

Семенов А.С., канд. техн. наук,
Слонич К.А., магистрант

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

k.slonich@gmail.com

С каждым годом прослеживается тенденция к строительству зданий повышенной этажности и высотных. При эксплуатации таких зданий возникает вопрос по выполнению визуального контроля состояния их наружных ограждающих конструкций.

Для визуального контроля предлагается использовать беспилотный летательный аппарат, который оборудован камерой с высоким разрешением пикселей. В мире беспилотные летательные аппараты получили широкое применение.

Ключевые слова: *обследование, мониторинг, беспилотный летательный аппарат, эффективность, повреждение.*

Введение. Визуальное обследование является одним из основных методов технического обследования зданий и сооружений. Целью обследования здания или сооружения является определение фактического технического состояния объекта в целом и его элементов, получение количественной оценки фактических показателей качества конструкций для установления состава и объема работ по капитальному ремонту или реконструкции.

Согласно ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [1] обследование технического состояния проводится в три этапа:

1. Подготовка к проведению обследования.
2. Предварительное (визуальное) обследование.
3. Детальное (инструментальное) обследование.

Визуальное обследование выполняется с целью предварительной оценки технического состояния элементов здания по внешним признакам для определения необходимости в проведении детального (инструментального) обследования и уточнения его программы.

Основная часть. Обследование крупных или труднодоступных сооружений требует специализированное оборудование и высококвалифицированный персонал. В большинстве случаев такие работы выполняются без указанного оборудования, что не обеспечивает качество результатов и возможности их применения.

Специально подготовленный персонал, например, альпинисты, могут получить доступ к труднодоступным конструкциям, но при этом не могут выполнить оценку объекта с учетом характера и объема повреждений.

Поэтому они могут получить только фотографии объекта или видеоматериал соответствующей конструкции для дальнейшего исследования.

В настоящее время все чаще встречаются работы с низким качеством. Причиной этому, по мнению авторов статьи [2] является недооценка значимости результата работ со стороны заказчика и исполнителя, а также низкая квалификация исполнителей и ограниченность доступа к конструкциям объекта.

Ограниченный доступ к ограждающим конструкциям здания или сооружения, исключает возможность визуального обследования и достоверность результатов обследования по всему объекту. Для высотных зданий, большепролетных сооружений с пролетами более 36 м проведение мониторинга обязательно на всех стадиях строительства и эксплуатации [3].

Теоретически данную проблему можно решить, используя специализированное оборудование, машины (леса, автовышки, альпинизм). При этом, возведение лесов с каждой стороны высотного здания, использование автовышки или привлечение альпинистов приведет к высоким материальным затратам. Кроме того, возникают риски, связанные с обеспечением техники безопасности, при проведении технического обследования с использованием лесов, автовышки.

Основы устранения проблем ограниченного доступа заложены в ФЗ-384 от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [4] и должны выполняться еще на этапе проектирования.

В настоящее время данную проблему можно решить за счет применения беспилотных летательных аппаратов, которые позволяют повысить качество визуального обследования и сократить

расходы на его проведение. Беспилотные летательные аппараты могут эффективно применяться для обследования труднодоступных зданий повышенной этажности и высотных.

Существует методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений [3], согласно которой определяют следующие виды нарушений:

- отклонение от вертикали здания и отдельных строительных конструкций (осей колонн, стен лифтовых шахт и других элементов);
- сжатие или усадку колонн и бетонных конструкций;
- раскрытие трещин (при их появлении), динамику их развития;
- осадку фундамента;
- горизонтальное смещение (сдвиг) строительных конструкций.

Данная методика не предусматривает применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга высотных и уникальных зданий и сооружений.

Беспилотные летательные аппараты могут обладать разной степенью автономности - от управляемых дистанционно до полностью автоматических, а также различаться по конструкции, назначению и множеству других параметров.

Основной принцип визуального обследования с использованием беспилотного летатель-

ного аппарата сводится к получению аэрофотоснимков с близкой дистанции в высоком разрешении и под разным углом.

Аэрофотосъемка также активно используется в инженерно-геодезических изысканиях [5]. На этапе инженерно-геодезических изысканий очень много зависит от получения актуальных данных о местности, а точнее создание топографических и ортофотопланов высокой точности.

