

ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ПРИ ПОМОЩИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Р.И. Божко¹

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Описана технология применения аэрофотосъемки при помощи беспилотного летательного аппарата на изысканиях автомобильных дорог в комплексе с традиционными наземными методами. Произведен анализ сроков выполнения инженерно-геодезических изысканий выполненных только наземными методами топографической съемки и в комплексе с аэрофотосъемкой. Сделан вывод о целесообразности применения аэрофотосъемки при помощи беспилотного летательного аппарата на изысканиях автомобильных дорог в комплексе с традиционными наземными методами.

Ил. 7. Табл. 2. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: аэрофотосъемка; беспилотный летательный аппарат; инженерно-геодезические изыскания; традиционные наземные методы топографической съемки.

APPLICATION OF AERIAL PHOTOGRAPHY USING UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) IN THE ENGINEERING-GEODETTIC SURVEY OF HIGHWAYS

R. Bozhko

Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074.

The paper describes the technology of application of aerial photography by using an unmanned aerial vehicle in highways survey in combination with the traditional ground-based methods. The author analyses the period of execution of engineering and geodetic researches made only by terrestrial means of topographic mapping and along with aerial photography. The author concludes about the expedience of application of aerial photography by using unmanned aerial vehicle in highways survey along with the traditional ground-based methods.

Illustrations: 7. Tables: 2. References: 6.

Key words: air photography; unmanned aerial vehicle; engineering-geodetic surveys; traditional ground-based methods of surveying.

В современных рыночных условиях, проектно-изыскательские институты работают в режиме жесткой конкуренции. Чтобы быть конкурентно способными, необходимо уметь оперативно и качественно разрабатывать проекты любой сложности. Для разработки проекта строительства или реконструкции автомобильной дороги, необходимо выполнить ряд условий. Одно из важнейших условий является, выполнение инженерно-геодезических изысканий, результатом которых является создание топографического плана заданного масштаба и точности. И чем качественнее выполнены изыскания, тем успешнее будет выполнен проект.

Важнейшая проблема при выполнении инженерно-геодезических изысканий, это сроки выполнения работ. Они, как правило, всегда сжаты, и каждая организация стремится не выйти за временные рамки, что грозит штрафными санкциями, а выполнить весь объем работ в сроки, при этом не потерять в качестве. Для того чтобы снизить сроки выполнения работ, нужно максимально, на сколько это возможно, автоматизировать труд геодезистов-изыскателей.

На рынке существует множество оборудования, таких как: электронные тахеометры, GPS приемники, лазерные сканеры, а так же программное обеспечение для обработки данных. Все это упрощает и ускоряет производство работ, но иногда и этого бывает недостаточно.

Еще одна проблема возникает после предварительного трассирования по картам М 1:25000 или М 1:50000. Зачастую происходит несоответствие рельефа и ситуации с местностью, потому что карты данного масштаба почти не обновляются. В связи с этим приходится ждать, пока будет вы-

¹Божко Роман Игоревич, магистрант, группы АДм-12, e-mail.ru: roma-bozhko@mail.ru
Bozhko Roman , an undergraduate, gr ADm-12, e-mail.ru: roma-bozhko@mail.ru

полнена топографическая съемка более крупного масштаба. Наземным методом это происходит не так быстро. После получения более детальной съемки делают перетрассировку и утверждают окончательный вариант трассы с заказчиком.

Одна из технологий, позволяющая частично решить описанные выше проблемы — аэрофотосъемка (рис.1). На сегодняшний день аэрофотосъемка активно развивается благодаря появлению лёгких недорогих беспилотных летательных аппаратов, позволяет обойти многие описанные сложности и выдать предварительный результат уже на следующий день, а окончательный — через какое-то время, гораздо меньшее по сравнению со временем, потраченным на выполнение геодезических изысканий только наземным способом.

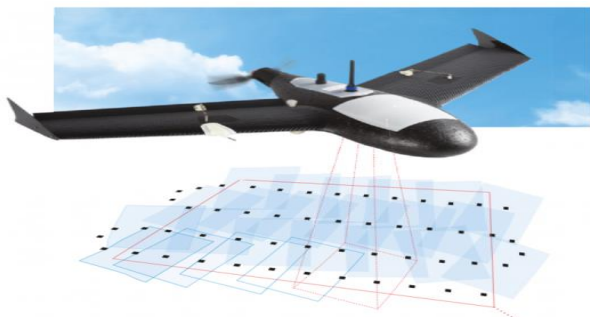


Рис.1. Аэрофотосъемка с помощью беспилотных летательных аппаратов



Рис. 2. Беспилотный летательный аппарат «GateWingX100»

Пример такой технологии— беспилотник из Бельгии «GateWingX100» (рис.2). Беспилотный летательный аппарате (БПЛА) Gatewing предназначен топографической съемки участка местности, создания качественных ортофотопланов и цифровой модели местности.

