

УДК 528

**МОБИЛЬНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ  
ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ  
ИЛИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**MOBILE LASER SCANNING FOR ENGINEERING SURVEYING  
FOR THE RECONSTRUCTION OR DESIGN OF ROADS**

**Уторова Анна Андреевна**

студентка,  
кафедры кадастра и геоинженерии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
utorova.a@mail.ru

**Гура Дмитрий Андреевич**

кандидат технических наук,  
Доцент кафедры  
кадастра и геоинженерии  
Кубанский государственный  
технологический университет  
gda-kuban@mail.ru

**Акопян Георгий Тариелович**

лаборант-исследователь  
кафедры кадастра и геоинженерии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
Georg00023@yandex.ru

**Шевелева Анастасия Владимировна**

студентка  
кафедры кадастра и геоинженерии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
stasyasheveleva11@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается использование лазерного сканирования в инженерных изысканиях линейных сооружений. Представлены виды работ, которые могут быть выполнены методами лазерного сканирования.

**Ключевые слова:** лазерное сканирование, инженерные изыскания, линейные сооружения.

**Utorova Anna Andreevna**

Student of the cadastre  
and geoengineering department,  
Kuban State Technological University  
utorova.a@mail.ru

**Gura Dmitry Andreevich**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor of  
the Department of Cadastre  
and Geoengineering,  
Kuban State Technological University  
gda-kuban@mail.ru

**Akopyan Georgiy Tarielovich**

Laboratory assistant - researcher  
of the cadastre  
and geoengineering department,  
Kuban State Technological University  
Georg00023@yandex.ru

**Sheveleva Anastasia Vladimirovna**

Student  
of the cadastre  
and geoengineering department,  
Kuban State Technological University  
stasyasheveleva11@mail.ru

**Annotation.** The article discusses the use of laser scanning in engineering surveys of linear structures. The types of work that can be performed by laser scanning methods are presented.

**Keywords:** laser scanning, engineering surveys, linear structures.

**И**нженерные изыскания линейных сооружений – это обоснование высотного и планового положения трассы, развитие геодезических сетей, привязок и др. Они являются важнейшим видом деятельности при строительстве. Процесс строительства каких-либо объектов начинается с них. Для осуществления и своевременных обследований участков строительства необходим комплексный подход, имеющий множество разных видов изыскательных работ.

Трассой называют ось проектируемого линейного сооружения, которая наносится на топографический план, карту и обозначается на местности. В зависимости от назначения трассы к ней применяются различные технические требования. При проектировании трасс для автомобильных дорог основными требованиями являются безопасность движения, плавность трассы.

Поэтому при проведении инженерных изысканий линейных сооружений для дорожных трасс проектируются минимально допустимые уклоны и максимально возможные радиусы кривых [1].

На сегодняшний день имеется несколько методов, которые используются для инженерно-геодезических изысканий при реконструкции автомобильных дорог:

- теодолитная или тахеометрическая съемка;
- фототеодолитная съемка;
- аэрофототопографическая съемка;
- воздушное лазерное сканирование;
- наземное лазерное сканирование;
- мобильное лазерное сканирование [2].

Лазерное сканирование (ЛС) – это технология, имеющая много преимуществ, если сравнивать с другими методами измерений, например значительно сокращается время выполнения полевых работ, достигается высокое качество и детальность съемки [3–6].

Мобильное лазерное сканирование (МЛС) – это один из самых высокотехнологичных на сегодняшний день методов съёмки. Данная технология считается аналогом наземного лазерного сканирования (НЛС), работа производится при движении сканера, скорость съемки совпадает со скоростью движения транспортного средства. Никакой другой способ не даёт такой производительности при сборе пространственной информации с высокой точностью первых сантиметров [7].

Мобильная лазерная сканирующая система является наилучшим способом производства работ для получения таких результатов:

- топографическая съемка линейных объектов (автодороги, ж/д, мосты);
- создание 3D объектов;
- создание профилей дорог (продольный, поперечный);
- анализ уклонов проезжей части;
- построение 3D моделей рельефа, цифровых моделей дорожных покрытий;
- создание паспорта автодороги и др.

Для проектирования, ремонта дорог наиболее важной и очень сложной задачей является подробное моделирование поверхности автодороги с высокой точностью, особенно по высоте. Нивелирование дает очень хорошую точность, но из-за того, что точек съемки достаточно мало не показывает модель проезжей части, то есть ее небольшие дефекты и просадки. Лазерное сканирование решает эту проблему [8].

