

Научная статья

Original article

УДК 528.5

doi: 10.55186/2413046X\_2024\_9\_6\_311

**СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**  
**MODERN LASER SCANNING CAPABILITIES**



**Савченко Юрий Михайлович**, ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, Краснодар, [urijsavcenko7@gmail.com](mailto:urijsavcenko7@gmail.com).

**Турк Геннадий Гиссович**, кандидат технических наук, доцент кафедры геодезии, ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, Краснодар

**Savchenko Yury Mikhailovich**, FGBOU «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Russia, Krasnodar, [urijsavcenko7@gmail.com](mailto:urijsavcenko7@gmail.com).

**Turk Gennady Gissoovich**, candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy, FGBOU «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Russia, Krasnodar

**Аннотация.** В современной геодезии большой акцент делается на современные цифровые технологии сбора и обработки данных, презентационный максимум которых возможен только в цифровом виде. В статье представлен обзор современных методов и технологий использования лазеров для захвата трехмерных данных объектов; рассмотрены основные принципы работы лазерных сканеров, их компоненты, а также области и методы применения данной технологии. Описаны преимущества применения лазерного сканирования в осуществлении работ, перспективы его развития в будущем.

**Abstract.** In modern geodesy, great emphasis is placed on modern digital technologies for data collection and processing, the maximum presentation of which is possible only in digital form. The article provides an overview of modern methods and technologies for using lasers to capture three-dimensional object data; the basic principles of laser scanners, their components, as well as areas and methods of application of this technology are considered. The advantages of using laser scanning in the implementation of work and the prospects for its development in the future are described.

**Ключевые слова:** сканирование, лазерное излучение, точность, эффективность, 3D-модель

**Key words:** scanning, laser radiation, accuracy, efficiency, 3D model

### **Введение**

В современном мире существует огромное количество совершенных новейших систем и оборудования, которые позволяют решать задачи в области землеустройства, позволяют проводить исследования и съемки территорий с высоты птичьего полета, из космоса, а также с различного движущегося транспорта. Данной технологией является лазерное сканирование. Лазерное сканирование – метод получения точной трехмерной модели объекта или местности с использованием лазерного излучения – нашло широкое применение в различных отраслях: геодезии, архитектуре, промышленном производстве и других областях.

Данная инновационная технология нашла широкое применение в геодезии благодаря высокой точности и эффективности [1]. Принцип работы заключается в излучении лазерного луча на объект и измерении времени, за которое отраженный луч возвращается к сканеру [2]. В результате формируется набор точек поверхности объекта с координатами («облако точек»). Эти данные позволяют создать точные 3D-модели объектов с высокой степенью детализации, фиксируя их форму, размеры и текстуру, а

также полученная информация может быть представлена в виде плоского чертежа или поверхности [3].

### **Преимущества лазерного сканирования**

- 1) Одним из основных преимуществ лазерного сканирования является его высокая точность, которая не уступает точности наземной геодезии и гораздо выше точности аэрофотосъемки [4].
- 2) Координаты точек поверхности объекта измеряются с очень высокой скоростью, при этом, сразу формируется обработанный результат данных [5].
- 3) Способность работать с объектами различных размеров и форм (открывается возможность отсканировать провода и мелкие висячие конструкции, абсолютно недоступные для классических методов) [2]. Благодаря широкому выбору лазерных сканеров, можно сканировать как небольшие предметы, так и большие территории, что делает эту технологию универсальной и многофункциональной [6].
- 4) Сканирование может быть выполнено различными методами: с воздуха, автомобиля, бригадой – при этом растительность, туман и время суток не являются значительным препятствием для проведения работ [3].
- 5) Съёмка и моделирование объектов отличаются более низкой стоимостью в сравнении с другими методами, а точность определения объемов работ и измерений объектов значительно сокращает издержки при строительстве [7].

