

CITATION FOR AN ARTICLE

Magdeev A.Sh., Levikov A.V. Improving the efficiency of parking space organization through the introduction of multi-level parking lots on the example of the city of Tver // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2024. No. 3 (23), pp. 20–26.

УДК 621.373.8:69

**ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ
В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

Ю.Н. Москвина, А.В. Крутских

Тверской государственный технический университет (г. Тверь)

© Москвина Ю.Н., Крутских А.В., 2024

Аннотация. В статье отмечено, что инновационной технологией получения информации об объекте строительства является наземное лазерное сканирование (НЛС). Указано, что метод позволяет сформировать данные для создания 3D-моделей, повысить качество строительной продукции на всех этапах ее создания, снизить производственные издержки и сократить сроки строительства. Рассмотрены особенности применения НЛС в строительстве, его преимущества и недостатки.

Ключевые слова: строительство, лазер, лазерные технологии, наземное лазерное сканирование.

DOI: 10.46573/2658-7459-2024-3-26-30

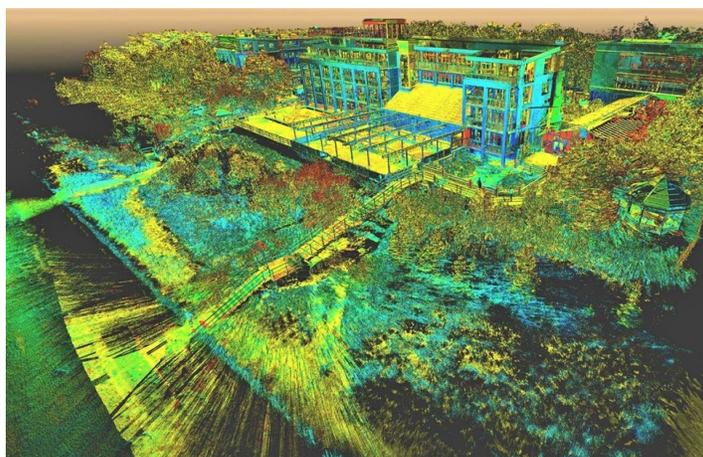
Разработка инновационных инструментов, в том числе с использованием лазера, связана с необходимостью совершенствования организационно-технологического уровня строительного производства, получением высокоточных геодезических измерений, развитием системы информационного моделирования строительных объектов, а также с рядом других аспектов.

Создание строительной продукции включает несколько этапов, на каждом из которых формируется и обрабатывается большое количество организационно-технической информации. В реализации проектов принимает участие большое количество организаций, деятельность и результаты работы которых должны быть увязаны между собой. Ошибки, допущенные в проектной документации и обнаруженные в ходе строительства, в дальнейшем приводят к увеличению сроков строительства и серьезным финансовым издержкам [1].

Значительно повысить эффективность строительства, сократить сроки, снизить производственные затраты позволяют информационные цифровые модели, а универсальным методом получения данных для моделирования объемных величин объекта является лазерное сканирование (ЛС) [2].

Принцип ЛС заключается в определении времени прохождения лазерного луча от излучателя до отражающей поверхности и обратно до приемника. Путем деления этого времени на скорость распространения лазерного луча устанавливается расстояние до объекта. Сканер состоит из лазерного дальномера, адаптированного для работы с высокой частотой, и блока лазерного луча. В качестве блока в сканере выступает сервопривод, а также зеркало либо призма. Во время работы для каждой сканируемой точки определяются три пространственные координаты, которые записываются в виде массива данных.

Кроме того, в состав современной сканирующей системы, наряду с самим лазерным сканером, также могут входить цифровые камеры, тепловизор и другие сенсоры, позволяющие проводить комплексное обследование для выполнения узкоспециализированных задач (рисунок).



Лазерное сканирование в системе LiDAR

Системы ЛС могут закрепляться неподвижно (наземный сканер), базироваться на транспортном средстве (мобильный) или устанавливаться на различные летательные аппараты (воздушный).

Выбор метода ЛС зависит от целей и особенностей объекта.

