

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Ирина Анатольевна Басова

Тульский государственный университет, 300600, Россия, г. Тула, пр. Ленина, 92, доктор технических наук, зав. кафедрой геоинженерии и кадастра, тел. (4872)73-44-28, e-mail: biajis20051@ya.ru

Павел Валерьевич Анисимов

ООО «Верста», 300600, Россия, г. Тула, ул. Демонстрации, 1Г, инженер-геодезист, тел. (4872)52-45-00, e-mail: pashka.anisimov@yandex.ru

В статье приведен опыт применения сверхлегкого квадрокоптера для создания актуализированных топографических планов, инвентаризации труднодоступных территорий. Практика показывает рентабельность применения новых технологий и повышения эффективности кадастровых работ.

Ключевые слова: топографическая съемка, аэрофотосъемка, беспилотные летательные аппараты, геодезическая сеть, фотоплан, топографический план

PRACTICE OF USING UNMANNED AERIAL VEHICLES IN PRODUCTION OF TOPOGRAPHIC SURVEYS

Irina A. Basova

Tula State University, 92, Lenin Ave., Tula, 300600, Russia, D. Sc., Head of the Department of Geoen지니어ing and Cadastre, phone: (4872)73-44-28, e-mail: biajis20051@ya.ru

Pavel V. Anisimov

LLC «Versta», 1G, Demonstration St., Tula, 300600, Russia, Engineer-Surveyor, phone: (4872)52-45-00, e-mail: pashka.anisimov@yandex.ru

The article presents the experience of using an ultralight quadcopter to create actualized topographic plans, inventory of hard-to-reach areas. Practice shows profitability of application of new technologies and increase of efficiency of cadastral works.

Keywords: topographic survey, aerial photography, unmanned aerial vehicles, geodetic network, photoplane, topographic plan

Современное геодезическое обеспечение инженерных изысканий, проектирования и строительства различных объектов, а также инвентаризации, кадастра и оценки объектов недвижимости базируется на использовании принципиально новых геодезических приборов и технологий, географических информационных систем, пространственных баз данных. Большинство полевых измерений и съемок выполняются электронными приборами с автоматической регистрацией и обработкой результатов [1].

Получение данных об исходном земельном участке, такие как: характер рельефа и высотные отметки, расположение наземных и подземных объектов, коммуникаций, определение координат точек в местной или государственной

системе координат, как правило, получают по результатам, топографических и кадастровых съемок [2].

Сравнительно недавно создание и обновление топографических карт и планов выполнялось по результатам аэрофотосъемочных работ [3].

Аэрофотосъемка в крупных масштабах в масштабе 1:10 000 и крупнее выполнялась на малых высотах, что усложняло ведение детальной визуальной ориентировки, увеличивало влияние на точность проложения аэросъемочных маршрутов погрешностей пилотирования, непостоянства параметров ветра в приземном слое, что повышало требования к точности проложения аэросъемочных маршрутов.

Эти факторы отрицательно влияли на фотограмметрическое качество аэрофотоматериалов, усиливали сдвиг изображения, увеличивали разномасштабность снимков и т.д. и делали съемку мало рентабельной, особенно на небольших территориях [3].

Обработка аэрофотосъемки для получения ортофотоплана также представляла собой достаточно сложный процесс, для которого необходимы специальные знания и оборудование.

В настоящее время для оперативного проведения аэрофотосъемки, радиовещания, поисково-спасательных работ, разведки и наблюдения, поддержания правопорядка и т.д. используют беспилотные летательные аппараты (БПЛА), как в гражданских, так и в военных целях.

Развитие технологии аэрофотосъемки беспилотными летательными аппаратами позволило по своим точностным характеристикам соответствовать классическим способам геодезической съемки для получения крупномасштабных планов.

К основным достоинствам аэрофотосъемки БПЛА можно отнести оперативность получения топографической съемки местности в цифровом виде с хорошей точностью.

Беспилотные летательные аппараты принято классифицировать по массе, времени работы, дальности и высоте полета.

По этим параметрам выделяют 4 класс БПЛА:

- сверхлегкие аппараты (до 10 кг), время полета около 1 ч, высота полета до 1 км;
- легкие (до 50 кг), время полета несколько часов, высота до 3–5 км;
- средние (до 1000 кг), время полета 10–12 ч, высота до 9–10 км;
- тяжелые – высота полета до 20 км, время полета 24 ч и более.

