

УДК 528

## ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

### LASER SCANNING OF INDUSTRIAL OBJECTS

**Гура Татьяна Андреевна**

ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
t\_gura@mail.ru

**Иналов Тимур Романович**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
inalovinalov@mail.ru

**Заворотынская Виктория Владимировна**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
zavorotynskaya\_555@mail.ru

**Махинько Александра Сергеевна**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
aleksandra.maxinko@mail.ru

**Тхазеплова Дана Александровна**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
dinadanaalina58@mail.ru

**Тлапшонов Артур Темирланович**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
Tlapshokovarturdjan@mail.ru

**Аннотация.** В настоящее время достаточно сложно обходится без лазерного сканирования в промышленных объектах при выполнении инженерных обмеров, так как на объектах находится большое количество трубопроводов, металлоконструкций и прочих коммуникаций. С помощью лазерного сканирования мы можем точно зафиксировать в трехмерном пространстве геометрическое расположение всех видимых частей.

**Ключевые слова:** лазерное сканирование, геодезия, 3D моделирование.

**Gura Tatyana Andreevna**

Assistant to department of the inventory  
and geoengineering,  
Kuban state technological university  
t\_gura@mail.ru

**Inalov Timur Romanovich**

Student,  
Kuban state technological university  
inalovinalov@mail.ru

**Zavorotynskaya Viktoria Vladimirovna**

Student,  
Kuban state technological university  
zavorotynskaya\_555@mail.ru

**Makhinko Alexandra Sergeevna**

Student,  
Kuban state technological university  
aleksandra.maxinko@mail.ru

**Thazeplova Dana Alexandrovna**

Student,  
Kuban state technological university  
dinadanaalina58@mail.ru

**Tlapshokov Artur Temirlanovich**

Student,  
Kuban state technological university  
Tlapshokovarturdjan@mail.ru

**Annotation.** Currently, it is quite difficult to do without laser scanning in industrial facilities when performing engineering measurements, since there are a large number of pipelines, metal structures and other communications at the facilities. With the help of laser scanning, we can accurately fix in the three-dimensional space the geometric arrangement of all visible parts.

**Keywords:** Laser scanning, geodesy, 3D modeling.

Лазерное сканирование – это съёмочная система, измеряющая с высокой скоростью расстояния от сканера до поверхности объекта и регистрирующая соответствующие направления (вертикальные и горизонтальные углы) с последующим формированием трёхмерного изображения (скана) в виде облака точек [13].

Лазерное сканирование подразделяется:

- воздушное сканирование;
- наземное сканирование;
- мобильное сканирование.

Воздушное лазерное сканирование применяется для высокоточного картографирования линейных объектов в масштабе 1 : 500–1 : 5000 с воздушных носителей. В основном применяется при инженерных изысканиях на инфраструктурных объектах, мониторинга объектов любого характера [1, 7].

Наземное сканирование является самым оперативным средством получения точной информации о пространственном объекте: промышленном сооружении и промышленной площадке, смонтированном технологическом оборудовании [5].

Мобильное лазерное сканирование – съемка выполняется с наземного или водного носителя в непрерывном режиме. Технология применяется для массивированного картографирования и 3D-моделирования линейных инфраструктурных объектов [3].

Практически на всех этапах строительства применимо лазерное сканирование. Применение лазерных сканирующих объектов значительно упрощают работу по созданию точной 3D-модели существующего объекта. Традиционные наземные сканирующие системы обеспечивают скорость сканирования до 500 метров в секунду при максимальной дальности сканирования до 300 м.

Как правило, с одной стоянки сканера недостаточно сканирования сложных объектов съемки, поэтому делается несколько стоянок. После получения сканов со всех стоянок, данные сводятся в единую систему координат с использованием специальных связующих марок, координаты которых определяются с помощью электронных тахеометров [9].

После получения всех данных производится камеральная обработка данных сканирования, в которой используется программный комплекс ScanIMAGER или Leica-Cyclone [8].

На этапе строительства предпроектного обследования лазерного сканирования используются для получения цифровой модели местности (ЦММ), окружающей обстановки, цифровой модели рельефа (ЦМР). Это необходимо для согласований и организаций инфраструктуры строительной площадки [6].

После ввода промышленного объекта в эксплуатацию проводится съемка основных элементов объекта. Производится выявление и оценка возможных напряженных состояний и деформаций элементов объекта [11, 15].