Наземное лазерное сканирование (НЛС) применяется для проведения топографической съемки сравнительно небольших объектов, отдельных зданий, высокоточных замеров, для формирования трехмерных моделей помещений, инженерных сооружений. Получение данных ведется дистанционно, что дает возможность производить работы в труднодоступных местах и обеспечивает их безопасность [3]. Данный метод позволяет выполнить съемку снаружи и внутри зданий.

Для сканирования больших площадных и протяженных линейных объектов используют метод воздушного ЛС, который обеспечивает данными об элементах объектов, измерение которых невозможно с помощью НЛС. Такой способ позволяет быстро и качественно снимать наклонно-горизонтальные поверхности площадных объектов, но фронтальные поверхности объектов снимаются значительно хуже [4].

Для линейно-протяженных объектов (а также в случае наличия беспилотных зон и отсутствия возможности использовать воздушный сканер) топографические данные получают методом мобильного ЛС. Съемку объектов проводят по направлению движения

транспортного средства. На производительность и качество работ влияет число помех по ходу движения сканера, а некоторые участки приходится снимать несколько раз.

В настоящее время НЛС является наиболее быстрым, точным и высокопроизводительным способом получения самой полной пространственной информации об объекте капитального строительства [5]. Применение этого метода началось в области реконструкции памятников архитектуры. Таким объектам свойственно наличие сложных элементов, которые невозможно представить набором простых геометрических примитивов [6].

В области архитектурного проектирования и реставрации ЛС применяется для создания 3D-моделей объектов с высокой степенью детализации, что в значительной степени упрощает процесс анализа состояния зданий и инфраструктуры, способствует более точному планированию строительных работ и работ по реконструкции. Кроме того, применение данной технологии позволяет на основе данных съемки проводить модернизацию объектов, создавать координацию между проектами и оптимизировать рабочие процессы [6].

В ходе строительства НЛС дает возможность получать оперативную информацию о геометрических характеристиках объекта и об осуществлении контрольных процедур, вести исполнительную съемку, определять объемы выполненных работ, своевременно выявлять отклонения от проектных данных и устранять их. Контроль исполнения проекта происходит автоматически путем загрузки данных ЛС в проектную среду [7].

Применение ЛС имеет и ряд недостатков. На качество и возможность съемки влияют условия проведения работ и геодезическая привязка сканера.

В ряде случаев сканирование не всегда экономически обосновано. Важной альтернативой для узконаправленных задач является использование традиционных инструментов геодезии, таких как тахеометры и нивелиры [8]. Высокая стоимость лазерных сканеров, программного обеспечения и необходимый требуемый уровень специалистов ограничивают применение ЛС. Из-за особенностей отражения лазерного пучка от стекла в некоторых случаях отсутствует возможность сканирования остекленных конструкций и фасадов [9]. Сканер с высоким уровнем мощности дает большее количество ошибочных измерений при сканировании неоднородных по текстуре и форме объектов, находящихся на небольшом расстоянии от него [10].

Лазерные технологии находят все более широкое применение в строительной отрасли. С их помощью можно проводить точные измерения объектов, создавать цифровые модели, делая строительство более эффективным. Активное использование лазерных технологий в сфере строительства открывает новые горизонты для инновационных подходов и оптимизации процессов. С каждым годом эта область продолжает активно развиваться, и будущее определяют те компании, которые могут результативно использовать лазерное оборудование в рабочих процессах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ященко С.О., Сабитова Т.А., Карпова О.И., Соболева Е.Д., Соболев Д.А. Лазерные технологии в строительной отрасли: преимущества и недостатки // *Инженерный вестник Дона*. 2023. № 6. URL: <http://hivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8469> (дата обращения: 10.08.2024).

