

Научная статья
УДК 630.233

РАЗРАБОТКА ОРТОФОТОПЛАНОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРТОВ

Максим Игоревич Мамедов¹, Анна Владимировна Жернова²,
Сергей Александрович Чудинов³

^{1–3} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ mamedov_m18@mail.ru

² a.zhernova08@gmail.com

³ chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Крупномасштабная топографическая съемка считается одним из самых важных и востребованных видов работ в составе инженерно-геодезических изысканий, обновлении топографических карт и планов, составлении генеральных планов и рабочих чертежей. Один из основных способов получить качественные снимки и устранить проблемы, связанные с искажением изображений, – это создание ортофотоплана. Этот метод идеально подходит для точных карт. Ортофотоплан представляет собой карту местности высокого разрешения, сделанную с помощью БПЛА (беспилотный летательный аппарат). Такая карта «собрана» из множества аэроснимков, сделанных с заданной высоты, и сшита с помощью специального программного обеспечения.

Ключевые слова: разработка ортофотопланов местности, БПЛА, инженерно-геодезические изыскания

Для цитирования: Мамедов М. И., Жернова А. В., Чудинов С. А. Разработка ортофотопланов автомобильных дорог с помощью беспилотных летательных аппаратов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 764–769.

Original article

DEVELOPMENT OF ORTHOPHOTOPLANES OF HIGHWAYS USING UNMANNED AERIAL VEHICLES

Maxim I. Mamedov¹, Anna V. Zhernova², Sergey A. Chudinov³

^{1–3} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹mamedov_m18@mail.ru

²a.zhernova08@gmail.com

³chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. Large-scale topographic survey is considered one of the most important and popular types of work as part of engineering and geodetic surveys, updating topographic maps and plans, drawing up master plans and working drawings. One of the main ways to get high-quality images and eliminate problems associated with image distortion is to create an orthophotoplane. This method is ideal for accurate maps. The orthophotoplane is a high-resolution terrain map made with the help of a UAV (Unmanned aerial vehicle). Such a map is "assembled" from a variety of aerial photographs taken from a given height and stitched using special software.

Keywords: development of orthophotoplanes of the terrain, UAV, engineering and geodetic surveys

For citation: Mamedov M. I., Zhernova A. V., Chudinov S. A. (2025). Razrabotka ortofotoplanov avtomobil'nyh dorog s pomoshch'yu bespilotnyh letatel'nyh apparatov [Development of orthophotoplanes of highways using unmanned aerial vehicles]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 764–769. (In Russ).

В настоящее время БПЛА применяют в геодезических изысканиях при строительных работах, для создания кадастровых проектов промышленных объектов, автотранспортной инфраструктуры, населенных пунктов, в маркшейдерском деле для определения габаритов высоких выработок и отвалов, для генерации карт, планов и 3D-модификаций жилых массивов и компаний. Помимо этого, ортофотопланы могут использоваться как фундамент для организации мероприятий по оптимизации трафика автотранспорта.

Аэрофотосъемка производится в пределах установленного задания и отвечает требованиям, заранее определенным проектом полета. Вид фотосъемки (или видеосъемки) — является она запланированной или на перспективу — выбирается исходя из цели, определенной проведением работ и данными техническими характеристиками, которые могут оказать влияние на процесс создания ортофотопланов [1].

Алгоритм создания ортофото:

- 1) организация маршрутного листа по заданию;
- 2) создание обоснования для съемки;
- 3) выполнение воздушной программы и производство фото по заданию;
- 4) обработка и предоставление готового продукта.

Маршрут БПЛА и координаты для фотосъемки требуется назначить на этапе подготовки к полету. Маршруты для аэрофотосъемки можно формировать автоматически с использованием специализированного программного обеспечения DroneDeploy (рис. 1).