В 2019 году при выполнении кадастровой съемки выполнялась аэрофотосъемка для текущей инвентаризации территории в г. Москва и для подготовки проекта реконструкции линии электропередач на земельных участках, доступ к которым был ограничен в д. Никитино-Калужской области (рис. 1).



Рис. 1. Территория для съемки на публичной кадастровой карте в Калужской области

Съемка выполнялась сверхлегким квадрокоптером Phantom 4 Pro, который имеет наименьшую стоимость среди аналогичных. Максимальное время полета составляет около 30 минут при достаточно большом диапазоне рабочих температур (от 0 до +40 °С), максимальная скорость 2 км/ч. Максимальная высота полета для выполнения ситуационного снимка составила 150 метров и удаленность от радиуправляемого пульта 3500 метров (рис. 2).



Рис. 2. Квадрокоптер Phantom 4 Pro

Ширина одного снимка зависит от высоты полета беспилотника. При высоте полета 75 метров захват территории камерой составил 16x16 метров, при высоте 60 метров размер снимка – 13,7x13,7 метра.

Построение маршрута для облета территории выполнялось в программе DroneDeploy. Маршрут полета, время на его выполнение, площадь полета, плотность фотографий для более четкого итогового изображения рассчитываются в автоматическом режиме и зависят от высоты полета и нужного разрешения карты (рис. 3).

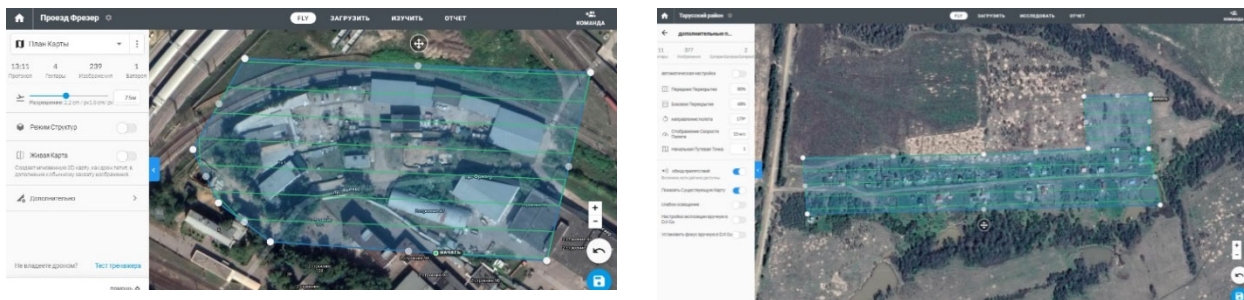


Рис. 3. Маршруты полета беспилотника над заданным местом

Маршруты аэрофотосъемки проектировались с продольным и поперечным проектированием, с возможностью максимально большего числа пунктов существующей геодезической сети использовать в качестве опорных при обработке снимков.

Обработка общего аэрофотоплана выполнялась по трансформированным аэрофотоснимкам. Трансформирование снимков выполняется в программе DroneDeploy (рис. 4 и 5).

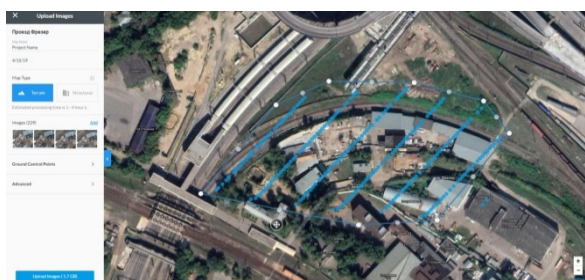


Рис. 4. Загрузка фотографий, полученных при облете территории

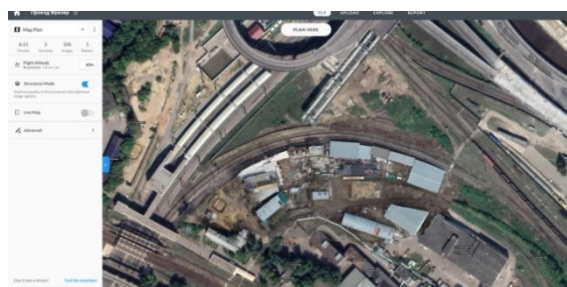


Рис. 5. Готовый аэрофотоплан в программе DroneDeploy

Полученный в результате обработки фотоплан территории использован в качестве подложки для топографической съемки тахеометром SpectraFocus 2[®] (г. Москва) и спутниковым оборудованием Trimble R8s (рис. 6 и 7) [4].



