хранение АКБ в огнестойком герметичном сейфе, что позволит обезопасить имущество в случае самопроизвольного возгорания АКБ.

Закупка и установка программного обеспечения.

При более глубоком изучении БПЛА возникает вопрос изучения бортового радиоэлектронного оборудования БПЛА. Это возможно осуществлять на базе образовательного набора Arduino. Использование данного «комплекса» позволит обучающимся уяснить принцип работы разных датчиков, применяемых в БПЛА, а также влияние настроек таких датчиков на их последующую работу.

Использование в процессе обучения студентов программных продуктов типа «SolidWorks» позволит внутри учебной аудитории производить разработку деталей и механизмов для их последующего изготовления на 3D принтерах. Также в этой программе возможно проведение исследований деталей при нагрузке, газодинамические и гидродинамические исследования конструкций и т.д.

Установка программного продукта AutoPano Giga предназначен для сшивания аэрофотоснимков для последующего их сшивания, в результате чего получается аэрофотоплан местности с привязкой к координатам.

Установка программного продукта Geomagic Design X предназначен для работы с результатами 3D сканирования, а именно улучшение поверхности объекта, устранение недостатков и неточностей, неизбежно возникающих при 3D сканировании вследствие погрешности сканера, совмещения сканов и т.д.

Установка программного продукта DJI Flight Simulator – официальный симулятор от производителя дронов DJI. Этот симулятор точно воспроизводит физику полета, поведение и полный функционал дронов DJI. Данный симулятор позволит работать со штатным пультом управления DJI, имитировать различные особые случаи в полете, различные погодные условия, поддерживать многопользовательский режим и многое другое.

Совокупность предлагаемых мер значительно повысит качество и практическую ценность образовательного процесса и как следствие, уровень подготовки операторов и технических специалистов в области беспилотной авиации, в частности БПЛА мультироторного типа.

УДК 630*585:629.235

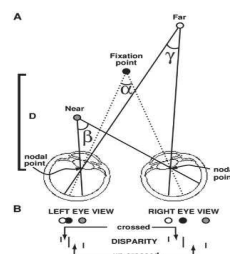
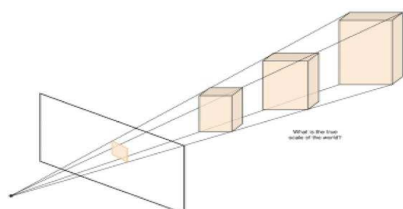
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЁТА КВАДРОКОПТЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ ВИЗУАЛЬНОЙ ОДОМЕТРИИ

Я.О. КОЗЛОВ, Е.И. АТАМАСЬ

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Москва, Россия

Задача автономной навигации квадрокоптеров в помещениях или сложных динамически изменяющихся средах является крайне актуальной. Традиционные решения, основанные на GPS, LiDAR или стереокамерах, ограничены в использовании из-за стоимости или условий эксплуатации. В данной работе предложена система автономной навигации с использованием только одной монокулярной камеры.

Система должна обеспечивать локализацию, построение карты, планирование траектории и избегание препятствий в реальном времени при ограниченных вычислительных ресурсах.



Основная сложность оценки расстояния
и создания пространственной карты при помощи монокулярного зрения.