

Кусаинова Г. Д., к.т.н., доцент ЕНУ им. Л.Н.Гумилева  
Шакабаев Е.О., магистрант ЕНУ им. Л.Н.Гумилева

УДК 528

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ СКАНЕРОВ ПРИ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТАХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ И ПЛОЩАДНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Берілген ғылыми бапта техникалық мінездеме қарастырылады, жұмыс барысы және замануи жер үсті Leica ScanStation2 лазерлік сканерлерді тиімді қолдану, сонымен қатар оларды ғимарат ауқымы және реттік жобалау үшін лазерлік сканерді қолдану ізденіс жұмыстар кезінде геодезиялық қамтамасыз ету аумағында қолдану.

This article discusses the scientific technical characteristics, progress and effectiveness of the use of modern ground-based laser scanners Leica ScanStation2, as well as their application in the field of geodetic support in survey works for the construction of linear and area facilities.

Одними из важнейших средств геодезических измерений в настоящее время являются электронные тахеометры и спутниковые навигационные системы. Их технические возможности непрерывно возрастают, а области применения все больше расширяются. Дальнейшее развитие этих методов возможно в направлении совершенствования инструментальной базы, а также по пути компьютеризации, т.е. расширения возможностей встроенных программ, использования автоматического визирования и слежения за целью и дистанционного управления работой измерительного средства. Электронные методы и средства геодезических измерений обеспечивают автоматизацию выполнения полевых геодезических работ. Тахеометры, электронные теодолиты, цифровые и лазерные нивелиры, лазерные сканеры, ГЛОНАСС и GPS оборудование, а также их компьютерное обеспечение существенно расширили возможности геодезистов. Освободили их частично или полностью от непосредственного участия в процессах измерений, получения, хранения и передачи информации, что резко сократило время проведения полевых работ, повысило производительность труда и исключило влияние «человеческого фактора», т.е. личных ошибок геодезиста.

Использование современного оборудования и инновационных технологий открывают новые возможности для решения разнообразных задач на железной дороге. И уже ни для кого не секрет, что это не прихоть и не неоправданная растрата казённых средств, а насущная необходимость, без которой невозможно не только продуктивное движение вперёд, но и безопасная деятельность на нынешнем этапе развития железнодорожного транспорта.

Лазерный сканер – прибор, предназначенный для автоматического определения пространственных координат множества точек, расположенных на поверхности объекта съёмки. Сканер излучает лазерный луч, который, отразившись от поверхности объекта, возвращается к прибору. По времени прохождения сигнала, как и в светодальномере, определяется расстояние до точки отражения. Шаговый двигатель прибора системой зеркал изменяет направление лазерного луча. По углам поворота зеркал и измеренному расстоянию вычисляются трехмерные координаты точки. Интерфейсным кабелем сканер соединен с компьютером, который по установленной программе управляет работой сканера и обрабатывает результаты измерений. При выполнении съёмки поверхность объекта покрывается «облаком точек», то есть множеством точек, плотность которых может задаваться в пределах от долей миллиметра до нескольких сантиметров. В результате обработки измерений получают трехмерную модель объекта. Эту модель можно рассматривать на экране компьютера под разными углами зрения и в разных проекциях, а также выполнять на ней обмер интересующих частей объекта съёмки.[5]

Современные наземные лазерные сканеры разделяются на 4 класса по степени безопасности в зависимости от способности лазерной системы нанести вред персоналу. Если лазеры класса I не наносят никакой вред, то лазеры класса IV способны резать толстую сталь. Изготовитель обязан маркировать НЛС с лазерами классов II, III и IV ярлыком предупреждения, на котором должен быть указан класс безопасности лазера [2].

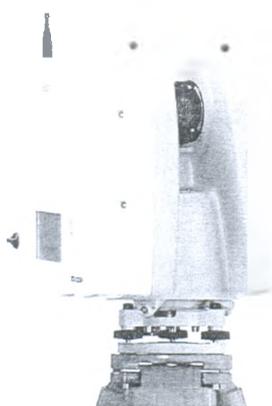


Рисунок 1 - Лазерный сканер Leica ScanStation 2

Ограниченное поле зрения сканера и форма объекта съемки обычно не позволяют выполнить съемку всего объекта с одной установки сканера. Поэтому сканирование выполняют из нескольких позиций сканера, покрывая объект «облаком точек» по частям. При этом части облака должны иметь перекрытия, то есть общие точки, что дает возможность «сшивать» эти части в одно целое. Такими общими точками служат характерные, особенно четкие точки объекта или специальные мишени, устанавливаемые перед съемкой на объекте. При необходимости центры мишеней геодезическими измерениями привязывают к существующей геодезической сети. Такой привязкой обеспечивается представление всей модели в единой с геодезической сетью системе координат.