### **Отрасли применения лазерного сканирования**

Лазерное сканирование распространено в геодезии и картографии. С его помощью возможно эффективно создавать точные цифровые модели местности [1].

В промышленности лазерное сканирование используется для контроля качества продукции, создания 3D-моделей деталей и машин, позволяя получать точные данные о размерах и форме объектов, существенно сокращая время на разработку новых изделий и улучшая качество производства [8].

В медицине используется для создания точных 3D-моделей человеческого тела, направленных на проектирование протезов, ортопедических конструкций и других медицинских устройств.

В археологии позволяет проводить детальное изучение археологических находок, создавать 3D-модели древних построек и артефактов, а также восстанавливать исторические памятники.

### **Применение лазерного сканирования в геодезии**

1. Топографическое картографирование: создание цифровых моделей местности и топографических карт; получение точных данных о рельефе, высотах, контурах и других характеристиках местности [9].
2. Инженерные изыскания: проводятся перед началом строительства объектов. С их помощью можно быстро получить данные о земельном участке, его характеристиках и особенностях, что помогает оптимизировать процесс проектирования и строительства [10].

А также осуществление контрольных измерений для проверки соответствия фактических размеров объекта проектным данным.

3. Мониторинг деформаций зданий, сооружений и горных массивов, предотвращая аварийные ситуации.

### **Методы лазерного сканирования**

- 1) Наземное лазерное сканирование (наземный LiDAR), предполагает использование стационарных сканеров, размещенных на штативах или транспортных средствах, для захвата трехмерных данных объектов и ландшафтов [8]. Широко используется в археологии, строительстве и криминалистика. Высоко ценится за детальность измерений и моделирования. (рис. 1)



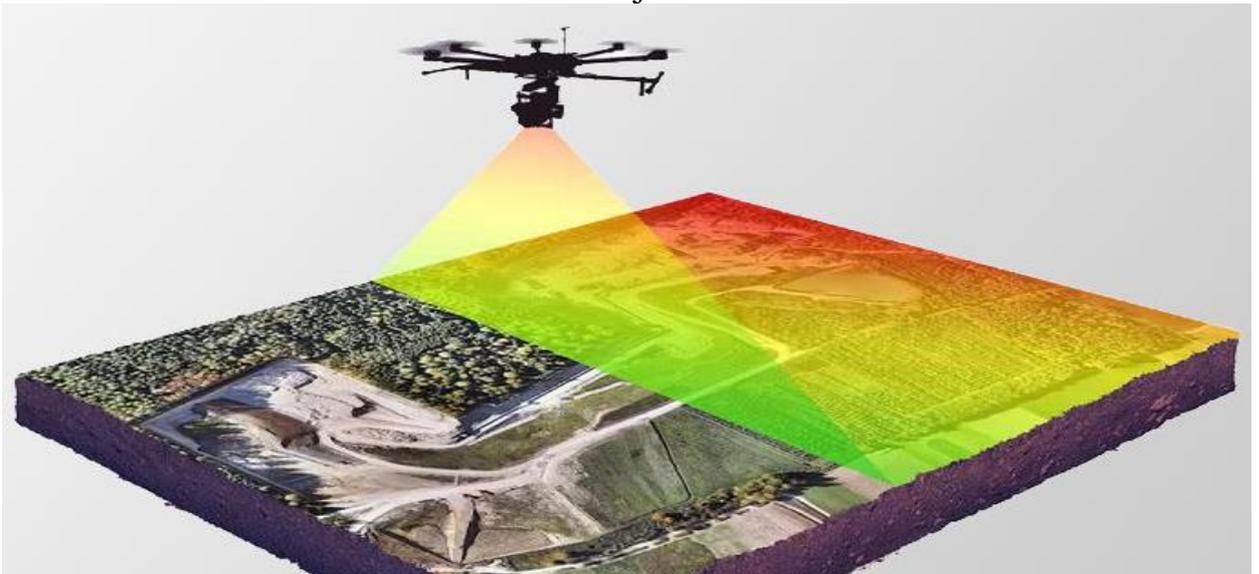
**Рисунок 1. Наземный лазерный сканер на штативе**