Наземная топографическая съемка в настоящий момент являются наиболее часто используемым методом для получения высокоточной информации местности. Используя сети базовых станций ГНСС в режиме реального времени (RTK), или методом тахеометрической съемки, геодезист может выполнить измерения сотен точек в день. Технология получения точной цифровой модели местности, разработанная Gatewing, состоит из двух главных этапов: получения изображений и их обработки.

Получение аэрофотоснимков выполняется с использованием компактного и сверхлегкого беспилотного летательного аппарата, оснащенного цифровой камерой высокого разрешения, установленной на борту самолета. Полет выполняется полностью в автоматическом режиме — от взлета до посадки. Наземная контрольная станция управления (GCS) используется для запуска, управления полетом и процессом съемки (рис. 3).



Рис.3. Наземная контрольная станция управления

В случае наступления нештатной ситуации станция позволяет оператору немедленно вмешаться и прервать полет, и автоматически вернуть и посадить самолет на место запрограммированной посадки. Полученные наборы данных представляют собой изображения, привязанные к опознавательным знакам. Опознавательные знаки закладываются и привязываются к пунктам ГГС при помощи GPS оборудования методом спутниковых наблюдений (рис 4.). Количество изображений зависит от размера области работы и требуемого разрешения.



Рис. 4. Закладка опознавательных знаков

На этапе обработки изображений эти данные при использовании специального программного обеспечения преобразуются в цифровую модель местности (ЦММ). Этот процесс очень хорошо автоматизирован, включая ввод поправок для калибровки камеры и привязки изображений к требуемой системе координат, получение пространственных координат точек, классификацию точек и преобразование данных в формат ЦММ. Качество данных может быть улучшено за счет добавления некоторого количества наземных данных (измерений) для привязки ЦММ к локальной системе координат.

Один квадратный километр местности можно отснять в течение получасового полета на высоте 150 метров и с пространственным разрешением 5 сантиметров. Превращение снимков в подробный ортофотоплан и ЦММ происходит автоматически при помощи специального программного обеспечения. Пользователь получает оперативную цифровую информацию для интерпретации ее в топографический план или подробную карту в масштабе 1:500 – 1:5000. (рис. 5).

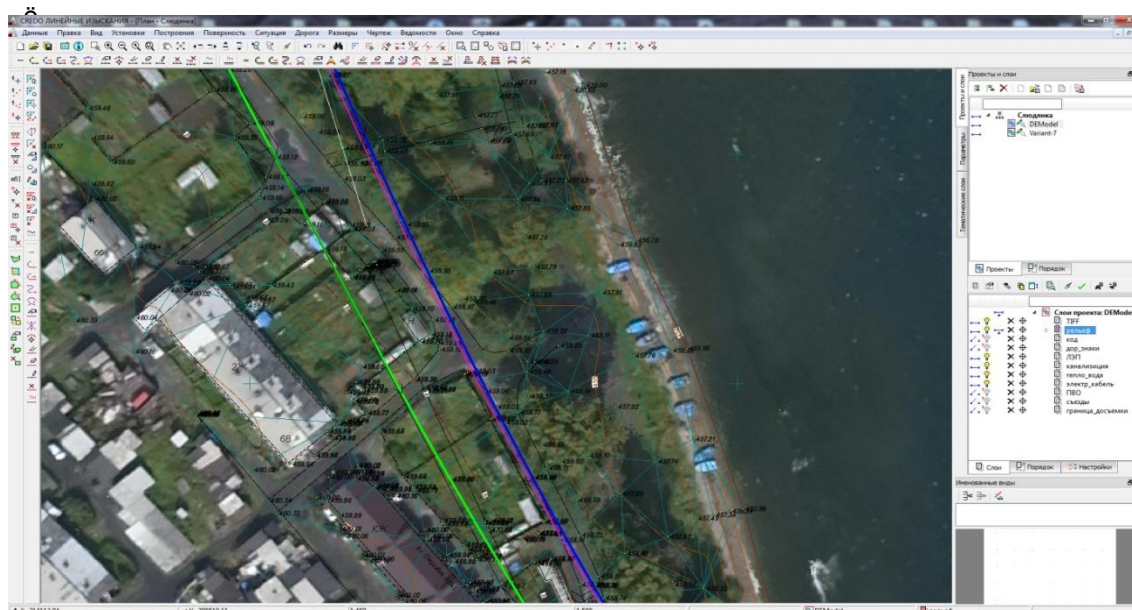


Рис 5. Фрагмент ЦММ, построенной по результатам аэрофотосъемки.

Но полностью заменить наземный метод съемки, на аэрофотосъемку невозможно, особенно на линейных объектах, как изыскания автомобильных дорог. Наземным методом доснимаются

подземные и наземные коммуникации, искусственные сооружения, дорожное полотно существующей автомобильной дороги. Поэтому наиболее целесообразно применять эти методы съемки в комплексе друг с другом поэтапно:



Рис. 6. Схема 1. Первый этап изысканий



Рис. 7. Схема 2. Второй этап изысканий

Проведем сравнительный анализ сроков выполнения работ, аэрофотосъемки в комплексе с наземным методом (табл.1) и без нее, только наземным методом съемки (табл. 2), на примере изыскания автомобильной дороги «А340 Улан-Удэ – Кяхта, Республика Бурятия».