На этапе эксплуатации проводятся мониторинговые работы. Мониторинг достигается сравнением и анализом измерительных данных от съемок предыдущих периодов освидетельствования [17].

После локального ремонта и реконструкции объекта необходимо производить исполнительную съемку участка произведенных работ, для того чтобы зафиксировать обновленное исходное состояние промышленного объекта. При ликвидации объекта также создается проект данного процесса [4, 12].

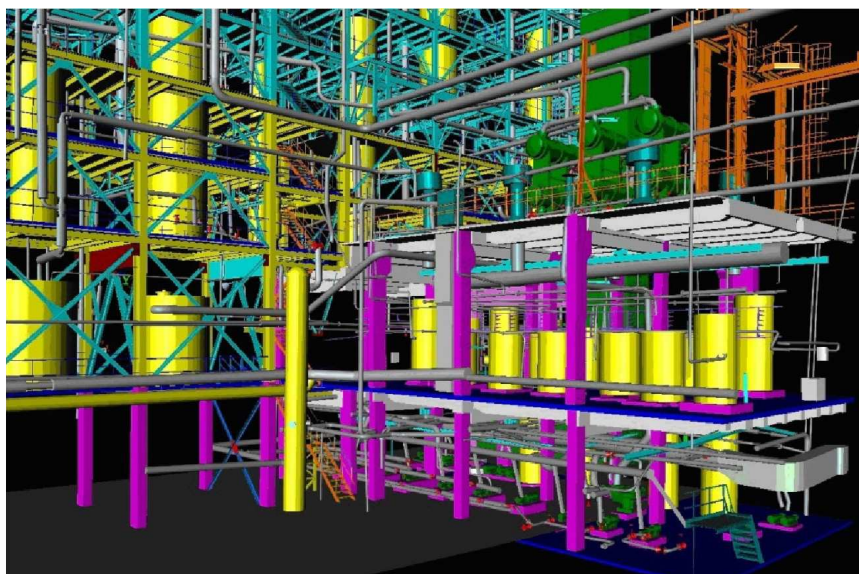


Рисунок 1 – 3-D модель металлургического производства – основа для реконструкции

При сканировании и обработке финальное облако точек целиком трансформируется к той же системе координат, что и проектная модель. Это достигается благодаря закреплённой на местности системе координат объекта. Поэтому облако точек, подгружаясь к проектной 3D-модели автоматически совмещается с ней в координатном пространстве. Далее сравнением, анализом и измерениями (с учётом допусков) отклонений реальной обстановки от элементов проектной 3D-модели выявляются нарушения и коллизии текущего этапа строительства [16].

Благодаря загрузке данных лазерного сканирования в проектную среду, можно не только увидеть все несоответствия, но и измерить их величину. Это помогает своевременно заметить последствия, которые в результате могут повлечь ошибки монтажа.

Лазерное сканирование во многом дополняет геодезические работы, поскольку основывается на тех же принципах инженерной геодезии. Однако лазерное сканирование целесообразно использовать при больших объемах [10].

#### **Применение данных лазерного сканирования**

Решением о том, какой вид применять для сканирования зависит от поставленной задачи. Так, например, если использовать небольшие объекты, то можно воспользоваться наземным сканированием, если используются большие площадочные объекты, то лучше воспользоваться воздушным методом, а для не очень протяжных линейных объектов можно применить мобильное сканирование.

Виды лазерного сканирования, применяемые на промышленных объектах [2].

Выбор прибора и технологий зависит от конкретных задач, которые решаются лазерным сканированием. Так для промышленных объектов можно выделить четыре вида лазерного сканирования:

1. Каркасное сканирование – такое сканирование охватывает крупные объекты и помогает представить их общий вид, тип конструкций и т.д. Данный вид сканирования служит основой для более детального сканирования.

2. Локальное сканирование – выполняется на небольших участках промышленных объектов, в тех случаях когда нет необходимости сканировать весь объект. Применяются для демонтажа либо замены одного трубопровода.

3. Тотальное сканирование – представляет собой наиболее полное и детальное сканирование всего объекта. Данный вид сканирования успешно применяется в процессе выполнения работ по контролю над строительством [14].

4. Сканирование средней детализации – такой вид сканирования заказывается в целях мнимой экономии. В техническом задании устанавливается ограничение предметного интереса.