Рис. 6. Фотоплан территории: а) территория в г. Москва; б) территория в Калужской области

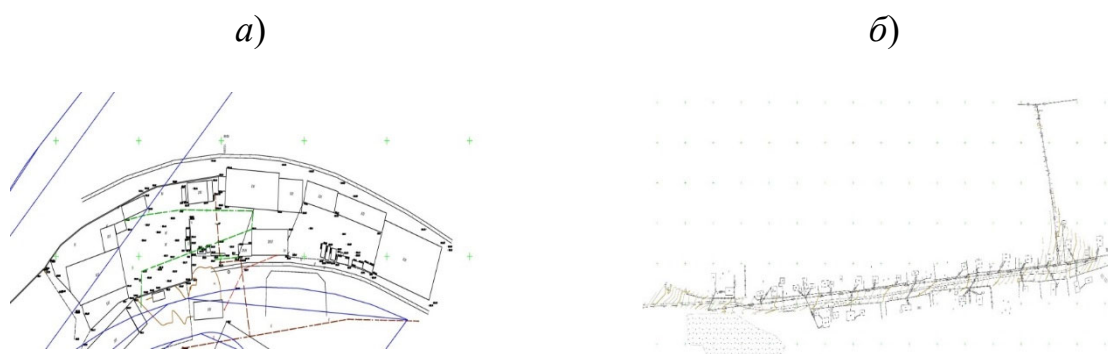


Рис. 7. Топографическая съемка территории: а) территория в г. Москва; б) территория в Калужской области

В результате совмещения получен топографический план (рис. 8).

Контрольные измерения в положении на плане предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек съемочного обоснования показали хорошее соответствие требованиям Инструкции [5].

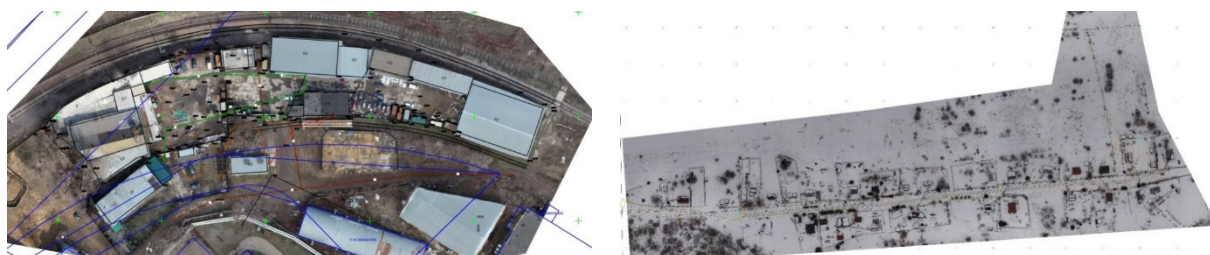


Рис. 8. Совмещенный фотоплан с топографической съемкой

Расчет экономической эффективности использования современных методов был выполнен путем сравнительной стоимости полного объема работ разным оборудованием: спутниковым оборудованием Trimble R8s и беспилотником DJI ProPhantom 4 Pro. В качестве оценки экономической эффективности спутниковых методов и использования беспилотника была учтена себестоимость используемого оборудования и временные затраты.

Расчет показал, что на выполнение полевых работ при помощи спутникового оборудования и беспилотника было затрачено в 5 раз меньше человеко-дней по сравнению с использованием только спутникового оборудования, а на камеральные работы – в 4 раза меньше,

Таким образом, легальное использование беспилотников в геодезии и кадастре будет способствовать повышению эффективности работ, сокращая время, повышая достоверность результатов [6]. Преимущества беспилотного аппарата над традиционными методами инструментальной съемки очевидны: для БПЛА не существует труднодоступных мест, водных препятствий, особенностей рельефа, размеров территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дементьев В. Е. Современная геодезическая техника и ее применения: Учебное пособие для вузов. – Изд. 2-е. – М.: Академический Проект, 2018. – 591 с.
2. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 ГКИНП-02-033-82.
3. ГКИНП-09.-32-80. Основные положения по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов.
4. Ворошилов А.П. Спутниковые системы и электронные тахеометры: Учебное пособие. Челябинск: АКСВЕЛЛ, 2007.-163 с.
5. ГКИНП-45. Руководство по обновлению топографических карт".
6. Постановление Правительства РФ от 25 мая 2019 г. N 658 «Об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов.... ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации».

© И. А. Басова, П. В. Анисимов, 2021