Беспилотные аппараты позволяют повысить оперативность создания топографических планов в день съемки.

Точность съемки с беспилотного летательного аппарата напрямую зависит от соблюдения технологии и выполнения полетного задания. Обследование здание с применением беспилотного летательного аппарата проводится в три этапа:

1. Предполетная подготовка.
2. Полевые работы.
3. Обработка данных.

Предполетная подготовка включает в себя изучение документации на объект обследования, подбор беспилотного летательного аппарата, составление маршрута полета. Составление маршрута заключается в формировании полетного задания в специализированном программном обеспечении, например, Pix4D (рис.1). В данной программе задается траекторию полета, его высота, скорость.

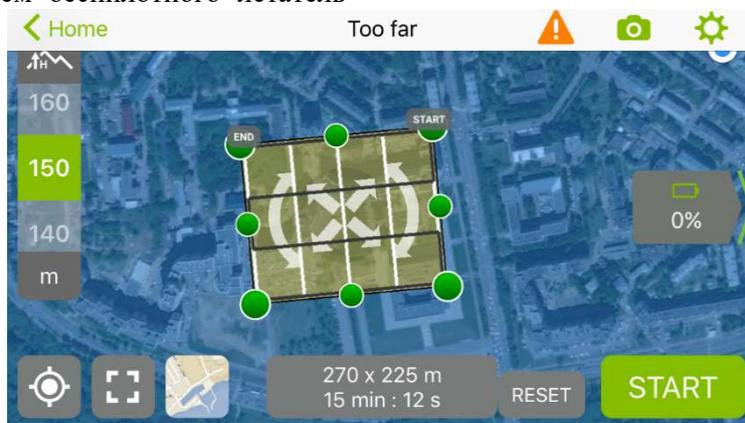


Рис. 1. Пример полетного задания в программном комплексе Pix4D

Полевые работы включают в себя ориентировку на местности, определение точки старта, полет в тестовом режиме (контрольная проверка оборудования), аэрофотосъемка объекта. Полет сопровождается записью видео в формате 4К.

Беспилотный летательный аппарат оборудован функциями, которые упрощают полет. Например, функция «вернуться домой» может гарантировать беспилотному летательному аппарату безопасную посадку. Также в беспилотном летательном аппарате имеется датчик контроля высоты (ба-

рометр), который позволяет удерживать его в заданной точке, для получения более качественных материалов.

После выполнения полетного задания, выполняется анализ и обработка полученных результатов аэрофотосъемки, перевод их в нужный формат и подготовка отчетных материалов.

Материалы, полученные в результате аэрофотосъемки также можно использовать в качестве приложения к техническому заключению.

Мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят для:

– контроля технического состояния зданий и сооружений и своевременного принятия мер по устранению возникающих негативных факторов, ведущих к ухудшению;

– выявления объектов, на которых произошли изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и для которых необходимо обследование их технического состояния;

– обеспечения безопасного функционирования зданий и сооружений за счет своевременного обнаружения на ранней стадии негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и грунтов оснований, которые могут повлечь переход объектов в ограниченно работоспособное или в аварийное состояние;

– отслеживания степени и скорости изменения технического состояния объекта и принятия в случае необходимости экстренных мер по предотвращению его обрушения.

Современными нормами [1] предусматривается, что техническое обследование зданий и сооружений проводится не реже одного раза в десять лет и не реже одного раза в пять лет для зданий и сооружений, работающих в неблагоприятных условиях (агрессивные среды, вибрации, повышенная влажность, сейсмичность района 7 баллов и более и др.). Для уникальных зданий и сооружений устанавливается постоянный режим мониторинга [1].

При необходимости зафиксировать источники тепловых потерь беспилотный летательный аппарат оборудуется тепловизионным оборудованием (рис.2).

Тепловизионная съемка успешно применяется для мониторинга подземных и надземных тепловых коммуникаций. Она помогает повысить эффективность работы теплосетей, сократить тепловые потери, а также сократить время обнаружения утечек теплоносителя. С помощью беспилотных летательных аппаратов можно оценить качество тепловой изоляции фасада, крыши здания.



Рис. 2. Тепловизионная съемка с применением БПЛА

Мировым лидером по производству беспилотных летательных аппаратов является китайская компания DJI. В нашей стране рынок использования беспилотных летательных аппаратов находится в стадии становления.