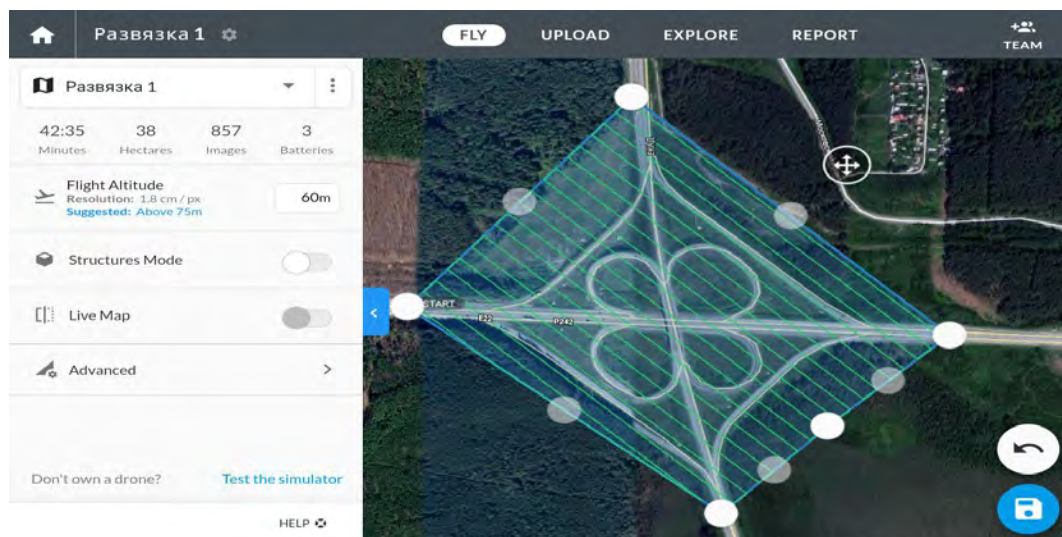


Рис. 1. Формирование воздушного маршрута БПЛА в приложении DroneDeploy

Фотографии должны соответствовать следующим требованиям:

- четкое определение границ объектов и особенностей ландшафта;
- ясное выделение идентификационных знаков и их центров;
- наличие пересекающихся снимков. Для их корректного объединения требуется делать с перекрытием (рис. 2).



Рис. 2. Автотранспортная дорожная развязка из кадров с перекрытием

Данные, полученные в результате обработки аэрофотоснимков, позволяют создавать ортофотопланы для заданных территорий с установленным масштабом. Эти планы привязываются к конкретным задачам и системе координат.

Программы RasterDisign; MapInfo; AutoCAD дают возможность производить обработку снимков. Agisoft Metashape Professional или Agisoft Photoscan на данном моменте времени являются программным обеспечением для самого продуктивного процесса обработки фотоснимков (рис. 3).

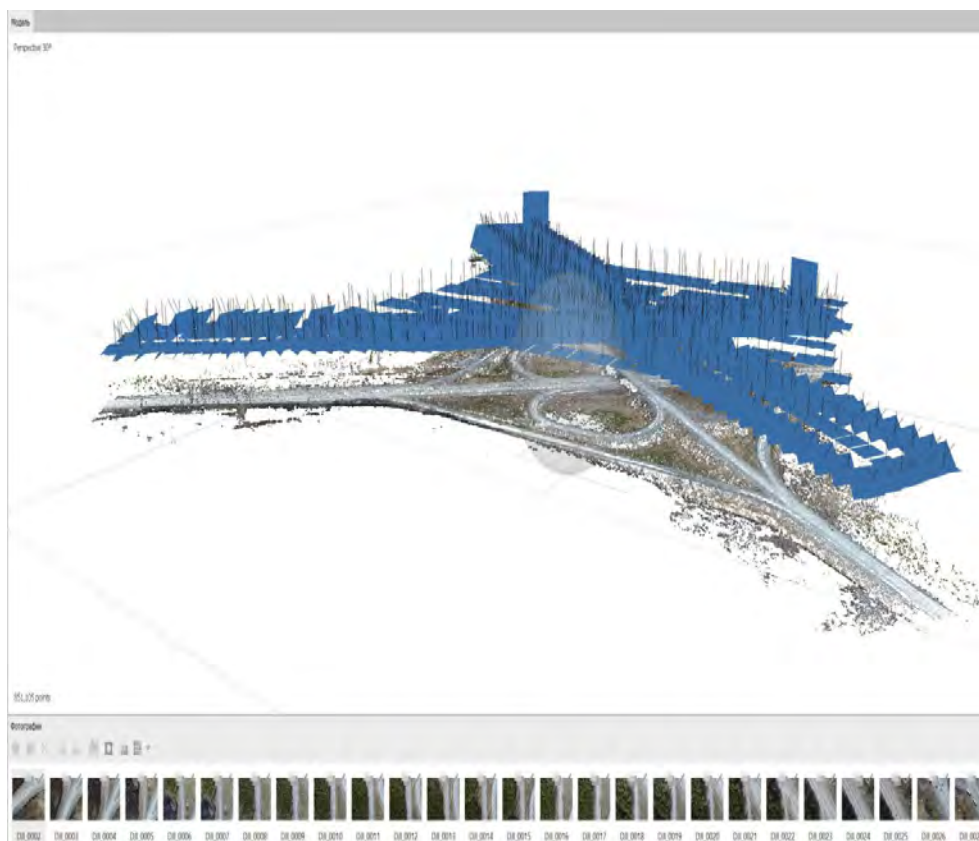


Рис. 3. Обработка фотографий выравниванием

С применением технологий обработки растровых изображений для достижения определенных нужд изображения с БПЛА должны пройти корректировку по яркости, контрастности и цветопередаче [2].

Видимые центры опознаков в заданной системе координат позволяют произвести привязку фотоснимков. Процесс привязки происходит следующим образом:

- преобразование снимка по линейным параметрам;
- преобразование снимка по угловым параметрам;
- добавление геоинформационных данных.

Современные программы, такие как Agisoft Photoscan, позволяют автоматизировать процессы совмещения и создания ортофотопланов (рис. 4).

