

Применение БПЛА при проведении топографо-геодезических изысканий

М. А. Карпович, Л. М. Герштейн, Н. В. Паневин, А. М. Карпович

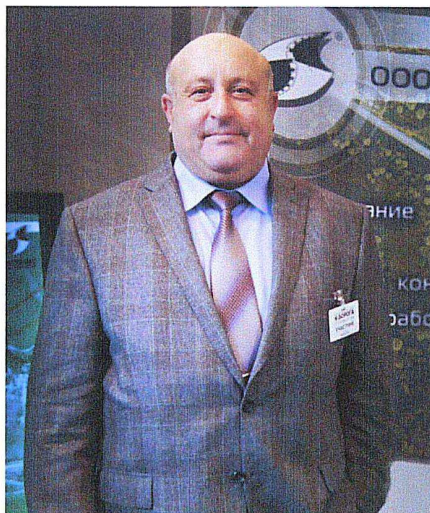
В настоящее время топографические работы являются обязательным этапом проектирования любого объекта строительства. На практике традиционно используются три основных метода получения данных: наземная съемка, аэрофотосъемка и спутниковая съемка. Затем следует этап обработки и получения картографических и других материалов, необходимых для проектирования. Каждый из указанных методов имеет как свои преимущества, так и известные недостатки, связанные либо с большими трудовыми и временными затратами (наземные работы), либо с использованием весьма дорогого оборудования (аэро и спутниковая съемка).

Относительно новой областью применения космической съемки является создание с помощью спутникового оборудования, т. н. цифровых моделей рельефа местности (ЦММ) в виде матрицы высот. Подобная формализованная модель может быть всесторонне обработана на ЭВМ и служить двум целям:

- дополнение обычных карт данными, не выражающимися при графическом или фотографическом воспроизведении местности;
- особого выделения типов территорий или объектов, показанных на картах, что существенно для решения таких задач, как прокладка трасс каналов, дорог и трубопроводов, выбор участков под водохранилища, аэродромы и др.

В настоящей статье описана разработанная в компании «Центр Дорсервис» методика использования другого подхода к выполнению подобных работ. Метод основан на применении комплекса малого беспилотного летательного аппарата (БПЛА), и дальнейшем автоматическом (или полуавтоматическом) глубоком анализе и обработке полетных данных. Использование БПЛА позволяет уменьшить затраты уже на стадии получения фотоснимков, поскольку не предполагает наличие и эксплуатацию полноценного летательного аппарата. Автоматические алгоритмы обработки полетных данных существенно сокращают время, затрачиваемое на создание ЦММ. Это стало возможным благодаря появлению современных математических методов обработки совокупной фотометрической и цифровой информации. Таким образом, удается снизить как трудозатраты, так и сократить время, необходимое для получения ЦММ и другой пред-проектной информации.

Следует отметить, что технология аэрофотосъемки с БПЛА в значительной степени отработана. Однако, в настоящее время большая часть существующих и эксплуа-



Генеральный директор
ООО «Центр-Дорсервис»
Мирон Карпович

тируемых БПЛА предназначены для воздушной разведки и наблюдения, которые осуществляются с помощью фото- и видеосъемки. Использование БПЛА в качестве фотограмметрического инструмента, по видимому, является мало распространенным в настоящее время, несмотря на очевидные преимущества:

- рентабельность;
- возможность съемки с небольших высот и вблизи объектов;
- оперативное получение снимков высокого разрешения;
- возможность применения в труднодоступных зонах.

Предлагаемая нами методика в течение года отработывалась с использованием комплекса бельгийского производства Gatewing X100 Trimble, который был выбран на основании тщательного изучения рынка. Комплекс представляет собой сверх-малый планер (вес 2 кг, размах крыльев 0.8 м), оснащенный цифровой фото камерой и бортовым компьютером, включающим в себя GPS и датчики высоты и крена; а также, устройство запуска и управляющий модуль. Все операции по планированию полета и запуску осуществляются одним оператором и занимают не более 30–40 мин. Полет происходит в автоматическом режиме. Технологический процесс представлен на схеме. Основными этапами являются: получение изображений и сопутствующих цифровых данных, и

компьютерная обработка результатов полета. Рассмотрим указанные этапы подробнее.

ПОЛЕТ И СЪЕМКА

1. Подготовка и осуществление полета

Время развёртывания системы не превышает 15–20 минут. Примерно такое же время занимает составление и ввод полетного задания. До начала полёта оператор вводит в контрольную станцию информацию об атмосферных условиях, задает участок облета, выбирает разрешение и область съемки. Специальное ПО Quickfield позволяет сформировать маршрут полета автоматически. Область съемки отмечается на цифровой карте. Первоначально оператор имитирует полет на наземной контрольной станции, при необходимости внося изменения в траекторию посадки, рассчитанную автоматически. GPS-координаты точки приземления и направление движения к точке приземления выбирается с учетом особенностей рельефа. Для посадки требуется относительно ровная и свободная от препятствий полоса с примерными размерами 20 м x 80 м. Процедура запуска весьма проста: БПЛА запускается при помощи катапульты. После набора рабочей высоты (от 100 до 750 м в зависимости от целей и задач полета) выполняется фотосъемка. Самолет приводится в движение с помощью электродвигателя мощностью 250 Вт и толкающего воздушного винта. Установленная на борту литиево-полимерная батарея емкостью 6000 мА/ч. обеспечивает 40–50 минут полета при скорости 60–65 км/ч. Максимальная протяженность полёта - 50 км. Следует отметить определенную всепогодность системы: X100 не боится снега, лёгкого дождя и ветра (до 50 м/сек). Таким образом съемку можно осуществлять в любое время года.

