

УДК 528.2/.5

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СЪЕМКИ БПЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ МЕСТНОСТИ

Л. В. Юхтенко

*ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, Высшая школа географии
и геоинформатики, пр. Кулакова 16/1, 355035, г. Ставрополь,
Российская Федерация, leonardyuhtenko2004@yandex.ru*

Исследована проблема эффективности технологии съемки БПЛА при проведении топографической съемки местности. В работе рассматриваются особенности технологии БПЛА на современном этапе развития научно-технической деятельности. На основе подробного изучения современных технологий в геодезии и топографии, с помощью различных научных методов (статистического, сравнительно-географического, экономического, научно-технического) рассмотрены и проанализированы основные критерии и ключевые показатели оценки эффективности, а также преимущества технологии съемки БПЛА перед другими видами топографической съемки местности.

Ключевые слова: технологии съемки БПЛА; топографическая съемка местности; оценка эффективности.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF UAV SHOOTING TECHNOLOGY DURING TOPOGRAPHIC SURVEY OF THE AREA

L. V. Yukhtenko

*North Caucasus Federal University, Higher School of Geography and Geoinformatics,
Kulakov ave. 16/1, 355035, Stavropol, Russian Federation,
leonardyuhtenko2004@yandex.ru*

In this article, the problem of the effectiveness of UAV shooting technology in conducting topographic surveys of the area is investigated. This paper examines the features of the development of UAV technology at the present stage of the development of scientific and technical activities. Based on a detailed study of modern technologies in geodesy and topography using various scientific methods (statistical, comparative geographical, economic, scientific and technical), the main criteria and key performance indicators are considered and analyzed, as well as the advantages of UAV survey technology over other types of topographic surveys of the area.

Keywords: UAV survey technologies; topographic survey of the area; efficiency assessment.

В настоящее время самым востребованным и массовым видом работ в составе инженерно-геодезических исследований, в решении вопросов вертикальной планировки, создании новых и обновлении старых топографических карт и планов, планировании и проектировании ландшафтного дизайна, составлении генеральных планов и рабочих чертежей, является топографическая съемка местности [3]. Стоит также отметить, что стремительное развитие технологий и методов дистанционного зондирования Земли (в частности, спутниковых систем) лишь незначительно повлияло на развитие технологии беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА). И, следовательно, аэрофотосъемку с БПЛА, начиная с прошлого столетия, можно по праву считать одним из главных способов создания и обновления крупномасштабных топографических карт и планов.

Цель исследования заключается в том, чтобы дать соответствующую оценку эффективности получения достоверной и качественной пространственной информации в процессе аэрофотосъемки БПЛА при проведении топографической съемки местности, а также определить преимущества и недостатки данной технологии перед другими топографо-геодезическими технологиями и методами измерений.

Особенность исследования заключается в том, что в настоящее время для успешного проведения топографической съемки местности необходимо применение эффективных технологий и методов, позволяющих получать пространственную информацию в цифровом виде быстро, точно и надежно. Одним из инструментов достижения этой цели служит использование беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для создания не только актуальных карт крупного масштаба, но и для решения огромного круга задач в самых разных сферах жизни человека.

Оглядываясь в прошлое, можно с уверенностью сказать, что первоначально БПЛА создавались исключительно для военных целей. Однако, уже к концу XX-ого столетия данную технологию стали активно применять в различных гражданских и научных сферах деятельности. Также стоит упомянуть, что новые модели БПЛА существенно отличались от своих предшественников в связи с разным кругом решаемых задач.

Сейчас БПЛА применяются как в гражданских, так и в военных целях: для оперативного проведения аэрофотосъемки; при мониторинге с/х территорий, лесных насаждений, геологических разрезов; геодезических изысканиях (для строительства, составления кадастровых планов, создания карт); в маркшейдерском деле для определения объемов горных выработок и отвалов. Также они используются для радиовещания, поисково-спасательных работ, разведки и наблюдения, поддержания правопорядка,

наблюдения за государственной границей и особо-охраняемыми территориями и объектами, а также для съемки спортивных соревнований, рекламных роликов и др. [2].

Современные БПЛА отличаются не только огромным разнообразием в конструкции и размерах, но и в программном обеспечении в зависимости от целей и задач, для которых они предназначаются. При этом аэрофотосъемка с пилотируемых летательных аппаратов принципиально не отличается от съемки с БПЛА, однако имеет ряд существенных особенностей, например: маршрут БПЛА необходимо строить с поперечным перекрытием не менее 40 % и продольным не менее 80 %, чтобы исключить разрывы из-за сильных воздушных потоков.