Сканеры существуют разной точности. Выбор сканера зависит от характера решаемой задачи. Так, точные сканеры при расстоянии от прибора до объекта 50 м обеспечивают определение положения точек с погрешностями, не превышающими 3–6 мм. Сканеры с дальностью съемки 400 м и более характеризуются точностью в несколько сантиметров. К примеру, возьмем характеристики данного сканера.

Метод лазерного сканирования применяется для оперативного составления плана участка местности, а также для съемки искусственного сооружения или фасада здания и получения их точных чертежей.

По сравнению с традиционной топографической съемкой система МЛС позволяет существенно сократить сроки сбора информации и максимально уменьшить время нахождения исполнителей на особо опасных объектах. Например: классическая топографическая съемка масштаба

Таблица 1  
Характеристики лазерного сканера Leica ScanStation 2

Тип инструмента	Импульсный лазерный сканер
Автоматический компенсатор	Двухосевой, $\pm 1'$
Дальность измерения	До 300 м
Точность измерения	4 - 6 мм + 2 ppm
Класс лазера	3R (IEC60825-1)
Скорость сканирования	50000 тыс. точек/сек
Оптика	Одно зеркало, панорамный обзор за счет двух окон (фронтального и вертикального)
Двигатели	Прямой привод, без щеток
Тип батареи	Свинцово-кислотная
Потребляемая мощность	< 80W
Время работы	Около 6 часов
Вес прибора, кг	18,5
Рабочая температура	от 0°C до + 40°C

1:500, выполненная на том же участке железной дороги десятью бригадами геодезистов. Даже при самых благоприятных условиях работы подобные изыскания займут не менее 135 рабочих дней. Не маловажны и риски, которым подвергаются работники полевых бригад. Также, необходимо учесть, что при съемке, к примеру, железнодорожной инфраструктуры, данные полученные классическими методами будут иметь минимальную детальность. А в случае многоуровневных комплексных объектов, к примеру контактная сеть на крупных железнодорожных станциях, получить необходимые данные с требуемой точностью будет сложно, а зачастую невозможно. Подобные задачи с лёгкостью решаются методом мобильного лазерного сканирования, который позволяет за короткий промежуток времени получить высоко детальную трехмерную информацию обо всех объектах находящимся в зоне видимости сканирующей системы с точностью на уровне нескольких сантиметров и плотностью - около 2000 точек на м<sup>2</sup> (при скорости съемки 70 км/ч).

В результате выполнения мобильной лазерной съемки получается следующий набор данных:

- точки лазерных отражений;
- гео-привязанные фотографии
- траектории движения сканирующей системы

- данные GNSS наблюдений на базовых станциях

В результате обработки данных создаются:

- 3D модель местности в формате AutoCAD и ArcGIS с занесением в базу данных атрибутивных характеристик объектов инфраструктуры железных дорог.

- цифровые модели рельефа в формате ESRI GRID и ASCII.

- топографические планы масштаба 1:1000.

По результатам обработки данных возможно решать следующие задачи:

- Построение продольных и поперечных профилей.

- Планирование и расчёт траекторий движения ЖД транспорта.

- Анализ параметров объектов инфраструктуры железных дорог и сопоставление их с нормативными значениями.

- Выявление участков на железнодорожном полотне и балластной призме требующих ремонта или реконструкции.

- Определение габаритов объектов инфраструктуры вдоль железнодорожного пути и вычисление критически опасных значений (определение провиса проводов контактной сети и близ вселящих ЛЭП, деформации объектов инфраструктуры ЖД, обвалов земельного полотна).

- Инвентаризация объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Отдельно следует отметить программный продукт SiRailScan разработки немецкой компании TechNet позволяющий в автоматическом режиме по облаку точек лазерного отражения проверять габариты железнодорожных путей и формировать подробные отчеты о выявленных нарушениях. В дальнейшем, данные отчеты могут быть использованы при реконструкции и ремонтных работах на железной дороге. Появление на мировом рынке подобных программных продуктов существенно повышает эффективность применения лазерного сканирования в железнодорожной отрасли. Для всестороннего изучения объектов железной дороги в т.ч. объектов ИССО (мосты, трубы под ЖД, станции и др.), а также для устранения «теневых» зон, неизбежно возникающих по пути следования сканирующей системы, данные мобильного сканирования могут быть дополнены данными воздушного лазерного сканирования (ВЛС), аэрофотосъемки и наземного лазерного сканирования (НЛС) [4].

Аэрофотосъемку железнодорожных

станций, узлов и перегонов выполняют для реконструкции станций и перегонов, а также для проектирования вторых путей, решения задач эксплуатации, содержания путей и объектов железнодорожного транспорта, кадастра недвижимости и т. д. При этом по материалам аэросъемки составляют планы в масштабах 1: 500, 1: 2000. Определяют координаты стрелочных переводов, измеряют межпунктные расстояния, составляют поперечные профили земляного полотна, а также изучают факторы окружающей среды, влияющие на состояние земляного полотна. В случае применения аэрофотосъемки, наземные топографогеодезические работы на действующих железнодорожных путях сводятся к минимуму [1].