#### **Литература:**

1. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Карслян А.М., Петренков Д.В. Особенности воздушного лазерного сканирования в теории и на практике на примере линейных объектов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 109–116.
2. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
3. Гура Д.А., Вerezубов Е.А. Мобильному миру мобильные сканирующие системы : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
4. Середович В.А., Алтынец М.А., Попов Р.А. Особенности применения различных видов лазерного сканирования при мониторинге природных и промышленных объектов // Вычислительные технологии. – 2013. – № 18. – С. 141–144.
5. Чернова Н.В., Шишкина В.А., Шевченко А.А. Сравнительный анализ современного наземного лазерного сканера : в сборнике: Прорывные научные исследования / сборник статей V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 59–64.
6. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е., Пилюшенко А.В. Технологическая схема проведения фасадной съёмки методами наземного лазерного сканирования : сборник трудов конференции: World science: problems and innovations / сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 107–112.

7. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : учебное пособие. – Краснодар, 2016.

8. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е. Анализ программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2016. – Т. 12. – № 3. – С. 127–140.

9. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016, Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

10. Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

11. Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

12. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Гура Т.А., Мавропуло М.Д. О стоимости работ по выполнению геодезического мониторинга в г. Краснодаре и Краснодарском крае // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 1. – С. 54–64.

13. Грибкова И.С., Шерстюк Н.А. Лазерное сканирование : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 53–55.

14. Брынь М.Я. и др. Инженерная геодезия : учебное пособие / под ред. В.А. Коугия. – СПб. : Петербургский государственный университет путей сообщения, 2007.

15. Гайрабеков И.Г., Пимшин Ю.И. Определение деформации объекта с использованием наземного лазерного сканирования // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова. – 2006. – № 6. – С. 171–177.

16. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала адлерского района г. Сочи // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 362–369.

17. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования : в сборнике: Строительство – 2010 / Материалы Международной научно-практической конференции. – Дорожно-транспортный институт, 2010. – С. 152–153.

## References:

1. Gura D.A., Shevchenko G.G., Karslyan A.M., Petrenkov D.V. Features of air laser scanning in the theory and in practice on the example of the linear objects // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 8. – P. 109–116.

2. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of data retrieved by method of laser scanning for execution of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.

3. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world the mobile scanning systems : collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International nauchbut-practical conference. – 2013. – P. 56–58.

4. Seredovich V.A., Altynets M.A., Popov R.A. Features of application of different types of laser scanning when monitoring natural and industrial facilities // Computing technologies. – 2013. – No. 18. – P. 141–144.

5. Chernova N.V., Shishkina V.A., Shevchenko A.A. Comparative analysis of the modern terrestrial laser scanner : in the collection: Disruptive scientific research / collection of articles V of the International scientific and practical conference. – 2016. – P. 59–64.

6. Shevchenko G.G., Gura D.A., Glazkov R.E., Pilyushenko A.V. Technological diagram of carrying out front shooting by methods of terrestrial laser scanning : collection of works of a conference: World science: problems and innovations/collection of articles III of the International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 107–112.

7. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A., Pastukhov M.A., Shevchenko G.G. Photogrammetry and remote sensing of the territories : manual. – Krasnodar, 2016.

8. Shevchenko G.G., Gura D.A., Glazkov R.E. The analysis of the software for data handling of terrestrial laser scanning // the Modern industrial and civil engineering. – 2016. – Т. 12. – No. 3. – P. 127–140.

9. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016, Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

10. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

11. Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a status of deformations of unique capital construction projects : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

12. Shevchenko G.G., Gura D.A., Gura T.A., Mavropulo M.D. About the cost of operations on execution of geodesic monitoring in Krasnodar and Krasnodar Krai // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 1. – P. 54–64.

13. Gribkova I.S., Sherstyuk N.A. Laser scanning : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 53–55.

14. Bryn M.Ya., etc. Engineering geodesy : the manual / under the editorship of V.A. Kougiya. – SPb. : St. Petersburg state transport university, 2007.

15. Gayrabekov I.G., Pimshin Yu.I. Definition of deformation of an object with use of land laser scanning // Works of the Grozny state oil technical university of the academician M.D. Millionshchikov. – 2006. – No. 6. – P. 171–177.

16. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for statement on the cadastral registration on the example of the railway station of Adlersky District of Sochi // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 11. – P. 362–369.

17. Gura D.A., Shevchenko G.G. Environmental monitoring of deformation of constructions with use of land laser scanning : in the collection: Construction – 2010 / Materials of the International scientific and practical conference. – Road and transport institute, 2010. – P. 152–153.