Существует ряд факторов, ограничивающих развитие перспективной технологии, которые необходимо решить:

1. Отсутствие нормативно-правовой базы, регулирующей деятельность применения беспилотных летательных аппаратов (на сегодняшний день в существующих нормах по техническому обследованию не указана возможность проведения визуального обследования с использованием летательных аппаратов).

2. Отсутствие систем предупреждения столкновений, позволяющих интегрировать беспилотные летательные аппараты в единое воздушное пространство и совместное их использование с пилотируемой авиацией общего назначения.

3. Отсутствуют нормы и порядок сертификации и стандартизации беспилотных летательных аппаратов.

Выводы. Качество визуального обследования зданий повышенной этажности и высотных невозможно обеспечить без использования летательных аппаратов.

Использование беспилотных летательных аппаратов в условиях города является перспективной технологией технического обследования. Для развития данной технологии необходимо создание соответствующей нормативно-правовой базы, регламентирующей допустимую высоту полета, допустимые зоны полета, максимальную скорость, ответственность, административные правила безопасности. Важно определить порядок государственного надзора в сфере беспилотных летательных аппаратов, в том числе обмен информацией о предполагаемом полетном задании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
2. Улыбин А.В., Ватин Н.И. Качество визуального обследования зданий и сооружений и методика его выполнения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. №10(25). С. 1–2.
3. МДС 13-22.2009 «Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений»
4. ФЗ-384 от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
5. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96
6. ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»
7. Shtengel V.G. Obshchiye problemy tekhnicheskogo obsledovaniya nemetallicheskih stroitelnykh konstruksiy ekspluatiruyemykh zdaniy i sooruzheniy [General problems of technical diagnosis of non-metal building structures in explorable buildings and erections] // Magazine of Civil Engineering, 2010. № 7(17). Pp. 4-9. (rus)
8. Yeremin K.I., Matveyushkin S.A. Osobnosti ekspertizy i NK metallicheskih konstruksiy ekspluatiruyemykh sooruzheniy [Features of inspection and NDT of metal structures in operated facilities]// NDT World Review. 2008. № 4 (42). Pp. 4-7.(rus)
9. Герасимов П.К., Егоров Д.А. Аспекты безопасности управления автономными беспилотными летательными аппаратами в городской среде / Материалы Международной научно-технической конференции «INTERMATIC-2014», 1-5 декабря 2014 г., Москва. // Под ред. академика РАН А.С. Сигова. М.: МГТУ МИРЭА, 2014. Ч 5. С. 130–132.
10. Zhang Y.J. Photogrammetric processing of low altitude image sequences by unmanned airship, XXI ISPRS Congress, Beijing, China, 2008.
11. Eisenbeiß H. UAV Photogrammetry, PhD Thesis, ETH Zurich, Switzerland, 2009.
12. Menti N., Hamel T. A UAV for bridge inspection: visual servoing control law with orientation limits // Automation in Construction. 2007. Vol. 17. №. 1. Pp. 3–10.
13. Adams S., Levitan M., Friedland C. High resolution imagery collection utilizing unmanned aerial vehicles (UAVs) for post-disaster studies // ATC& SEI Conference on Advances in Hurricane Engineering: Learning from Our Past, Miami, Florida, USA, 2012. Pp. 777–793.

Slonich K.A., Semenov A.S.**SURVEYS OF BUILDINGS AND INSTALLATIONS USING UNMANNED AERIAL VEHICLES**

Every year the trend is towards the construction of elevated floors and high-rise buildings. The operation of such buildings raises the question of visual control over the condition of their exterior insulating structures. For visual inspection, it is proposed to use an unmanned aerial vehicle equipped with a high-resolution camera. In the world, unmanned aerial vehicles have been widely used in various industries.

Keywords: *survey, monitoring, unmanned aerial vehicle, efficiency, damage.*

Семенов Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительное производство». Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Адрес: Россия, 600000, г. Владимир, ул. Горького 87.

E-mail: semenov-alex@mail.ru

Слонич Кирилл Алексеевич, магистрант кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляции и гидравлика».

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Адрес: Россия, 600000, г. Владимир, ул. Горького 87.

E-mail: k.slonich@gmail.com