

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОРТОФОТОПЛАНОВ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ

### USE OF PILOTLESS FLYING MACHINES FOR CONSTRUCTION ORTOPHOTOPANS ON LINEAR OBJECT



#### Варварина Е.А. / Varvarina E.A.

Аспирант кафедры аэрофотогеодезии Государственного Университета по Землеустройству, ведущий специалист отдела развития ОАО «ОПИН» / Post-graduate student to chair airphotogeodesy State University Of Land Use Planning, The leading expert of department of development OPIN.

e-mail: varvarinakatya@rambler.ru

**Аннотация.** В данной работе рассматривается использование беспилотных летательных аппаратов для создания ортофотопланов на линейные объекты. Приведены результаты, проведенной автором экспертизы аэрофотосъемочных работ, в виде технического заключения. Также даны рекомендации по проведению таких работ и обработке результатов.

**Ключевые слова:** Ортофотоплан на линейный объект, беспилотные летательные аппараты, экспериментальная авиация, рекомендации по аэрофотосъемочным работам.

**Abstract.** In the given work use of pilotless flying machines for creation ortophotoplans on linear objects is considered. The results, the examination made by the author airphotosurvey, in the form of the technical conclusion are resulted. Also recommendations about carrying out of such works and processing of results are made.

**Keywords:** Ortophotoplans on linear object, pilotless flying machines, experimental aircraft, recommendations on airphotosurvey.

Несмотря на появление воздушного лазерного сканирования и общее развитие технологий сбора информации о земле, крупномасштабное картографирование сравнительно небольших участков с размерами до 30 квадратных километров до сих пор является проблемным. Причины заключаются в том, что данные такой точности пока не могут быть получены по результатам космических съемок, применение наземных съемок на участках более 1 квадратного километра не отвечают требованиям оперативности и требуют

вложения значительных средств, а использование метода воздушного лазерного сканирования для съемки участков до 10 квадратных километров является экономически нецелесообразным.

В тоже время практика показывает, что часто аэрофотоснимки и карто-материалы небольших участков, площадью до 30 квадратных километров, в масштабе 1:5000 и крупнее являются востребованными для таких целей как:

- ландшафтное проектирование;

- разработка архитектурных и экологических решений;

- проектирование локальных линейных сетей (линий электропередач, автомобильных дорог местного назначения, газо- и нефтепроводов);

- оценка рентабельности и другое.

Решение подобных задач существенно упрощается при наличии крупномасштабной аэрофотосъемки. [1]

В связи с этим беспилотные летательные аппараты приобрели широкую популярность. Во многом благодаря возможности видовой радиотехническую информацию с местности, на которой трудно разместить оператора. Развитие вычислительно техники и цифровых технологий обработки сигналов позволило существенно повысить, качество, скорость и объемы обработки изображений, обеспечить их передачу на большие расстояния. Тем не менее, цифровые технологии имеют свои недостатки, которые оказывают влияние на эффективность их использования в средствах разведки и наблюдения.

Оптические системы в беспилотной летательной технике применяются для:

- обзора местности и наблюдения обстановки на ней;

- получение детального изображения участков местности и объектов, находящихся на них;

- вскрытия объектов, находящихся на местности и визуально невидимых.

Технические системы реализуются в виде системы оптических устройств, размещаемых либо непосредственно на корпусе летательного аппарата и жестко связанных с его конструкцией либо с помощью гиро стабилизированных платформ, обеспечивающих поворот оптических осей устройств в любую сторону с заданной скоростью.

Как правило, жесткая связь оптической оси устройства с конструкцией летательного аппарата используется для авиационных аппаратов и оптических устройств обзора передней или другой полусфер летательного аппарата. Термин "жесткая связь" является условным, практически все оптические устройства, устанавливаемые в конструкцию летательного аппарата, имеют возможность некоторого углового перемещения для ком-

пенсации углового положения летательного аппарата относительно поверхности земли и угловых колебаний самолета относительно осей нормальной системы координат.[2]