Первоначальное совмещение данных осуществлялось по результатам обработки траекторных данных и GNSS-наблюдений на базовых станциях полученных в ходе выполнения аэрофотосъемки, ВЛС и НЛС. При этом съемки МЛС и НЛС проходили одновременно и для их полевого обеспечения использовались одни и те же GNSS базовые станции. Во время выполнения аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования базовые станции устанавливаются на тех же местах, которые использовались при съемке МЛС и НЛС. Данный метод позволил повысить точность получаемых данных. Затем, для точного совмещения всех видов данных применялись связующие точки, выбираемые в зонах перекрытия данных. В качестве исходной информации для набора связующих точек выступали данные Мобильного лазерного сканирования. Одновременно со связующими точками, использовались дополнительные контрольные точки, полученные в ходе выполнения тахеометрической съемки. Для каждой точки стояния наземного сканера (сканпозиции) выбиралось не менее 5 связующих точек и не менее 3 контрольных заранее замаркированных на местности. Для совмещения данных аэрофотосъемки и воздушного сканирования с данными МЛС использовалось не менее 3 связующих и не менее 1 контрольной точки на пог.км. В результате, абсолютная точность совмещения данных составила: для данных аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования – 5 см.; для данных наземного лазерного сканирования – 3 см. В настоящее время планируется создание единой ГИС системы, в которой будет осуществлена интеграция облаков точек, 3D

моделей и 2D планов ЖД со своими условными знаками и базами данных. Одним из несомненных преимуществ является ясность картины, достигаемая за счет работы с данными в трехмерном пространстве. Это позволит осуществлять оперативный просчет траектории движения поездов, проектирование реконструкции железнодорожных путей, планирование и проведение инвентаризации, расчет всевозможных геометрических параметров объектов ЖД инфраструктуры и выполнение множества других задач.[4]

В заключении хочу сказать, что наземные лазерные сканеры являются новым измерительным средством, позволяющим сделать реальным и повседневным получение трехмерных моделей различного назначения. Это все говорит о том, что в ближайшее время технология наземного лазерного сканирования если не полностью вытеснит, то, по крайней мере, займет ведущее положение в области полевого сбора метрической информации с целью трехмерного моделирования объектов и территорий.

#### Список использованной литературы

1. Матвеев С.И. Инженерная геодезия и геоинформатика: Учебник для И62 вузов / Под ред. С.И. Матвеева.— М.: Академический Проект;Фонд «Мир», 2012. — 484 с. — (Gaudeamus: библиотека геодезиста и картографа). 410 с.
2. Середович В.А. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В.Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. — Новосибирск: СГГА, 2009.3 Юнусов А.Г. Геодезия 313 стр. Москва Гаудеамус 2011г 25 с., 158 с.
3. Юнусов А.Г., Беликов А.Б., Баранов В.Н., Каширкин Ю.Ю. Геодезия: Учебник для вузов. в 2-х частях. М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2011. в 2-х частях 409 с. в 2-х частях (Gaudeamus: библиотека геодезиста и картографа). 313с.
4. <http://www.aspector.ru/Lazernyy-skaner-Leica-ScanStation-2.htm>
5. <http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2012-04a22>

---

**Бегімбай К.М., п.ғ.к., доцент, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ**  
**Муканова С., магистрант, ЕНУ им.Л.Н. Гумилева**

УДК 514

### «АЛТЫН ҚИМА» ПРОПОРЦИЯСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗІ

*В данной статье говорится о значении пропорций золотого сечения, о применения их при создании различных произведениях искусства и проектных работах.*

*This article refers to the values of the proportions of the golden section, the application of them to create various works of art and design works.*

Адам айналадағы заттарды олардың өздіріне тән пішіндерге сай ажыратады. Осы күнде адамның тұрмыс-тірлігіне қажет заттардың белгілі бір пішінде жасалуы – біріншіден оны тұрмыста қолдану қажеттілігінен туындайды, екіншіден оның сыртқы кейпінің эстетикалық көркемділік деңгейінің ескерілуі шарттылық болып табылады.

Кез келген форманың құрылу негізінде симметрияның және алтын қима тіркесі болуы – адамның визуалды қабылдауына ондағы гармониялық үйлесімділік заңды-

лығына негізделген көркем пішіннің тұтас кейпінің болуы эстетикалық талғамын қанағаттардыруна айтарлықтай ықпал етеді.

Негізінде, бүтін форма жекешеленген бөліктерден құралады. Осы тұтас форманың әр-түрлі аумақтарындағы жеке бөліктері бір-бірімен және жалпылама тұтас бүтіндікпен өзара белгілі бір қатынаста болады.

Алтын қима ұстанымы – құрылымдық және функционалдық кемелділіктің жалпылама тұтастық заңдылығы және олардың