2) Мобильное лазерное сканирование предполагает установку сканеров на движущихся платформах (автомобили, лодки, дроны) для сбора данных на транспортных маршрутах или в труднодоступных местах. Применяется для городского планирования и паспортизации (инвентаризации) дорог [3]. Очень полезно в крупномасштабных картографических проектах. (рис. 2)



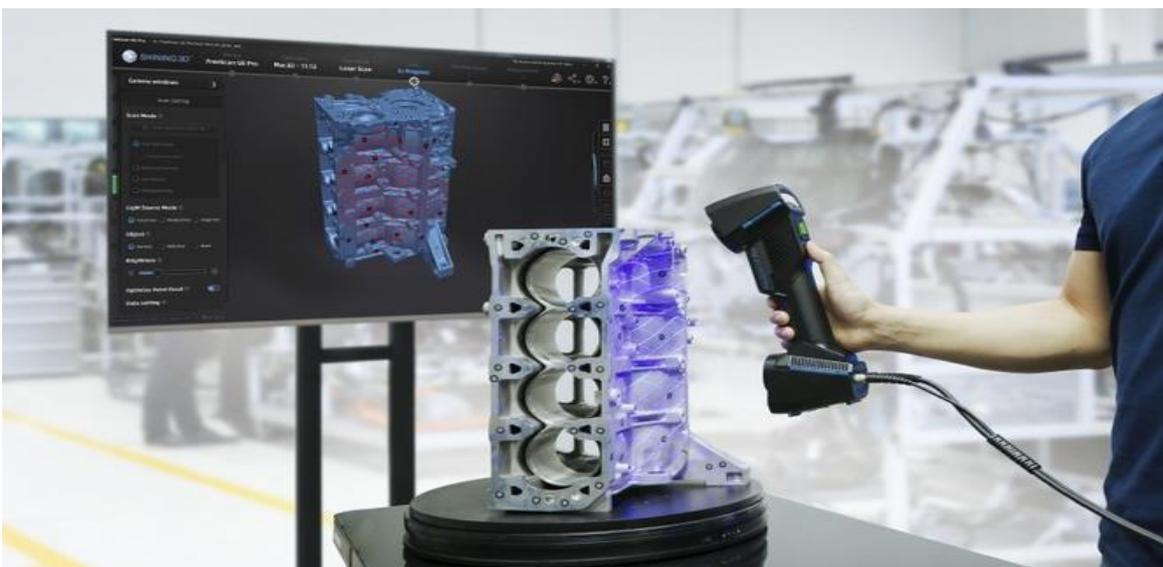
**Рисунок 2. Мобильный лазерный сканер на автомобиле**

3) Воздушное лазерное сканирование (LiDAR с воздуха) использует лазерные сканеры, установленные на самолетах или дронах, для получения топографических данных на больших территориях. Широко используется в картографии, управлении лесным хозяйством, моделировании стихийных бедствий. (рис. 3)



**Рисунок 3. Воздушное лазерное сканирование с использованием БПЛА**

4) Лазерное сканирование ближнего действия предполагает использование ручных сканеров или сканеров, установленных на штативе, для получения подробных трехмерных данных об объектах малого и среднего размера или внутренней обстановки помещений. Используется при сканировании объектов культурного наследия, промышленной инспекции, обратном проектировании и контроле качества. Отлично проявляет себя в захвате сложных деталей. (рис. 4)



**Рисунок 4. Использование ручного лазерного сканера**

### **Оборудование для лазерного сканирования**

Основные элементы оборудования:

