DOI: 10.25728/avtprom.2020.02.06

Применение беспилотных летательных аппаратов

И.В. Никулина (ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН)

Перечислены современные области применения беспилотных летательных аппаратов. Подробнее рассмотрены три практических примера: развитие телекоммуникационной сети управления и связи с помощью БПЛА, мониторинг дорожного покрытия и рекультивация угольных шахт и рудников.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, дроны, видеокамеры, обработка видеоизображения, телекоммуникационные сети, мониторинг дорожного покрытия, рекультивация.

Введение

Согласно определению Международной организации гражданской авиации, беспилотный летательный аппарат (БПЛА) или дрон представляет собой воздушное судно многоразового использования, способный работать без пилота, автономно (через бортовой компьютер), выполняя запланированный план полета, или управляться дистанционно (человеком).

До недавнего времени использование БПЛА ассоциировалось с ситуационной разведкой местности и военными операциями. Сегодня в связи с постепенным удешевлением компонентной базы БПЛА и увеличением спроса на актуальные, достоверные, высокоточные и гиперспектральные данные для картирования, исследования местности и мониторинга беспилотные летательные аппараты стали неотъемлемой частью геопространственной индустрии. Сам факт того, что это устройство сбора данных с воздуха может управляться одним человеком и в полевых условиях, резко снизил зависимость геопространственной отрасли от дорогостоящей спутниковой съемки, особенно на небольших площадях [1].

Дроны, оснащенные видеокамерами, датчиками и детекторами изображений и др. оборудованием, становятся беспилотной летательной системой. Параллельно разрабатывается программное обеспечение, осуществляющее прием данных с высокой пропускной способностью, их высококачественную обработку, анализ, и выдачу пригодной для дальнейшего использования информации.

Области применения БПЛА

В недалеком прошлом для мониторинга лесных территорий широко применялись подразделения малой авиации. К сожалению, эта структура была упразднена, что привело к катастрофическим последствиям в деле охраны лесов в России. Восстановить утраченное одномоментно не получится. Поэтому необходим менее затратный и более эффективный способ решения задач, стоящих перед лесным хозяйством. В этой связи особый интерес представляют БПЛА различной грузоподъемности, дальности полетов и технической оснащенности. В настоящее время БПЛА применяют для контроля за состоянием лесных массивов, обнаружения вырубки леса, очагов пожаров и затоплений. Они могут эффективно осуществлять метеонаблюдения на различных высотах и значительных территориях, контролировать ледовую и экологическую обстановку, вести учет диких животных и др. Более сложные модели БПЛА могут осуществлять доставку грузов, химических и технических средств для защитной обработки лесных массивов и пожаротушения [2].

Актуально применение БПЛА в сельском хозяйстве. Так, одним из направлений точного земледелия является использование БПЛА для решения следующих задач: инвентаризация сельхозугодий, создание электронных карт полей, оценка объема работ и контроль их выполнения, оперативный мониторинг состояния посевов, оценка всхожести сельскохозяйственных культур, охрана сельхозугодий, обработка посевов пестицидами для борьбы с вредными объектами и болезнями растений [3].

На сегодняшний день наиболее распространенным способом мониторинга трасс трубопроводов остается регулярное патрулирование пилотируемой авиацией и транспортными средствами высокой проходимости (вездеходами). На смену традиционным способам мониторинга приходят БПЛА, способные существенно экономить денежные средства и открывающие новые возможности для безопасной эксплуатации трубопроводного транспорта за счет применения различных видов съемки [4].

БПЛА активно применяются для целей землеустройства, кадастра и градостроительства в первую очередь для создания цифровых актуальных карт крупных масштабов.

МЧС использует БПЛА для профилактики и мониторинга чрезвычайных ситуаций, поиска людей, экстренной доставки необходимого груза при чрезвычайных ситуациях, для выявления акул и охраны пляжей, борьбы с браконьерами и т.д. [5].

БПЛА используются для освещения спортивных соревнований и прочих массовых мероприятий.

Рассмотрим подробнее три практических примера, в которых применяются БПЛА.

Развитие телекоммуникационной сети управления и связи с помощью БПЛА

Рассмотрим возможности применения БПЛА для сетевого управления объектами в структурах глобальной информационной системы телекоммуникации и связи. Например, по данным мониторинга Международного союза электросвязи (ITU) следует, что к 2015 г. почти две трети населения планеты не подключены к глобальной информационной сети. Это связано с тем, что современное проектирование

и строительство объектов наземной телекоммуникационной инфраструктуры обходится компаниям достаточно дорого. Так, в России еще достаточно много областей, в которых население остается без доступа к Internet и мобильной связи. Поэтому сейчас для получения услуг связи за пределами зон покрытия сотовых сетей, особенно в труднодоступных районах, как правило, используется спутниковая связь, тарифы на использование которой намного выше для тарифов сотовых операторов [6].

