

**Норин Вениамин Александрович**

канд. техн. наук, доцент

**Гулбаев Атамурат Худайбергенович**

магистрант

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет»

г. Санкт-Петербург

## **АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА 3D-СКАНЕРОВ И НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ. ПРОБЛЕМЫ**

### **ВЫБОРА ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНЕРА**

*Аннотация: статья посвящена проблеме выбора лазерных 3D-сканеров, а также проблемам, связанным с отсутствием в Российской Федерации нормативной базы технологий лазерного сканирования; предложена регрессионная модель, позволяющая определить цену сканера в зависимости от основных технических характеристик; предложен проект стандарта «Проведение лазерных обмерных работ архитектурных и строительных конструкций при выполнении реставрационных и ремонтных работ. Общие требования».*

*Ключевые слова: лазерное 3D-сканирование, нормативные документы, лазерная технология сканирования, выбор сканеров.*

Бурное развитие технологии трехмерного лазерного сканирования как воздушного, так и наземного, ведет к появлению на рынке все новых производителей сканеров и программного обеспечения для обработки данных сканирования [3].

В настоящие времена компании-производители лазерных сканеров предлагают довольно широкий выбор разнообразных моделей [3], каждая из которых уникальна по своим техническим характеристикам. Среди самых известных стран-производителей [2] следует отметить следующие:

- Австралия (1 производитель);
- Бельгия (1 производитель);

- Великобритания (1 производитель);
- Германия (4 производителя);
- Испания (1 производитель);
- Италия (2 производителя);
- Канада (2 производителя);
- Китай (2 производителя);
- Латвия (1 производитель);
- Польша (1 производитель);
- Республика Беларусь (1 производитель);
- Россия (4 производителя);
- США (7 производителей);
- Тайвань (1 производитель);
- Швейцария (1 производитель);
- Южная Корея (1 производитель);
- Япония (1 производитель).

На практике важен правильный выбор лазерного сканера в соответствии с требованиями технологии работ, а в сущности, всей технологической цепочки – от съемки до выдачи результата.

Наземные 3D-сканеры предназначены для выполнения съемки различных объектов на земной поверхности. Во время съемки лазерный сканер, в большинстве случаев, неподвижен, и может быть установлен на исходный геодезический пункт с известными координатами. Области применения наземных сканеров весьма разнообразны: проектирование сложных производств, архитектура, машиностроение, топография, киноиндустрия, строительство и многие другие. Объектами съемки могут являться, например, многоэтажный дом, угольный карьер, дом на металлургического завода, шахта метрополитена, архитектурный памятник, кузов легкового автомобиля, скульптура и даже человек.

По своим характеристикам и назначению наземные лазерные сканеры весьма различаются между собой, и провести классификацию внутри этой

группы непросто. Прежде всего, в принципе не существует совершенно универсального сканера, который мог бы использоваться для решения всех задач по сканированию. Так, одни сканеры предпочтительней использовать для съемок объектов средних размеров (при расстоянии от сканируемого объекта до 100 м), другие – для съемок крупных объектов (при расстояниях выше 200 м и более), третьи же предназначены для съемки небольших объектов, располагающихся в пределах всего лишь нескольких метров. Таким образом, определенный тип лазерных сканеров может применяться для решения определенного круга задач.

Наземные лазерные сканеры подразделяются по принципу определения пространственных координат на импульсные, фазовые и триангуляционные.

В импульсных 3D сканерах реализован метод определения расстояний, основанный на точном определении времени прохождения импульса до цели и обратно. Поскольку данный метод для непосредственного измерения расстояния использует световой импульс, основное преимущество импульсных сканеров заключается в дальности выполняемых измерений (до нескольких сотен метров), которая обеспечивается достаточно высокой мощностью лазера. Однако, существенным недостатком этих приборов является их вредное для глаз излучение.

Фазовые лазерные 3D сканеры имеют дальность действия в пределах ста метров. В сканерах этого типа реализован метод определения расстояний, основанный на измерении сдвига фаз излучаемого и принимаемого сигналов. Так как данный метод использует модулированный световой сигнал, то для определения расстояния не требуется слишком большой мощности лазера, и поэтому расстояния могут быть измерены с точностью до нескольких миллиметров, однако дальность действия сканеров этого типа весьма ограничена. Пространственное положение точек определяется точно так же, как и у импульсных сканеров. Фазовые сканеры используют безопасный для глаз лазер и поражают скоростью измерений, которая превосходит скорость импульсных сканеров в десятки, а порой и в сотни раз.