1. Лазерный сканер: основное устройство, излучающее лазерный луч с целью измерения времени, за которое луч отражается от объекта обратно к сканеру, что позволяет определить расстояние до объекта и создать точки данных для построения 3D модели.
2. Датчики и оптика, которые обеспечивают точное направление лазерного луча и считывание отраженных сигналов.
3. Камера: некоторые системы содержат камеры для захвата цветных изображений объектов, что позволяет объединить данные о форме объекта с его текстурой.
4. Платформа или тренога: при стационарном сканировании применяются неподвижные основания для лазерных сканеров. Для мобильного сканирования используются подвижные платформы: автомобили, дроны и другие.
5. Навигационные системы: для мобильного сканирования необходимо применение ГНСС или инерциальных навигационных систем для определения положения и ориентации сканера в пространстве.
6. Программное обеспечение: для обработки и анализа данных, полученных при лазерном сканировании, требуется компьютер с соответствующим программным обеспечением для создания моделей из облаков точек.
7. Источник питания.

В зависимости от конкретных потребностей проекта и типа сканирования, могут использоваться различные модели и компоненты оборудования.

### **Заключение**

Применение технологии лазерного сканирования очень актуально на сегодняшний день, поскольку позволяет создавать качественную электронную картографическую основу высокого разрешения территорий для дальнейшего исследования земель. Лазерное сканирование обладает

широким спектром применения в различных областях; значительно упрощает работу геодезистов, обеспечивая высокую точность и эффективность при создании цифровых моделей объектов и местности.

С каждым годом осуществляется улучшение качества сканеров, сокращение времени обработки данных, развитие программного обеспечения, что способствует существенному расширению возможностей лазерного сканирования и областей его применения. Существенную роль в оптимизации рабочих процессов сыграет внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения, значительно автоматизируя процесс.

#### **Список источников**

1. Турк, Г. Г. Виды геодезических приборов и их применение в сельском хозяйстве / Г. Г. Турк, А. С. Блиновских, Р. В. Новоселов // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 86-8. – С. 26-28. – DOI 10.18411/trnio-06-2022-355. – EDN GCECVN.
2. Турк, Г. Г. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в геодезии / Г. Г. Турк, Н. К. Карачев // Вектор ГеоНаук. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 56-60. – DOI 10.24412/2619-0761-2023-2-56-60. – EDN ETATBS.
3. Солодунов, А. А. Глобальная навигационная спутниковая система / А. А. Солодунов, Ю. М. Савченко, А. А. Лымарь // Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции, Омск, 28–29 марта 2024 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2024. – С. 174-178. – EDN CXJXLK.
4. Турк, Г. Г. Теоретические основы проведения кадастровых работ с использованием беспилотных летательных аппаратов / Г. Г. Турк // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский

государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 338-340. – EDN EYLDQG.

5. Агапитова, Я. Д. Применение наземного и воздушного лазерного сканирования в геодезии / Я. Д. Агапитова, Г. Г. Турк // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8, № 8. – DOI 10.55186/2413046X\_2023\_8\_8\_371. – EDN XEYXRI.

6. Карачев, Н. К. Беспилотная съемка в геодезии / Н. К. Карачев, Г. Г. Турк // Цифровая трансформация сельского хозяйства и аграрного образования: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции, Краснодар, 29 февраля 2024 года. – Краснодар: Новация, 2024. – С. 198-203. – EDN FZBWSI.

7. Турк, Г. Г. Виды геодезических съёмок с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) / Г. Г. Турк, Н. К. Карачев // Вектор ГеоНаук. – 2024. – Т. 7, № 1. – С. 52-55. – DOI 10.24412/2619-0761-2024-1-52-55. – EDN SYRLPB.

8. Жарникова, А. А. Эффективность использования и область применения беспилотных летательных аппаратов / А. А. Жарникова, С. К. Пшидаток // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 75-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2019 год, Краснодар, 02–16 марта 2020 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 407-410. – EDN WBLZUX.