В настоящее время потребность в постоянном или временном расширении зоны покрытия сети связи можно реализовать за счет более доступных «коммуникационных» решений, например, с помощью различных платформ БПЛА (дронов). Такие БПЛА могут стать отдельной частью (или ячейкой) телекоммуникационной инфраструктуры операторов связи, выполняя функцию ретрансляции множества телекоммуникационных сигналов. Однако БПЛА имеют существенный недостаток, заключающийся в ограниченном времени функционирования, связанном с малым ресурсом его аккумуляторов. Поэтому БПЛА не могут быть эффективно использованы в системах, где требуется длительное время функционирования. Для преодоления указанного недостатка разрабатываются привязные высотные беспилотные платформы, в которых электропитание двигателей и аппаратуры полезной нагрузки осуществляется от наземных источников энергии.

Операторы связи не используют пока привязные БПЛА полностью для ретрансляции телекоммуникационных сигналов (как радио, телевидение, Internet) на постоянной основе, но они уже проводят пилотные проекты для оказания таких услуг. Крупные корпорации, например Google и Facebook, покупают специализированные компании и стартапы, разрабатывающие передовые информационные технологии в этом направлении, на их базисе планируют запускать новые телеком-услуги [6].

Научные исследования в области создания привязных БПЛА ведутся и в России. Так, в ИПУ РАН в 2017 г. под руководством проф. В. М. Вишневского впервые была поднята в воздух привязная высотная телекоммуникационная платформа с длительной продолжительностью полета. В основе этой разработки лежит технология передачи с наземного пункта на борт БПЛА энергии большой мощности по медным жилам малого сечения, а в качестве летающей платформы был использован мультикоптер, длительность полета которого зависит от подачи электричества с земли по проводам и износа деталей [7].

Разработка привязной высотной платформы длительного функционирования требует проведение комплекса предварительных работ, направленных на решение таких задач, как определение облика привязной платформы, расчет ее основных аэродинамических, летнотехнических характеристик, а также характеристик устойчивости и управляемости с учетом всепогодных и всеклиматических условий применения.

В настоящее время в ИПУ РАН разработан и испытан экспериментальный образец привязной высотной платформы длительного функционирования. В качестве высотного модуля использовался восьмироторный коптер (потребляемая мощность каждого электродвигателя — 500 Вт). Разработанная система передачи энергии обеспечивает передачу энергии земля-борт мощностью до 6 кВт по тонкому (50 г/м) кабель-тросу на кевларовой основе. В рамках длительных испытаний в различных погодных условиях осуществлялся подъем на высоту до 100 м полезной нагрузки весом до 6 кг. При этом длительность ежедневной работы составляла 5...7 ч без опускания коптера на землю [7].

Мониторинг строящихся и эксплуатируемых автомобильных дорог

В 2017 г. ООО «Индор-Центр» провело эксперименты по применению БПЛА для мониторинга дорожно-строительных работ: возведение земляного полотна и укладка различных слоев дорожной одежды. Был выбран опытный участок длиной 600 м на автомобильной дороге первой категории с четырьмя полосами движения в двух направлениях и с разделительной полосой. В одном направлении был уложен верхний слой основания (крупнозернистый асфальтобетон), в обратном направлении — щебеночно-песчаный слой. На БПЛА установили фотокамеру с матрицей с числом эффективных пикселей 20 МП и с углом обзора объектива 84°.

С БПЛА были выполнены две съемки. Для планирования маршрута съемки применялось бесплатное программное обеспечение DJI GS Pro, позволяющее в режиме 3D Map оперативно запрограммировать параметры полета, наметив на космическом снимке лишь периметр съемки и задав высоту и степень перекрытия снимков.

Первая аэросъемка была проведена на высоте 68 м. Число маршрутов — два. Продольное перекрытие между снимками составило > 80%, а поперечное перекрытие между маршрутами — > 60%. С БПЛА в результате первого полета было сделано 79 снимков без отбраковки в результате выравнивания, а в результате второго полета — 150 снимков. Протяженность полосы съемки в первом случае в длину составила порядка 600 м и порядка 80 м в ширину, а во втором — 330 м и 80 м соответственно. Разные высоты съемки выбраны с целью выявления зависимости точности построения модели от высоты полета, а также фактора «смаза» изображения, возникающего при значительных скоростях перемещения фотокамеры.

В качестве опорных точек на земле применялись белые пластмассовые одноразовые тарелки диаметром 165 мм, закрепленные дюбелями, которые уверенно опознаются на снимках и позволяют центрировать на их центрах маркеры в программе обработки снимков с точностью одного пиксела, что соответствует 2...2,5 см.

Вторая аэросъемка проводилась через месяц. За этот период по второму направлению был уложен верхний слой основания (крупнозернистый асфальтобетон). Для выявления оптимальных параметров полета была назначена высота 45 м, при этом число маршрутов увеличилось до четырех.