Для получения подробного материала снимают участками по 10–15 км. Если съемка производится для ремонта покрытия дороги, то скорость лаборатории уменьшается до 20 км/ч, а в остальных случаях – 30 км/ч. Чтобы повысить точность, через каждые 200 м делают «опорные точки» с обеих сторон дороги, они покрываются специальной краской и начинается их нивелировка, обязательно уравнивается траектория движения автомобиля, на котором размещено сканирующее устройство.

После съемки уравнивают траектории по базовым точкам с помощью программного обеспечения Novatel, затем получают готовое облако точек, которое используют в IndorCAD для получения подробной ЦМР [9].

Таким образом, результаты технологии мобильного лазерного сканирования можно представить, как специализированная геодезическая система, позволяющая с высокой точностью, информативностью получить данные, необходимые для реконструкции и проектирования автодороги [10].

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Краснодарского края Российской Федерации в рамках научного проекта № 19-48-233020 «Исследование возможности использования комплекса трехмерного лазерного сканирования для мониторинга и обеспечения безопасности инфраструктурных объектов в городе Краснодаре и Краснодарском крае».*

## Литература:

1. URL : [http://zem-kadastr.ru/blog/injenernoe\\_oborudovanie/177.html](http://zem-kadastr.ru/blog/injenernoe_oborudovanie/177.html) (дата обращения 25.04.19).
2. URL : <https://cyberleninka.ru/article/v/primenenie-nazemnogo-lazernogo-skanirovaniya-dlya-inzhenerno-geodezicheskikh-izyskaniy-pri-rekonstruktsii-avtomobilnyh-dorog> (дата обращения 25.04.19).

3. Бушнева И.А. [и др.]. Об использовании наземного лазерного сканирования для получения фасадных чертежей исследуемых зданий и строений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 11. – С. 89–97.

4. 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.

5. Романова Т.А., Гасанов А.О. Технология Trimble SX10, как этап развития лазерного сканирования // Научные труды кубанского государственного технологического университета. – 2018. – № 2. – С. 304–306.

6. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Серикова А.А. Применение лазерного сканирования для создания геоинформационных систем // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 15. – С. 57–68.

7. URL : <http://www.souzgiprozem.ru/tehnologii-mobilnoe-lazernoe-skanirovanie.html>. (дата обращения 26.04.19).

8. Гура Д.А. [и др.]. Особенности воздушного лазерного сканирования в теории и на практике на примере линейных объектов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 109–116.

9. URL : <https://sovzond.ru/services/laser-scanning/>

10. Грибкова И.С., Попова О.С. Муниципальные геоинформационные системы: проблемы и пути решения // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 143–154.

#### References:

1. URL : [http://zem-kadastr.ru/blog/injenernoe\\_oborudovanie/177.html](http://zem-kadastr.ru/blog/injenernoe_oborudovanie/177.html) (date of request 25.04.19).

2. URL : <https://cyberleninka.ru/article/v/primenenie-nazemnogo-lazernogo-skanirovaniya-dlya-inzhenerno-geodezicheskikh-izyskaniy-pri-rekonstruktsii-avtomobilnyh-dorog> (contact date: 25.04.19).

3. Bushneva I.A. [et al.]. About the use of the ground laser scanning for irradiation of the facade drawings of the investigated buildings and structures // Scientific works of the Kuban State Technological University. – 2016. – № 11. – P. 89–97.

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

5. Romanova T.A., Hasanov A.O. Technology Trimble SX10, as a stage of development of the laser scanning // Research papers of the Kuban State Technological University. – 2018. – № 2. – P. 304–306.

6. Shevchenko G.G., Gura D.A., Serikova A.A. Application of the laser scanning for creation of the geoinformation systems // Electronic network political-thematic journal «Scientific works of Kuban State Technical University». – 2016. – № 15. – P. 57–68.

7. URL : <http://www.souzgiprozem.ru/tehnologii-mobilnoe-lazernoe-skanirovanie.html>. (date of application 26.04.19).

8. Gura D.A. [et al.]. Features of the air laser scanning in theory and in practice on the example of linear objects // Research papers of the Kuban State Technological University. – 2016. – № 8. – P. 109–116.

9. URL : <https://sovzond.ru/services/laser-scanning/>

10. Gribova I.S., Popova O.S. Municipal Geoinformation Systems: Problems and Solutions // Electronic Network Polythematic Journal «Scientific Works of Kuban State Technical University». – 2016. – № 11. – P. 143–154.