

УДК 69.07

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

И.В. Королев, Г.Ю. Опарина

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых, Российская Федерация
e-mail: neverlol4k@mail.ru, mslgalina@bk.ru

Рассмотрено применение беспилотных летательных аппаратов в процессе строительного контроля, мониторинга строящихся объектов и обследовании зданий и сооружений, описаны достоинства и недостатки метода.

Ключевые слова: обследование зданий и сооружений, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), квадрокоптер, фотограмметрия.

USE OF MODERN UNMANNED AIRCRAFT IN INSPECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

I. Korolev, G. Oparina

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich
and Nikolai Grigoryevich Stoletov, Russian Federation
e-mail: neverlol4k@mail.ru, mslgalina@bk.ru

The use of unmanned aerial vehicles in the process of construction control, monitoring of objects under construction and inspection of buildings and structures is considered, the advantages and disadvantages of the method are described.

Keywords: inspection of buildings and structures, unmanned aerial vehicles (UAVs), quadcopter, photogrammetry.

Сегодня всё чаще, разработанные для целей военно-промышленного комплекса, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (они же «квадрокоптеры», «беспилотники», «дроны») находят свое применение в гражданских целях. Перевозка и доставка грузов, изучение местности для нужд картографии, обнаружение и корректировка в ходе спасательных операций, мониторинг пожарной обстановки в зонах лесного фонда, а также строительная отрасль – сбор данных при архитектурно-планировочном анализе территории, строительный контроль и мониторинг строящихся объектов, обследование зданий и сооружений.

Процесс эксплуатации зданий и сооружений неотъемлемо связан с их периодическим обследованием, в ходе которого выявляются повреждения основных несущих и ограждающих конструкций и общая степень износа, с последующей разработкой предложений и рекомендаций по устранению выявленных дефектов.

Зачастую специалист может столкнуться с труднодоступностью объекта обследования (высота, габаритные размеры в плане и т.п.). Применение подъемных механизмов (кранов

и люлек), строительных лесов и найм квалифицированных альпинистов приводят к удорожанию сметной стоимости обследования. В данной ситуации альтернативой может служить как раз обследование зданий и сооружений с применением БПЛА.

Применение квадрокоптера, вооруженного фотокамерой, телевизором или системой LIDAR, дает возможность за короткий временной промежуток собрать информацию о наличии дефектов, характере их распространения, произвести оценку объемов ремонтно-восстановительных работ.

Как и у любого другого способа и метода, применение беспилотных летательных средств обладает положительными и отрицательными отличительными чертами. К первым можно отнести следующее:

- для проведения обследования понадобится меньшее количество времени, чем при традиционных методах;
- в части обследования конструкций или здания в целом, угрожающего здоровью эксперта, применение «дрона» снижает риски получения травм до минимума;
- возможность применения различного рода навесного оборудования (LIDAR, камеры для мониторинга невидимого человеческим глазом спектра (ультрафиолетовый или инфракрасный), сферической камеры 360° и т.п.);
- в силу того, что передача данных от дрона к пилоту может осуществляться на расстоянии до нескольких сотен метров, возможно обследование труднодоступных или опасных объектов.

Ограничивающим фактором в применении БПЛА являются следующие позиции:

- множественные ограничения запуска БПЛА на территории Российской Федерации;
- высокая зависимость качества видеосигнала и сигнала управления «дроном» от наличия в полетной зоне электромагнитных помех;
- высокая степень незащищенности «дрона» от атмосферных осадков и различного рода деформаций;
- полет «квадрокоптера» - фактор раздраженности населения в области полета;
- наличие у пилота навыков и опыта управления техникой в различных нестандартных, критических или экстренных ситуациях.

Методику обследования зданий и сооружений с применением беспилотных летательных аппаратов можно разделить на следующие этапы:

- предварительное (наземное обследование) объекта и прилегающей территории;
- процесс обследования с применением БПЛА (фото и видеосъемка объекта, его частей и прилегающей территории);
- составление технического заключения о состоянии несущих, ограждающих конструкций и инженерных систем (ТЗК), производство схем и чертежей, создание 3D модели объекта методом фотограмметрии.

На первом этапе необходимо оценить ситуацию вокруг объекта обследования: зеленые насаждения, мачты, ЛЭП, строения, скопления птиц. Все это – ограничения, требующие точности в управлении БПЛА. Так же необходимо выбрать место взлета и расположения оператора так, чтобы большая часть объекта обследования и «дрон» были видны в процессе полета. Наземное обследование подразумевает так же выполнение ряда фотографий объекта и окружающей территории (рисунки 1, 2).



Рисунок 1. – Фото общего плана. Объект и прилегающая территория



Рисунок 2. – Вид на объект сверху. Объект и прилегающая территория

Второй этап во многом зависит от целей обследования. Допустим, необходимо обследовать кровлю здания; следовательно, подробное изучение фасада нет необходимости выполнять. Если же необходимо выполнить подробное обследование исторического здания, тогда есть необходимость запечатлеть все его архитектурные элементы: сначала общим, а потом уже крупным (каждый по отдельности) (рисунки 3, 4).