Также осуществлялись ГНСС-наблюдения на контрольных (опорных) точках дорожного полотна и точках геодезической разбивочной основы. Параллельно была проведена тахеометрическая съёмка поперечников с шагом порядка 20 м, а также некоторых опорных точек, используемых при воздушной съёмке. Это позволило произвести оценку отклонений измеренных точек от соответствующих точек, полученных на цифровой модели, созданной фотограмметрическим способом. Для построения модели на основе снимков с БПЛА использовалась программа PhotoScan.

Проведенный анализ показал, что существует разумный компромисс между высотой съемки и точностью построения модели местности и создания ортофотоплана. Это предельная высота лежит не ниже 35 м и не выше 70 м от поверхности при заданных параметрах применяемого оборудования. При низких полетах значительно возрастает число снимков, что влияет на время обработки данных в PhotoScan, особенно при достаточно больших площадях снимаемой поверхности. Это напрямую ограничивает время полета на одном аккумуляторе.

Исходя из полученных результатов и их оценки, был сделан вывод, что подобный метод вполне допустим для проведения оперативного мониторинга и анализа на этапах проектирования, строительства, эксплуатации и технического обслуживания дорог и их инфраструктуры.

Еще одним способом применения этой технологии может являться оперативное определение с геодезической точностью координат линейных и точечных дефектов дорожного покрытия размером ⩾2 см, площадей разрушения, глубины выбоин/трещин, что дает возможность спрогнозировать состояние дорожного полотна и оценить динамику его разрушения.

Рекультивация угольных шахт и рудников

Департамент разведки и добычи полезных ископаемых Министерства энергетики и минеральных ресурсов штата Нью-Мексико США (MMD) осуществляет надзорные функции в рекультивации угольных шахт и заброшенных рудников и земель. Для оценки операций по рекультивации используются цифровые модели рельефа и местности за разные временные периоды, ортоизображения, предоставленные федеральными органами власти, органами власти штатов и местными органами власти, а также операторами шахт. Эти модели дают представление о том, какой была местность до начала добычи там минеральных ресурсов.

Для выполнения полноценного мониторинга процесса рекультивации угольных шахт MMD использует спутниковые снимки и данные лидарной съемки. В то время как спутниковые снимки позволяют увидеть в крупном масштабе поверхностные разработки, визуализация в ГИС лидарных данных обеспечивает подробное трехмерное изображение. В совокупности эти 2D и 3D-карты показывают состояние местности до начала и в процессе горных работ.

В последнее время в MMD стал использоваться менее затратный способ получения данных — посредством использования БПЛА. Компактная камера, установленная на БПЛА Trimble UX5, позволяет получить большое число перекрывающихся ортофотоснимков. Фотограмметрическая обработка этих изображений генерирует облако точек, представляющее 3D-модель местности [1].

Заключение

По прогнозам экспертов, в связи с постепенным удешевлением компонентной базы БПЛА, а также выходом на рынок многочисленных новых игроков средняя стоимость дронов в 2020 г. будет снижаться по всем сегментам. Доступность БПЛА, а также оперативность получения с их помощью необходимой информации позволит расширять области их применения.

Список литературы

1. *Барбара Ли Шилдс.* ГИС обеспечивает эффективную и ответственную работу горнодобывающих компаний // ArcGIS. 2019. №3 (90).
2. *Скуднева О.В.* Беспилотные летательные аппараты в системе лесного хозяйства России // ИВУЗ. «Лесной журнал». 2014. № 6.
3. *Зубарев Ю.Н., Фомин. Д.С., Чащин А.Н., Заболотнова М.В.* Использование БПЛА в сельском хозяйстве // Вестник ПФИЦ. 2019. № 2.
4. *Айроян З.А., Коркишко О.А., Сухарев Г.В.* Мониторинг магистральных нефтепроводов с помощью БПЛА // Инженерный вестник Дона. 2016. №4.
5. *Полтавский А.В., Агулов Е.В.* Процесс обработки когерентных сигналов в приемниках глобальной спутниковой системы ГЛОНАСС // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты МЧС. 2012. № 3.
6. *Полтавский А. В., Юрков Н. К., Нгуен Зуи Фыонг.* Телекоммуникация сетевых систем на основе высотных платформ // Надежность и качество сложных систем. 2018. № 1 (21).
7. *Вишневский В.М.* Методы и алгоритмы проектирования и реализации привязных высотных беспилотных телекоммуникационных платформ // ВСПУ-2019. ИПУ РАН.
8. *Суконников О.Г., Неретин А.А., Гурьев В.А.* Анализ применимости БПЛА при геодезическом контроле строящихся и эксплуатируемых автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 2(9).

Никулина Ирина Владимировна *– научный сотрудник ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН.*
Контактный телефон (495) 334-87-59.