9. Подтелков, В. В. К вопросу хранения, переработки и утилизации производственных отходов предпринимательской деятельности крупных логистических центров на примере ЛЦ "Адыгея-2" / В. В. Подтелков, С. К. Пшидаток // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 11(100). – С. 952-955. – EDN YPFIOL.

10. Особенности устройства примыканий проектируемых проездов производственных предприятий к существующему благоустройству / В. В.

Подтелков, А. В. Прокопенко, Д. С. Зеленков, М. А. Пшидаток // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 10(106). – С. 553-562. – EDN ZJOAPF.

### References

1. Turk, G. G. Types of geodetic instruments and their application in agriculture / G. G. Turk, A. S. Blinovskikh, R. V. Novoselov // Trends in the development of science and education. – 2022. – No. 86-8. – pp. 26-28. – DOI 10.18411/trnio-06-2022-355. – EDN GCECVN.
2. Turk, G. G. Use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in geodesy / G. G. Turk, N. K. Karachev // Vector Geoscience. – 2023. – Т. 6, No. 2. – P. 56-60. – DOI 10.24412/2619-0761-2023-2-56-60. – EDN ETATBS.
3. Solodunov, A. A. Global navigation satellite system / A. A. Solodunov, Yu. M. Savchenko, A. A. Lyamar // Geodesy, land management and cadastres: problems and development prospects: Collection of scientific papers based on materials of the VI International scientific and practical conference, Omsk, March 28–29, 2024. – Omsk: Omsk State Agrarian University named after. P.A. Stolypina, 2024. – pp. 174-178. – EDN CXJXLK.
4. Turk, G. G. Theoretical foundations for carrying out cadastral work using unmanned aerial vehicles / G. G. Turk // Points of scientific growth: at the start of the decade of science and technology: Materials of the annual scientific and practical conference of teachers based on the results of research for 2022 ., Krasnodar, May 12, 2023. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, 2023. – pp. 338-340. – EDN EYLDQG.
5. Agapitova, Ya. D. Application of ground and air laser scanning in geodesy / Ya. D. Agapitova, G. G. Turk // Moscow Economic Journal. – 2023. – Т. 8, No. 8. – DOI 10.55186/2413046X\_2023\_8\_8\_371. – EDN XEYXRI.
6. Karachev, N. K. Unmanned survey in geodesy / N. K. Karachev, G. G. Turk // Digital transformation of agriculture and agricultural education: Collection of

materials of the I International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, February 29, 2024. – Krasnodar: Novation, 2024. – P. 198-203. – EDN FZBWSI.

7. Turk, G. G. Types of geodetic surveys using unmanned aerial vehicles (UAVs) / G. G. Turk, N. K. Karachev // Vector GeoScience. – 2024. – T. 7, No. 1. – P. 52-55. – DOI 10.24412/2619-0761-2024-1-52-55. – EDN SYRLPB.

8. Zharnikova, A. A. Efficiency of use and scope of unmanned aerial vehicles / A. A. Zharnikova, S. K. Pshidatok // Scientific support of the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 75th scientific and practical conference of students based on the results of research for 2019, Krasnodar, March 02–16, 2020 / Rep. for the release of A.G. Koshchaev. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, 2020. – pp. 407-410. – EDN WBLZUX.

9. Podtelkov, V.V. On the issue of storage, processing and disposal of industrial waste from the entrepreneurial activities of large logistics centers using the example of the LC "Adygea-2" / V.V. Podtelkov, S.K. Pshidatok // Economics and Entrepreneurship. – 2018. – No. 11(100). – pp. 952-955. – EDN YPFIOL.

10. Features of the arrangement of junctions of the designed driveways of industrial enterprises to the existing improvement / V. V. Podtelkov, A. V. Prokopenko, D. S. Zelenkov, M. A. Pshidatok // Engineering Bulletin of the Don. – 2023. – No. 10(106). – pp. 553-562. – EDN ZJOAPF.

© Савченко Ю.М., Турк Г.Г., 2024. *Московский экономический журнал*, 2024,

№ 6.