

## Использование данных цифровых инженерно-топографических планов на территории строительной площадки

*В. Г. Сальников<sup>1\*</sup>, А. С. Горилько<sup>2</sup>, А. М. Астапов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Общество с ограниченной ответственностью «Метрика-Групп», г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: salnikov@ssga.ru

**Аннотация.** На сегодняшний день строительство и реконструкция зданий и сооружений осуществляется целым рядом различных строительных организаций. Как правило, одна организация является заказчиком, объявляет конкурс на строительные-монтажные работы, далее по итогам выигрывает одна или несколько подрядных организаций и приступают к выполнению работ согласно техническому заданию. Подрядные организации, в свою очередь, могут участвовать на одних и тех же видах работ, а также на разных этапах. В зависимости от уровня и технической грамотности специалистов в подрядных организациях, очень часто приходится сталкиваться с производственными проблемами в исполнении технического задания и соблюдении проекта на различные виды выполняемых работ, к которым относятся: ошибки выполнения работ (не соблюдение проектных данных или значений), скрытые дефекты, работы, выполненные не в полном объеме и т. д. В связи с вышесказанным, требуется наличие контрольных геодезических съемок, исполнительных материалов на каждом этапе и в течение всего времени строительства сооружения, а также в период его дальнейшей эксплуатации. Из-за этого возникает необходимость в создании базы данных цифровых инженерно-топографических планов на территории всей строительной площадки. Имея такую базу данных, при возникновении любой спорной ситуации между заказчиком и исполнителями или контролирующей организацией заказчика, можно детально восстановить каждый этап жизненного цикла строящегося сооружения. В статье описана концепция базы данных, используемая при строительстве станции метро Спортивная.

**Ключевые слова:** ЦИТП, топографический план, топографическая съемка, строительная площадка, БПЛА

## Use of data from digital engineering and topographic plans on the territory of the construction site

*V. G. Salnikov<sup>1\*</sup>, A. S. Goril'ko<sup>2</sup>, A. M. Astapov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Limited Liability Company «Metrika-Grupp», Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: salnikov@ssga.ru

**Abstract.** To date, the construction and reconstruction of buildings and structures is carried out by a number of different construction organizations. As a rule, one organization is the customer, announces a tender for construction and installation work, then one or more contracting organizations win as a result and begin to perform work according to the terms of reference. Contractors, in turn, can participate in the same types of work, as well as at different stages. Depending on the level and technical competence of specialists in contracting organizations, it is very often necessary to face

production problems in the execution of the technical assignment and compliance with the project for various types of work performed, which include: work performed with errors (non-compliance with design data or values), hidden defects, work not performed in full, etc. In connection with the above, it is required to have control geodetic surveys, executive materials at each stage and throughout the construction of the structure, as well as during its further operation. Because of this, there is a need to create a database of digital engineering and topographic plans on the territory of the entire construction site. Having such a database, in the event of any dispute between the customer and the executors or the controlling organization of the customer, it is possible to restore in detail each stage of the life cycle of the structure under construction.

**Keywords:** TSITP, topographic plan, topographic survey, construction site, UAV

### *Методика создания базы данных цифровых инженерно-топографических планов*

При строительстве станции метро Спортивная участвовало множество подрядных организаций, за которыми требовался постоянный и объективный контроль, так как и возникали случаи не качественного выполнения работ.

Для решения данной задачи авторами статьи предлагается в качестве цифровых инженерно-топографических планов использовать данные, полученные с беспилотных летательных аппаратов – квадрокоптеров, а именно ортофотопланы, фотоснимки и цифровые модели. Главное достоинство вышеперечисленных материалов – их дешевизна, скорость получения результатов, возможность использования в любой базе данных при помощи гиперссылок, малый объем файлов (за исключением цифровой модели), отсутствие субъективного фактора, а также достоверность полученных материалов [6, 7, 8].

Учитывая вышеперечисленные достоинства, геодезический контроль можно комплексно выполнять по окончании каждого этапа строительства, в течение всего жизненного цикла возводимого сооружения. Рассмотрим пример создания базы данных инженерно-топографических планов на основе строительства пешеходной галереи, расположенной в г. Новосибирске.

Съемка с квадрокоптера выполнялась в марте, июле и октябре на различных этапах строительства. Работы преимущественно осуществлялись квадрокоптером DJI Mavic Mini 2 (рис. 1).



Рис. 1. DJI Mavic Mini 2

Так как на объекте отсутствовала сеть долговременных опознаков, то каждый раз перед началом съемки приходилось создавать новую сеть опознаков. В качестве опознака выступала пластиковая цветная тарелка, закрепленная деревянными кольшками. Опознаки координировались спутниковым методом, а контрольные точки на самой галерее определялись с помощью тахеометра [1, 2, 3]. Далее производился набор снимков всей строительной площадки, а также фотографирование отдельных элементов или сооружений по просьбе заказчика. После этого производилась обработка в Agisoft Metashape [4, 5].

В результате измерений получались следующие геодезические данные: цифровые модели, ортофотоплан, а также отдельные снимки с известным масштабом, сориентированные в единой системе координат.