2. Фото съемка

Набрав рабочую высоту аппарат X100 выполняет полет по спиралевидному маршруту, покрывающему всю площадь снимаемого участка, и производит фотосъемку с высокой степенью наложения снимков (до 75%). Этот важный параметр может регулироваться при создании полетного задания. Частота съемки составляет один кадр в 1.4 сек. БПЛА X100 оснащен хорошо защищённой компактной 12 Мп цифровой камерой, позволяющей получить изображений высокого качества. Все изображения, а также данные GPS и другие данные о полете записываются на устройства памяти на борту беспилотника. После приземления оператор выполняет



при появлении угрозы столкновения в воздухе или иных чрезвычайных ситуаций. В этом случае X100 спланирует круговыми движениями на землю, и поиск аппарата осуществляется штатным поисковым устройством.

АНАЛИЗ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Наиболее ответственным, требующим высокой квалификации этапом, безусловно, является анализ и компьютерная обработка результатов полета, как фото материалов, так и большого объема цифровых данных. На этой стадии производится шивка и привязка к местности полученных фотографий, создание ортофото и, в конечном счете, создание ЦММ, включая

3D модели. Отметим, что стандартные программы, используемые для проектирования, не позволяют решить подобную задачу в силу слишком большого объема первичной информации. Нами были опробованы различные программные продукты, применение которых, в совокупности с программным обеспечением самого комплекса X 100 – пакетом Stretchout, дают возможность получить наилучший результат. В настоящее время, по-видимому, оптимальным является использование программы Швейцарской фирмы Pix4d, а именно Pix4UAV, в сочетании с модулем контроля качества и редактирования точек ЦМР – DTMaster немецкой компании INPHO. Такой комплексный подход дает возможность произвести фильтрацию и сортировку всего объема данных, получаемых в результате первичной обработки. Помимо этого, данный программный продукт обладает широким выбором формата выходных данных, что позволяет без труда импортиро-

вать их в привычные для инженеров среды. В результате нами были получены ЦММ (ЦМР) и ортофотопланы с точностью порядка 2–5 см в плане и 5–15 см по высотной составляющей. Погрешность может быть снижена при дополнительной установке сравнительно небольшого числа опознаков.

В течении 2012–2013 г. описанная технология применялась при выполнении ряда проектов. Приведем лишь один пример: ПД на реконструкцию а/д Б-Ш-В на участке км 46+500 – км 100+00 в Шебекинском и Волоконовском районах Белгородской области. Протяженность участка, на котором проводились работы с использованием БПЛА составила 39,7 км. В соответствии с описанной технологией на всем протяжении участка потребовалось разместить по определенной схеме всего 107 опознаков и произвести одиннадцать 40-минутных полетов. Полеты осуществлялись одним оператором. Затраченное время составило 4 рабочих дня. Последующая обработка полетной информации заняла еще 14 рабочих дней. Таким образом общее время, которое потребовалось для получения ортофотоплана и ЦММ изучаемого участка не превысило 18 рабочих дней. Важно отметить, что нами было проведено сравнение результатов, полученных традиционными наземными методами и при помощи технологии с использованием БПЛА. Средняя погрешность в плане не превысила 1–3 см, погрешность высотной составляющей не превысила 10 см. При этом точность результатов в точках близких к опознакам значительно выше: высотная ошибка менее 5 см. Очевидно, что оптимизация расположения и количества опознаков приводит к существенному улучшению точности.

контроль полученных снимков и в необходимых случаях может принять решение о выполнении повторной съемки, изменив настройки камеры. Обычно для съемки участка, площадью 1,5–2 кв. км требуется около 30 минут.

3. Снижение и посадка

По завершению съемки X100 возвращается на заданную полосу, выполняя посадку по определенному шаблону. Сброс скорости начинается на высоте 50 м, на высоте 9 м отключается двигатель, и лопасти складываются.

Важно отметить, что БПЛА оснащен радиомодемом 2.4 ГГц, имеющим радиус действия 5 км при стандартных условиях. Несмотря на то, что все стадии полета автоматизированы, наличие модема дает возможность постоянно контролировать аппарат. Более того, оператор может прервать автоматический режим полета на любой стадии

полета. Таким образом, на основании приобретенного опыта мы пришли к выводу, что представленная технология использования БПЛА в сочетании со специализированным программным обеспечением является безусловно инновационной и может быть эффективно использована на различных стадиях дорожного проектирования, позволяя существенно уменьшить трудозатраты и стоимость работ. Более того, потенциал этой технологии гораздо шире. Она может быть успешно использована, например, для решения задач кадастрового учета, строительного контроля и многих других, в том числе при возникающих при создании ГИС. ▲