Рисунок 3. – Фото архитектурных элементов крупным планом



Рисунок 4. – Фото архитектурных элементов и конструкций крупным планом

На данном этапе пилоту необходимо выполнить ряд крупномасштабных фото и видео съемок, после чего приступить к фото и видео фиксации отдельных элементов (лепнина, изразцы, орнамент и т.п.).



Рисунок 5. – Фото с дрона. Вид сверху

Третий этап – творческий: составление ТЗК, производство схем и чертежей, создание 3D модели объекта методом фотограмметрии (рисунок 6). Чем больше информации предоставят инженеру после второго этапа, тем точнее будет заключение, схемы и модели. Опять же, в зависимости от технического задания на обследование содержание, вид и качество результата будут различными.

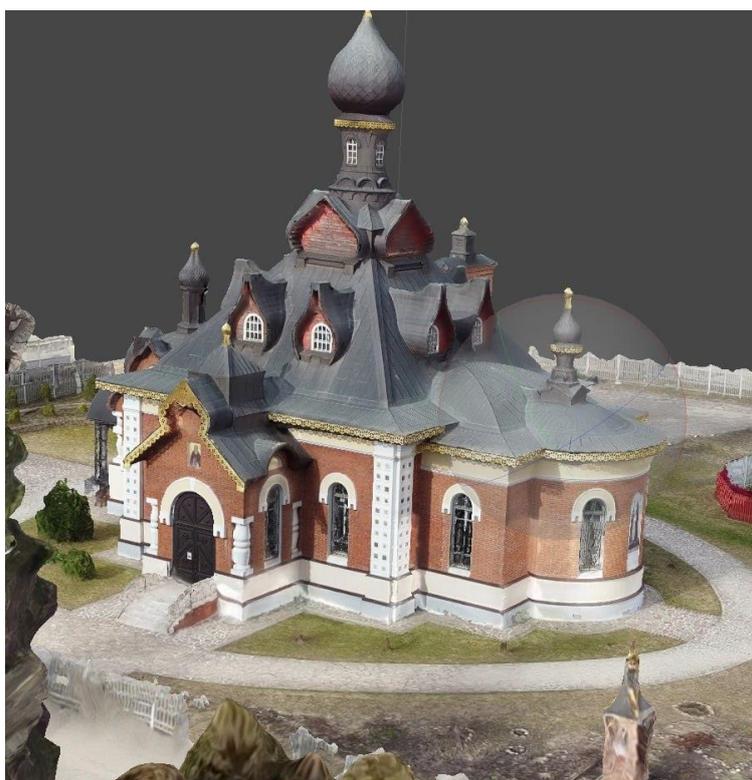


Рисунок 6. – Модель объекта, полученная методом фотограмметрии

Производство модели объекта методом фотограмметрии при его обследовании является одним из перспективных направлений применения БПЛА. Фотограмметрия позволяет определить размеры, формы и положения объектов по их изображениям на фотографиях. Чтобы получить геометрические параметры объекта достаточно знать положение (геопривязку) снимков и характеристики фотоаппаратуры.

В настоящее время существует ряд программных комплексов («Autodesk ReCap Pro», «Agisoft Metashape», «ТИМ КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ»), позволяющих получить масштабную объемную (3D) модель объекта, на основании которой можно произвести развертки фасадов, план кровли, разрезы и сечения на различных отметках.

Принцип работы программ схож и заключается в полуавтоматизированном сопоставлении ряда снимков, их выравнивании относительно друг друга по характерным точкам и создании плотного облака точек по имеющейся информации о координатах снимков.

При наличии ста фотографий с объекта облако точек получится в 10-50 млн. точек. Важно понимать, что для получения качественной и подробной модели необходимо выполнить все-стороннюю съемку объекта с соблюдением основных положений:

- съемка с различных станций;
- снимок необходимо выполнять перпендикулярно плоскости объекта;
- перекрытие смежных снимков должно быть не менее 30% - 50%.



Рисунок 7. – Фото с дрона



Рисунок 8. – Фасад здания, полученный методом фотограмметрии

В заключении можно сделать вывод о том, что применение беспилотных летательных аппаратов совершенствует и упрощает процесс обследования и мониторинга зданий и сооружений, в значительной мере сокращает сроки выполнения полевых и лабораторных работ. При качественно проведенной съемке и последующей обработке данных, данный метод выделяется на фоне традиционных методов обследования, является современным и актуальным при проведении мониторинга, контроля и строительного контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазерко М.М., Шемановская О.А. Моделирование «точечной застройки» трехмерных объектов городской территории по материалам аэрокосмической съемки с использованием проектирования в AutoCAD // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – М., 2010. – № 1. – С. 20-23.
2. Студеникин А.В., Михалин В.А., Иванов Р.В., Магаршак С.И. Практика применения перспективных беспилотных летательных аппаратов для мониторинга и аэрофотосъемки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9, № 4. – С. 102-106.
3. Погорелов В.А. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в строительстве // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 1.
4. Тукция А.Л., Мамонов А.О. Опыт использования квадрокоптеров для обследования зданий и сооружений // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 3.
5. Цветков В.Я. Особенности построения цифровых моделей для решения задач реставрации памятников // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1997. – № 4. – С. 99-104.