Ортофотоплан, полученный в марте, приведен на рис. 2

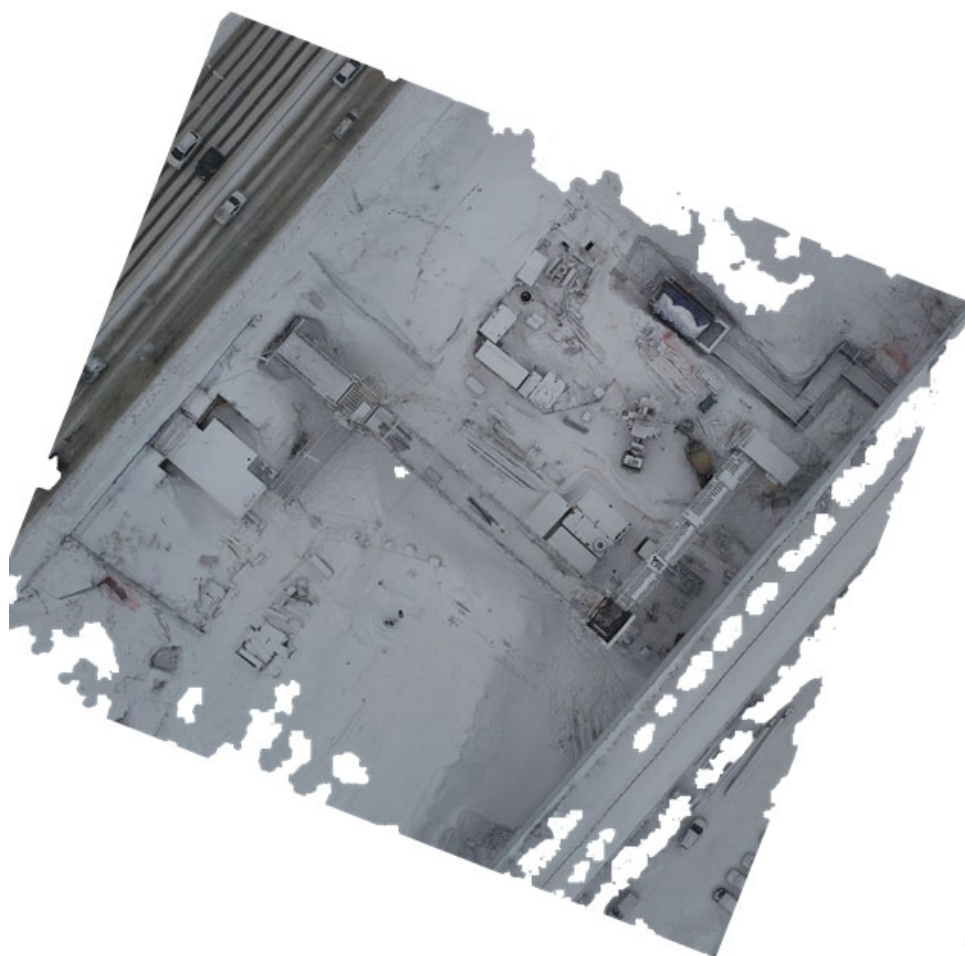


Рис. 2. Ортофотоплан строительной площадки, март

Полученные данные при помощи гиперссылок добавлялись к генеральному плану и исполнительным чертежам. По аналогии были выполнены измерения в июле (рис. 3) и октябре (рис. 4). Основным отличием в процессе работы было наличие закоординированных контрольных точек, расположенных на отдельных элементах конструкции галереи [6, 7, 8].



Рис. 3. Ортофотоплан строительной площадки, июль



Рис. 4. Ортофотоплан строительной площадки, октябрь

Все ортофотопланы получены с точностью масштаба 1:500. Фотографические материалы регулярно выдавались в качестве сопроводительной документа-

ции подрядчикам. Эти данные также использовались в качестве элементов визуализации в цифровых инженерно-топографических планах, что значительно улучшало восприятие информации не квалифицированными рабочими [5, 6, 8].

На основании полученных материалов были выявлены следующие ошибки в процессе возведения пешеходной галереи:

- автомобильный проезд под галереей был выполнен ниже проектной отметки;
- утеплитель на коллекторе (рис. 5) не соответствует техническому заданию.



Рис. 5. Снимок коллектора

### *Заключение*

Наличие БПЛА на территории строительной площадки позволяет осуществлять постоянный контроль на каждом этапе жизненного цикла возводимого или реконструируемого сооружения. С помощью фотофиксации и построения визуальных моделей производится контроль за правильностью выполнения работ подрядными организациями. Фотограмметрические материалы значительно улучшают восприятие информации неквалифицированными кадрами. Наличие базы данных фотографических материалов позволит оперативно определять ответственных за неисправности в течение всего срока эксплуатации сооружения. Применяя базу данных, заказчик может производить визуальный контроль, не находясь на объекте.

При создании базы данных с применением описанной методики, рекомендуется заказчикам на постоянной основе закладывать долговременные опознаки и контрольные точки, на объектах где требуется регулярный контроль.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция. СНиП 11-02-96. – Введ. 2013-07-01. – М. : 2012. – 35 с.
2. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. – Введ. 2017-07-01. – М. : 2016. – 46 с.
3. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. – Введ. 1998-01-01. – М. : Геострой России, 1997. – 38 с.
4. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. – Введ. 2002-03-01. – М. : ЦНИИГА и К, 2002. – 54 с.
5. ГКИНП (ГНТА)-02-033-82. Инструкция по топографической съемке масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – Введ. 1983-01-01. – М. : Недра, 1989. – 21 с.
6. Украинко В. М., Уставич Г. А., Сучков О. П., Созыкин С. И. Автоматизация инженерно-геодезических измерений // методические указания. – Новосибирск : НИИГАиК, 1985. – 34 с.
7. Хлебникова Т. А., Опритова О. А. Экспериментальные исследования точности построения плотной цифровой модели по материалам беспилотной авиационной системы // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 119-127.
8. Хлебникова Т. А., Горилько А. С., Астапов А. М. Разработка методики создания цифровых инженерно-топографических планов с использованием материалов съемки беспилотной авиационной системы на малых высотах // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Междунар. науч. конгр. : «Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 8 т. Т. 1. (Новосибирск, 19-21 мая 2021 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – С. 57-63.

© В. Г. Сальников, А. С. Горилько, А. М. Астапов, 2022