Применение беспилотных летательных аппаратов в гражданском секторе в настоящее время находится в ожидании решения некоторых технических и организационных проблем, без чего невозможно стабильное использование беспилотных летательных аппаратов. Основные проблемы связаны с использованием воздушного пространства, выделением частичного диапазона для управления беспилотным летательным аппаратом и передачи информации с борта на землю и наоборот и, наконец, с развитием рынка гражданских услуг, который находится в стадии становления. Из поставленных гражданским сектором рынка задач применения беспилотных летательных аппаратов, в первую очередь, стоит отметить такие, которые в ближайшее время могут стать востребованными. Это в первую очередь контрольные функции беспилотных летательных аппаратов. С помощью беспилотных систем можно контролировать как техническое состояние объектов, так и безопасность функционирования, притом, что контролируемые объекты могут находиться на большом удалении (протяженные объекты). Необходимо, чтобы потенциальные пользователи беспилотных летательных аппаратов выступали инициаторами ведения некоторых правил применения беспилотных летательных аппаратов в интересах гражданского сектора. Основной вопрос это получение статуса воздушного судна беспилотными летательными аппаратами. Беспилотные летательные аппараты не являясь воздушными судами, не подлежат регистрации реестре воздушных судов, и не имеют свидетельства о регистрации и годности к использованию. Им невозможно и не нужно получить разрешение на использование воздушного пространства. Аппарат, способный летать на высоте до 4 километров со скоростью до 250 км/час массой около 100 килограмм, может подняться в воздух без разрешения на использование воздушного пространства, ведь по классификации это радиоуправляемая модель. В рамках действующего законодательства есть вид авиации, в котором беспи-

лотные летательные аппараты могут существовать на законном основании- это экспериментальная авиация [3]. В связи с тем, что эта авиация не является официальной, следовательно, нет нормативно-правовых документов и регламентов регулирующих съемку с использованием беспилотных летательных аппаратов.

В данной работе представлено техническое заключение на аэрофотосъемку с использованием беспилотного летательного аппарата и даны рекомендации к проведению и обработке аэрофотосъемочных работ такого рода.

### Техническое заключение

Аэрофотосъемочные работы были выполнены с помощью беспилотного летательного аппарата «Небесный путь», который представлен на рис.1.

БЛА «Небесный патруль М-7» – крылатый двухмоторный летательный аппарат нормальной схемы с высоко расположенным крылом, вынесенным на двух пилонах. Предназначен для картографии и аэрофотосъемки, проведения видеонаблюдения в реальном времени. Полезная нагрузка размещается в носовой части аппарата, под съемным обтека-

телем. Там же устанавливается камера переднего обзора.

### Технические характеристики М-7:

- Размах крыла, м – 4,0;
- Полезная нагрузка, кг – до 25;
- Стартовая масса БЛА, кг – до 100;
- Максимальная скорость, км / ч – 192;
- Мощность двигателей, кВт – 2 по 6;
- Продолжительность полета, ч – 5,0;
- Макс. высота полета, м-до 3000;
- Посадочная скорость, км / ч – 63;
- Длина в рабочем положении, м – 3,6;
- Высота с вертикальным оперением, м – 1,52;
- Способ старта – Катапультный или шасси;
- Способ посадки – нормальный или парашютный;
- Макс. отдаление в режиме ручного управления, км – 1;
- Макс. отдаление в автоматическом режиме, км – 400;
- Время разворачивания в рабочее положение, ч. – 0,5;



Рис. 1. М-7 "Небесный патруль"

Аэрофотосъемка выполнена некалиброванным цифровым фотоаппаратом Ricoh (рис.2).

В Ricoh CX6 присутствуют режимы приоритета диафрагмы и выдержки, а также возможность сделать серию снимков со скоростью 3 кадра в секунду с вспышкой и автофокусом. Фокусное расстояние составляло  $f=36$  мм; размер снимка 3505\*2336 пикселя; высота фотографирования не фиксирована, менялась по ходу съемки; аэрофотосъемка выполнена в 1 маршрут, по принципу «двойной съемки»- «туда-обратно». Съемка выполнена 16 мая 2010 года около полудня, в солнечную погоду. Есть очень большие тени от высотных объектов и деревьев. Возможны «мертвые» участки. Режимных объектов в зоне аэрофотосъемки не обнаружено.

На снимках с 0001 по 1064 перекрытие отсутствует или составляет менее 20 процентов; снимки с 1064 по 1140 имеют допустимое перекрытие более 51 %; снимки 1140-1141 имеют минимально допустимое перекрытие; снимки 1141-1598 имеют допустимое перекрытие более 51%; снимки 1598-1599 имеют большой разворот относительно друг друга (эффект «елочки»); снимок 1599 –конец маршрута; с 1600 по 1654 – брак, наклонные снимки- не подлежат обработке; снимок 1654 начало маршрута «обратно»; снимок 1921 – имеет большой «пересвет» (большая разница по фототону с соседними снимками); снимки 2005-2006 затемнены; снимки 2038-2015 затемнены; снимки 2449-2455- пересечены.