Сроки выполнения работ аэрофотосъемки в комплексе с наземным методом

Таблица 1

№	Состав работ	Кол-во чел.	Объем работ	Трудозатраты	Сроки работ
Полевые работы. Аэрофотосъемка с применением БПЛА					
1	Рекогносцировка местности	3 чел.	24 км	1ч/км	3дн.
2	Создание опорной геодезической сети	3 чел.	14 п.	2.5ч/п	4.5дн.
3	Создание съемочной геодезической сети	3 чел.	24 км.	4.3ч/км	13дн.
4	Закладка опознавательных знаков	3 чел.	150 опозн.	0.5ч/оп.	9.5дн.
5	Аэрофотосъемка	3 чел.	600 га.	50га/ч	1.5дн.
6	Досъемка наземным методом (коммуникации, ИССО, дорожное полотно)	3 чел.	100 га.	0.5ч/га	6.5дн.
7	Вынос в натуру и закрепление трассы.	3 чел.	24 км	4ч/км	12дн.
Итого:					50дн.
Камеральные работы. Аэрофотосъемка с применением БПЛА					
1.	Уравнивание опорной геодезической сети	1чел.	14	0.9ч/п	1.5дн.
2	Уравнивание съемочной геодезической сети	1чел.	24 км (80точ.)	0.3ч/т	3дн.
3	Уравнивание сети опознавательных знаков	1 чел.	150 опозн	0.5 ч/оп	9.5 дн.
4	Обработка данных получения ортофотопланов и матрицы высот.	1 чел	6 полет.	20ч/полет	6дн.
5	Создание цифровой модели местности	1 чел	600 га	0.78ч/га	58.5дн.
6	Вариантное трассирование	1 чел	24км	1.6	5дн.
7	Построение продольного профиля	1 чел	24км	2	6дн.
Итого:					89.5дн.

Общие сроки выполнения работ, с применением БПЛА составили: 139.5 дней.

Сроки выполнения работ, выполненные традиционным наземным методом съемки

Таблица 2

№	Состав работ	Кол-во чел.	Объем работ	Трудозатраты	Сроки работ
Полевые работы. Наземный метод съемки.					
1	Рекогносцировка местности	3 чел.	24 км	1ч/км	3дн.
2	Создание опорной геодезической сети	3 чел.	14 п.	2.5ч/п	4.5дн.
3	Создание съемочной геодезической сети	3 чел.	24 км.	4.3ч/км	13дн.
4	Тахеометрическая съемка	3 чел.	600 га.	0.5ч/га	37.5дн.
5	Вынос в натуру и закрепление трассы.	3 чел.	24 км	4ч/км	12дн.
Итого:					70дн.
Камеральные работы. Наземный метод съемки.					
1.	Уравнивание опорной геодезической сети	1чел.	14	0.9ч/п	1.5дн.
2	Уравнивание съемочной геодезической сети	1чел.	24 км (80точ.)	0.3ч/т	3дн.
3	Создание цифровой модели местности	1чел.	600 га	0.88 ч/га	66 дн.

4	Вариантное трассирование	1 чел	24км	1.6	5дн.
5	Построение продольного профиля	1 чел	24км	2	6дн.
Итого:					81.5дн.

Общие сроки выполнения работ, наземным методом съемки, составили: 151.5 дней.

После сравнения сроков выполнения работ можно сделать вывод, что инженерно-геодезические изыскания, проведенные только наземными методами съемки по времени дольше (на 12 рабочих дней), чем с использованием в комплексе с аэрофотосъемкой. Если правильно выстроить процесс производства работ, то аэрофотосъемка с использованием БПЛА будет иметь еще большее преимущество, не только по скорости выполнения работ, но и значительно возрастет качество и содержательность топографических планов. Это существенно понизит процент брака, что исключит необходимость повторно выезжать на объект и производить доработку или устранять ошибки, допущенные при изысканиях, а это немалая экономия денежных средств для организации. Все это позволит вывести разработку проектов по строительству и реконструкции автомобильных дорог на новый уровень.

Библиографический список

1. ВСН208-89 «Инженерно-геодезические изыскания железных и автомобильных дорог» Москва 1990г.
2. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000 и 1: 500 Дата введения 1983-01-01
3. СНиП 11.02.96 «Инженерные изыскания для строительства»
4. СНиП 2.05.02-85 * «Автомобильные дороги»
5. Сайт производителя беспилотного летательного аппарата «GateWingX100»: www.gatewing.com
6. Материалы инженерно-геодезических изысканий выполненных ОАО «Иркутскгипродорнии»