В основном, полет беспилотников производится на высоте от 300 до 1500 м с крейсерской скоростью 20-30 м/с (70-110 км/ч). Важной особенностью современных БПЛА является наличие GPS-приемника и соответствующего съемочного оборудования. Чаще всего для съемки применяют не метрические бытовые камеры с размером матрицы 10-20 мегапикселей. В результате у камер фокусное расстояние будет около 50 мм (т. е. размер 1 пикселя на местности (GSD) соответствует от 7 до 35 см). Следовательно, можно получить цифровые снимки сверхвысокого пространственного разрешения (до 2-4 см) в различных спектральных диапазонах.

В процессе проведения беспилотниками аэрофотосъемки получают цифровые ортофотопланы с привязкой к реальным географическим координатам и внешним базам данных, а также с наполнением векторными данными. Результаты проводимых измерений и полученную пространственную информацию можно считать превосходной основой для геоинформационных систем (ГИС) и, как следствие, для создания цифровых топографических карт и планов.

В настоящий момент обработка получаемых снимков со съемки БПЛА происходит в автоматизированных фотограмметрических системах [1]. Чаще всего, подобные снимки обрабатывают простыми нестрогими методами, например: аффинное преобразование снимков на плоскость. В итоге получают накладные монтажи, содержащие, кроме низкой точности, еще и разрывы контуров на стыках соседних снимков. В подобных случаях необходимо производить часть операций в ручном режиме.

Конечными результатами первоначальной обработки снимков могут быть ортофотопланы, облака точек, цифровые и трехмерные модели местности. И, следовательно, для дальнейшего анализа полученную пространственную информацию можно экспортировать в распространенные форматы файлов и с помощью таких ГИС-инструментов, как AutoCAD, QGIS, ArcGIS, MapInfo и ГИС Панорама, продолжить обработку или создать необходимый картографический материал.

Необходимо отметить тот факт, что на ортофотоснимках к геометрической точности отображения элементов местности обязательно должны предъявляться достаточно высокие требования, определяемые действующими нормативно-правовыми актами и согласующиеся с государственной системой координат, государственной геодезической сетью и системой высот, а также государственной гравиметрической системой [4].

Подводя промежуточный итог необходимо перейти к сравнительному анализу технологий съемки БПЛА, как с традиционными топографо-геодезическими методами измерения, так и с современными технологиями, применяемые для проведения топографической съемки местности.

Можно заметить, что космическая съемка и аэрофотосъемка с помощью БПЛА имеют множество общих черт и особенностей, например, автоматизированный метод сбора пространственной информации. Однако космические аппараты и спутники значительно уступают беспилотникам по оперативности съемки. Также развитие технологий БПЛА, особенно в области программного обеспечения для обработки получаемых снимков, позволило создавать готовые цифровые модели местности и ортофотопланы в течение 1-1,5 часов после посадки в автоматическом режиме.

При сравнении аэрофотосъемки БПЛА с подобными измерениями, проводимых с «больших самолетов», одним существенным преимуществом беспилотников перед пилотируемыми летательными аппаратами является то, что для них не нужен аэродром, т. к. БПЛА можно запускать с руки или со специального устройства под названием «катапульта». Также, в отличие от традиционной аэрофотосъемки, беспилотным летательным аппаратам не требуется специализированная техническая поддержка и обеспечение, а на самом исследуемом объекте или территории мероприятия по проведению полетов БПЛА и сбору необходимых данных не так сложны по своей структуре и организации [5]. И, кроме этого, самые современные БПЛА способны проводить съемку огромных по площади территорий и преодолевать большие расстояния, не уступая спутниковым системам и пилотируемым летательным аппаратам по охвату территории и качеству получаемой пространственной информации.