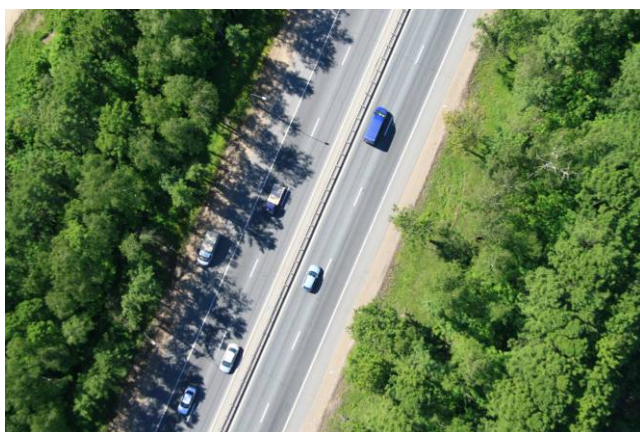
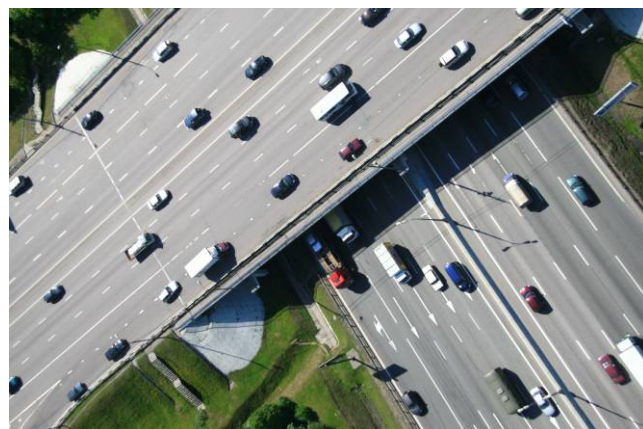


Рис. 2. Фотоаппарат Ricoh CX6 и примеры снимков

Рекомендации по проведению съемки и обработки ее результатов:

1. Необходимо предварительно определить критерии аэрофотосъемки:

- Разрешающую способность на местности (скольким сантиметрам на местности будет соответствовать 1 пиксель снимка),
- Масштаб создаваемого ортофотоплана (предварительно выбрать фокусное расстояние и пределы высоты фотографирования (

нижнюю и верхнюю планку - так как возможен перепад этой высоты, в связи с относительной неустойчивостью летательного аппарата),

- Рабочую площадь снимка (от величины необходимой рабочей площади (например необходимо произвести аэрофотосъемку таким образом, что бы захват относительно оси маршрута был не менее 150 метров (такие условия могут встречаться при съемке автомобильных дорог с полосами отвода, газо- и нефтепроводов с охранными зонами, линий электропередач с охранными и санитарно-защитными зонами и др.) будут зависеть такие параметры как фокусное расстояние и высота фотографирования.

Таким образом необходимо произвести первичную оптимизацию всех параметров съемки.

2. Так как высота фотографирования может меняться, то рекомендуется обеспечить люфт высоты фотографирования и при обработке использовать среднее значение. Для построения ортофотопланов, рекомендуется рассчитать высоту средней плоскости снимаемого объекта (например по топографическим картам более мелкого масштаба), установить на борту летательного аппарата GPS- приемник, для определения координат центров фотографирования каждого снимка, далее определить среднее арифметическое значение высотной координаты и вычесть из него значение высоты средней плоскости, таким образом получив более достоверную высоту фотографирования.

3. Аэрофотосъемку рекомендуется осуществлять по принципу «туда-обратно», тем самым обеспечивая себе не только достоверные перекрытия, но и возврат самолета на пункт начала пилотирования.

4. Так как аэрофотосъемка начинается с момента запуска летательного аппарата, необходимо располагать взлетную площадку на таком расстоянии от объекта съемки, что бы за 100 метров до объекта летательный аппарат набрал нужную высоту.

5. Перед обработкой съемки необходимо составить схему маршрута и выбрать снимки, которые будут использоваться из маршрута «туда» и маршрута «обратно», при

этом необходимо помнить, что в случаях когда снимки маршрута «туда» стыкуются со снимками маршрута «обратно» возможно необходимо производить реверс маршрута (эта процедура необходима при работе на цифровых фотограмметрических станциях типа «Дельта»).

6. Так же перед обработкой маршрута необходимо произвести оценку фототона соседних снимков, и при необходимости произвести цвето- коррекцию до начала обработки.

7. Из-за больших углов наклона летательного аппарата неизбежен эффект «елочки», следовательно рабочую площадь снимков необходимо рассчитывать с учетом угла разворота снимков.

8. Остальные рекомендации по аэрофотосъемочным работам (выбор погодных условий и времени суток) такие же, как и при классической съемке.

### Литература

1. Д. Парамонов «Сверхлегкие данные дистанционного зондирования»
2. В.В. Ростопчин, М.Л. Дмитриев «Применение цифровых оптических систем для беспилотных летательных аппаратов»
3. Г.В. Трубников «Применение беспилотных летательных аппаратов в гражданских целях»

© Варварина Е.А., 2012