2. Хашпакянц Н.О., Грибкова И.С. Применение лазерного сканирования в землеустройстве и кадастрах. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30683349> (дата обращения: 10.08.2024).
3. Виды лазерного сканирования. URL: <https://geo-moon.ru/kazan/blog/vidyi-lazernogo-skanirovaniya> (дата обращения: 15.08.2024).
4. Семькин В. Воздушное, мобильное и наземное лазерное сканирование. URL: <https://acropol-geo.ru/o-texnologii/64-vozdushnoe,-mobilnoe-i-nazemnoe-lazernoe-skanirovanie> (дата обращения: 15.08.2024).
5. Гура Т.А., Сидеропуло Г.Р. Востребованность лазерного сканирования в процессе строительства и эксплуатации объектов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vostrebovanost-lazernogo-skanirovaniya-v-protseesse-stroitelstva-i-ekspluatatsii-obektov?ysclid=m19bsduqnm467797317> (дата обращения: 18.08.2024).
6. Богданов А.Н., Алешутин И.А. Наземное лазерное сканирование в строительстве и BIM-технологиях. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nazemnoe-lazernoe-skanirovanie-v-stroitelstve-i-vim-tehnologiyah?ysclid=m1ayv7wnbf965664001> (дата обращения: 19.08.2024).
7. Лазерное сканирование в интересах авторского надзора и контроля строительства. URL: <https://acropol-geo.ru/o-texnologii/119-kontrol-stroitelstva> (дата обращения: 21.09.2024).
8. Богданов А.Н., Листратов Я.А. Строительный контроль методом наземного лазерного сканирования // *Известия КазГАСУ*. 2019. № 4 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stroitelnyu-kontrol-metodom-nazemnogo-lazernogo-skanirovaniya> (дата обращения: 21.09.2024).
9. Кошанулы К.Е. Возможность, преимущества и недостатки наземного лазерного сканирования. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-preimuschestva-i-nedostatki-nazemnogo-lazernogo-skanirovaniya> (дата обращения: 21.09.2024).
10. Алтынцев А.М., Каркокли Х. Методика автоматизированной фильтрации данных мобильного лазерного сканирования. URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1727166845&tld=ru&lang=ru&name=2021_3.5-19.pdf. (дата обращения: 21.09.2024).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

МОСКВИНА Юлия Николаевна – кандидат философских наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: julim@yandex.ru
КРУТСКИХ Андрей Викторович – старший преподаватель кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: mister.krutskih@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Москвина Ю.Н., Крутских А.В. Применение наземного лазерного сканирования в строительной отрасли // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2024. № 3 (23). С. 26–30.

**APPLICATION OF GROUND-BASED LASER SCANNING
IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

Yu.N. Moskvina, A.V. Krutskikh
Tver State Technical University (Tver)

Abstract. The article notes that ground-based laser scanning (GLS) is an innovative technology for obtaining information about the construction site. It is indicated that the method allows you to generate data for creating 3D models, improve the quality of construction products at all stages of its creation, reduce production costs and shorten construction time. The features of the use of GLS in construction, its advantages and disadvantages are considered.

Keywords: construction, laser, laser technologies, ground-based laser scanning.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

MOSKVINA Yulia Nikolaevna – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: julim@yandex.ru

KRUTSKIKH Andrey Viktorovich – Senior Lecturer at the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: mister.krutskih@mail.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Moskvina Yu.N., Krutskikh A.V. Application of ground-based laser scanning in the construction industry // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2024. No. 3 (23), pp. 26–30.

УДК 691-462; 691.714.018.8; 691-404

УСИЛЕНИЕ БАЛКИ ГИДРАВЛИКОЙ

В.Д. Павлов

Владимирский электромеханический завод (г. Владимир)

© Павлов В.Д., 2024

Аннотация. В статье исследованы вопросы повышения несущей способности трубчатых балок. Отмечено, что трубчатая балка с жидким наполнителем (гидравлическая балка) представляет собой заглушенную с обоих концов круглую трубу, полностью заполненную жидкостью; при нагружении гидравлической балки ее боковая поверхность может деформироваться, следовательно, внутренний объем трубы может уменьшаться, однако, поскольку жидкость несжимаема, она не допускает уменьшения объема, что препятствует деформации трубы. Указано, что в гидравлической балке вся нагрузка благодаря жидкости относительно равномерно распределяется по всей внутренней поверхности балки. Сделан вывод, что полости соседних гидравлических балок в силовой