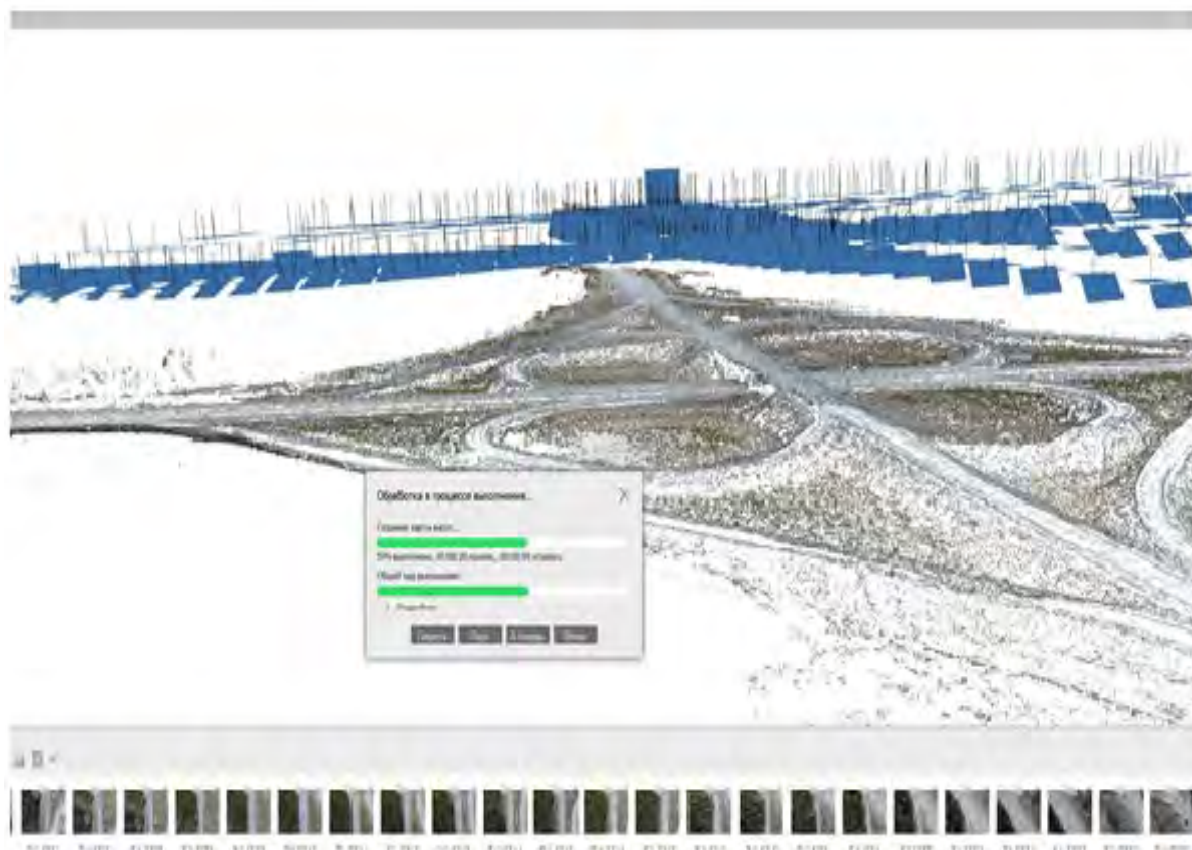


Рис. 4. Генерация массы точек

Обработка материалов аэрофотосъемки позволяет произвести ортофотоплан (рис. 5) и массы точек. Появляется возможность данную массу точек использовать для создания цифровой модели местности с использованием таких программных ресурсов, как Civil 3D (Autodesk), Robur и Credo.



Рис. 5. Ортофотоплан транспортной развязки

Эффективность использования ортофотопланов, созданных с помощью БПЛА, заключается в следующем.

1. Экономичность. Метод получения аэрофотосъемок с применением БПЛА является в сравнении с другими способами наиболее рациональным с экономической точки зрения.

2. Повышенная степень точности. Оборудование беспилотных летательных аппаратов высокоточными GPS-ресиверами в сочетании с контрольными опознавательными знаками позволяет определить координаты центра изображения (точек на местности) и фактическую площадь объекта.

3. Автоматизация. Множество процессов автоматизировано при использовании программного обеспечения, что исключает человеческий фактор в неточностях и ошибках.

4. Процесс производства не подвержен влиянию сезонных изменений или климатических условий на месте съемки, за исключением дождевых осадков и густого тумана.

Список источников

1. Чудинов С. А., Шаров А. Ю. Инженерная геодезия и инженерно-геодезическое сопровождение строительства автомобильных дорог : учебник. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023, 211 с. ISBN 978-5-94984-875-3.

2. Инновационные технологии транспортного освоения лесосырьевых баз и строительства автомобильных дорог общего пользования : монография / С. А. Чудинов, В. Н. Дмитриев, Е. Н. Халилова, Р. Д. Черняк ; Уральский государственный лесотехнический университет. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. 181 с. ISBN 978-5-94984-912-5.