Триангуляционный метод реализуется в высокоточных сканерах. Особенность устройства таких сканирующих систем состоит в том, что излучатель и

приемник сигнала разнесены в них на известное расстояние (базис). Определение пространственного положения точки объекта сводится, таким образом, к решению обычного треугольника, в котором известна длина одной из сторон и два прилегающих к ней угла. Триангуляционные лазерные 3D-сканеры позволяют выполнять измерения с высочайшей точностью до десятых и даже сотых долей миллиметра, но на очень небольшой дистанции (не превышающей нескольких метров). Подобные сканеры применяются, как правило, для точной съемки в машиностроении, реставрации, архитектуре, медицине, различных медиа-приложениях.

При выборе лазерного сканера, нужно уделить особое внимание техническим характеристикам, к которым относятся:

- точность измерений;
- максимальная дальность трехмерного лазерного сканирования;
- разрешение 3D лазерного сканирования;
- скорость 3D сканирования;
- размер поля зрения лазерного сканера;
- возможность интеграции с другими приборами (например, видеокамерой или GPS-приемником).

В практической деятельности при выборе сканера по экономическим показателям возникают проблемы, связанные с тем, что почти на всех сайтах продавцы сканеров указывают цену только по запросу. Для этого нужно связаться с фирмой-продавцом, получить от нее соответствующую анкету, заполнить ее, указав реквизиты своей организации, отправить эту информацию продавцу. После нескольких дней ожидания по e-mail может прийти запрашиваемая информация о цене сканера. В такой ситуации при выборе сканера с оптимальным соотношением цена-качество уходит очень много времени.

В связи с этим, авторами статьи была поставлена задача: построить регрессионную зависимость цены сканера от его основных характеристик. Для этого на основании имеющейся информации из открытых источников была произведена выборка данных по цене сканеров в зависимости от точности и максимальной

дальности трехмерного лазерного сканирования. Выборка была произведена по данным северо-западного и центрального регионов России. При этом экономические показатели (накладные расходы фирмы-продавца, прямые поставки продукции или через посредников и др.), влияющие на цену сканера, не учитывались. Поскольку эти экономические параметры в каждой фирме являются разными случайными величинами, то при построении регрессионной зависимости они принимались как случайные погрешности. В результате обработки данных выборки была получена зависимость вида

$$Y = 3590 - 444.455 \cdot X_1 + 40.223 \cdot X_2 + 1.108 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0.674 \cdot X_1^2 - 0.085 \cdot X_2^2$$

где  $X_1$  – точность измерений, мм;

$X_2$  – максимальная дальность измерения, м.

Полученные расчетным путем цены сканеров с использованием данной зависимости при сравнении с их фактической ценой показали хорошую сходимость (расхождение расчетного и фактического значений не превышают 15%).

Авторами статьи была поставлена и решена еще одна задача, а именно: проведенный анализ нормативной базы на территории России показал, что на сегодняшний день технология лазерного сканирования не регламентирована практически никакими нормативными актами и методиками, что сдерживает широкое распространение этой передовой технологии в Российской Федерации. Поэтому, авторами был разработан проект стандарта «Проведение лазерных обмерных работ архитектурных и строительных конструкций при выполнении реставрации, реконструкции и ремонтных работ. Общие требования», который содержит следующие разделы.

## Предисловие

## Введение

1. Область применения.
2. Нормативные ссылки.
3. Термины и определения.
4. Общие положения.

4.1. Организации, выполняющие обмерные и инженерно-геодезические работы на архитектурно-строительном объекте.

4.2. Методы, применяемые при обмерных и инженерно-геодезических работах.

4.3. Факторы, усложняющие проведение работ.

4.4. Техническое задание на проведение обмерных и инженерно-геодезических работ.

4.5. Программа работ.

4.6. Этапы выполнения работ.

4.7. Измерительное оборудование.

4.8. Система координат и высот.

4.9. Отчетная документация.

5. Обмерная фиксация архитектурно-строительных объектов.

5.1. Общие положения.

5.2. Точность обмерных работ.

5.3. Метод измерений и оборудование.

5.4. Отчет по обмерной фиксации архитектурно-строительного объекта.

6. Исполнительная документация.

Приложения (обязательные и справочные).

Результаты выполненной работы позволяют авторам надеяться на их широкое использование в практической деятельности, что должно способствовать более широкому внедрению лазерных технологий.

### ***Список литературы***

1. Середович В.А. Наземное лазерное сканирование: Монография [Текст] / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.Л. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.

2. Производители 3D-сканеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3dtoday.ru/3d-scaners/producers/germany/>

3. Фролов А. Виды лазерных сканеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ngce.ru/pg\\_publications11.html](http://www.ngce.ru/pg_publications11.html)