Исходя из вышеизложенного, выявлены следующие преимущества технологии БПЛА перед традиционными методами полевых геодезических измерений и перед другими методами аэрофотосъемки:

- 1) оперативность получения результатов топографической съемки местности. Данный показатель достигается за счет того, что БПЛА не сложны в эксплуатации и не требуют специальных навыков оператора, а обработка результатов, благодаря встроенному программному обеспечению, занимает очень короткий промежуток времени;

2) наличие специальных методов первоначальной обработки собираемых данных и необходимая точность измерений. GPS-приемник на борту беспилотника, позволяет точно определить координаты точек местности и, как следствие, реальную площадь земельного участка и расположенного на нем объекта капитального строительства (благодаря 3D модели местности), а соответствующее фотосъемочное оборудование получить снимки высокого разрешения;

3) проведение аэрофотосъемки с БПЛА является самым экономичным способом, по сравнению с аналогичной съемкой с пилотируемого летательного аппарата. Одним из главных преимуществ использования технологии съемки БПЛА является то, что по сравнению с традиционными геодезическими методами стоимость выполнения всех работ по сбору и первоначальной обработке пространственной информации (создание ортофотоплана и 3D модели местности) составляет около 35 тыс. российских рублей за 100 га, что в разы дешевле аналогичных методов измерений, стоимость которых около 10 тыс. российских рублей за 1 га. Данные расчеты были проведены в ходе анализа статистической и нормативно-правовой информации и отражают реальную ситуацию на рынке топографо-геодезических услуг;

4) что погодные условия оказывают слабое влияние на проведение съемки. Работы с БПЛА можно проводить на относительно небольших высотах, что уменьшает влияние дымки и других погодных факторов, поэтому съемку с БПЛА можно производить практически в любое время года;

5) значительное сокращение времени выполнения работ по сравнению с традиционными геодезическими измерениями. Стоит отметить, что наиболее верным подходом в применении данной технологии является проведение топографической съемки местности с использованием БПЛА для отдельных населенных пунктов, кварталов, районов и других территориальных образований, но не более 2000 км². Здесь же необходимо учесть, что для населенных пунктов точность определения координат характерных точек составляет не более 10 см, что является вполне допустимым показателем. Следовательно, можно считать возможным создание новых и обновление старых топографических карт и планов, т. к. определение характерных точек различных объектов картометрическим и фотограмметрическим методами является допустимым.

Однако, в ходе работы выявлены определенные проблемы с дальнейшим распространением БПЛА, в качестве универсального инструмента по сбору и обработке пространственной информации при проведении топографической съемки местности. Суть их, в основном, заключается в том, что для внедрения подобной аэросъемки в общую систему геодезических

изысканий, требуется координация усилий и средств как производителей БПЛА, так и пользователей их эксплуатирующих, а также разработчиков цифровых фотограмметрических систем. Кроме того, использование БПЛА практически невозможно без традиционных методов геодезических измерений. Также существенным недостатком является то, что в некоторых местах на ортофотоплане может отсутствовать видимость. Из-за этого необходимо выезжать на местность и проводить определение необходимых координат точек традиционными методами. Еще открытым остается вопрос отсутствия полноценной нормативно-правовой базы в сфере использования и применения БПЛА.

Мы пришли к выводу: применение материалов съемки БПЛА является наилучшим методом проведения съемки в целях проведения комплексных топографических съемок местности, межевания территорий и выявления нарушений при строительстве различных объектов инфраструктуры.

Результаты выполненных экспериментальных исследований и практических работ показали, что аэрофотосъемка с БПЛА может с успехом заменить традиционную аэрофотосъемку с управляемых летательных аппаратов и упростить наземные методы сбора пространственных данных. В ходе исследования подтверждены экономическая эффективность и целесообразность использования БПЛА при проведении топографической съемки местности и для получения материалов картографической точности.

Библиографические ссылки

1. *Береговой Д. В.* Автоматизированное дешифрирование и векторизация материалов аэрофотосъемки при создании топографического плана / Д. В. Береговой // EurasiaScience. Сборник статей XV международной научно – практической конференции. М.: «Научно-издательский центр «Актуальность. РФ», 2018. – С. 220-222.
2. *Иноземцев Д. П.* Беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Часть 1: Обзор технических средств // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования, 2013 – № 2(49)
3. *Корнилов Ю. Н.* Геодезия. Топографические съемки : учебное пособие / Ю. Н. Корнилов. СПб. : Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2008. 145 с.
4. *Олтян Николай.* Проблемы нормативно правового обеспечения комплексов БПЛА [Электрон. ресурс]. URL: <http://www/uav/ru/>
5. *Рыльский И. А.* Оценка возможности использования данных ВЛС и аэрофотосъемки с БПЛА для обеспечения проектных работ // Геопрофи, 2017. № 2. С. 15-22.