

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев Университеті

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

7M07306 Геопространственная цифровая инженерия  
МАР2692 «Инновационные технологии в маркшейдерском  
деле»

12 лекция. Лазерно-локационные данные и их информационные  
характеристики.

---

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: РНД, АССОЦ.ПРОФ. КОЖАЕВ Ж.Т.

АЛМАТЫ 2024

# Введение

---

Лазерная локация — это технология, основанная на использовании лазерных импульсов для определения положения объектов и их характеристик. Она применяется в различных областях, таких как геодезия, маркшейдерия, картография, а также в робототехнике и промышленности для создания 3D моделей и анализа окружающей среды. Лазерно-локационные системы, такие как LIDAR (Light Detection and Ranging), представляют собой мощные инструменты для дистанционного зондирования, которые позволяют получать точные данные о форме, структуре и состоянии объектов.

Одним из важнейших аспектов при использовании лазерной локации является обработка и анализ полученных данных, их информационные характеристики, которые определяют точность, разрешение, достоверность и полезность полученной информации.

# 1. Принципы лазерной локации

---

Лазерно-локационные системы используют принцип отражения лазерного импульса от объекта для измерения расстояния до него. Эти данные затем используются для создания 3D моделей поверхности или объекта.

**Основные компоненты лазерно-локационной системы:**

**Лазерный излучатель** — испускает лазерные импульсы, которые направляются на объект.

**Приемник** — фиксирует отраженный от объекта лазерный импульс и вычисляет время его возвращения.

**Система обработки данных** — обрабатывает полученные сигналы и вычисляет точные координаты точек объекта.

**Система позиционирования** — определяет точное местоположение лазерного сканера, например, с использованием GPS или инерциальной навигации.

# Процесс локации включает в себя несколько этапов:

---

1. Испускание лазерного импульса.
2. Отражение импульса от объекта.
3. Измерение времени, необходимого для возвращения сигнала.
4. Вычисление расстояния и определение положения объекта в пространстве.

## 2. Характеристики лазерно-локационных данных

---

Лазерно-локационные данные — это набор точек, каждая из которых имеет трехмерные координаты (X, Y, Z) и часто дополнительные атрибуты, такие как интенсивность отраженного сигнала и время. Основными характеристиками этих данных являются:

### Точность:

- **Линейная точность** — определяет максимальное отклонение измеренной координаты от истинного значения. В зависимости от используемой технологии и оборудования точность может варьироваться от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.
- **Пространственная точность** — точность расположения данных в пространстве относительно других объектов. Это особенно важно для создания точных 3D моделей.
- **Временная точность** — критична для динамических объектов, таких как транспортные средства или изменения в окружающей среде.

---

## **Разрешение:**

**Пространственное разрешение** — количество точек, измеряемых на единицу площади или объема. Высокое пространственное разрешение позволяет детализировать объект и выявлять мелкие особенности, такие как трещины или малые дефекты.

**Ангулорное разрешение** — связано с угловым разрешением лазерного сканера, то есть с тем, как часто происходит снятие данных с определенного угла обзора.

**Покрытие:** Лазерно-локационные системы могут захватывать информацию о значительных объемах пространства за короткий период времени. Покрытие зависит от параметров системы, таких как мощность лазера, угол обзора, дальность действия и скорость вращения сканера. Это важно для выполнения съемки больших территорий или объектов, например, при картировании ландшафтов или крупных инфраструктурных объектов.

---

**Интенсивность сигнала:** Каждое измерение может содержать информацию о интенсивности отраженного сигнала. Эта характеристика зависит от свойств поверхности объекта (материал, угол наклона, шероховатость и т.д.) и может использоваться для выделения определенных объектов или особенностей в данных, таких как различия в материалах или состояние поверхности (например, для выявления трещин или дефектов).

**Облако точек:** Лазерно-локационные данные часто представляют собой облака точек — набор данных, где каждая точка имеет координаты в трехмерном пространстве. Эти облака точек могут быть использованы для создания цифровых моделей местности, объектов или структур. Облака точек содержат высокую плотность данных, что позволяет создавать подробные 3D модели для анализа.

# 3. Применение лазерно-локационных данных

---

**Создание 3D моделей и карт:** Лазерно-локационные данные используются для создания высокоточных 3D моделей местности, объектов или инфраструктурных объектов. Это важный инструмент в геодезии, картографии, строительстве и архитектуре, который позволяет анализировать топографию, геологические особенности, а также проектировать и планировать новые сооружения.

**Мониторинг деформаций и трещиноватости:** Лазерное сканирование используется для мониторинга изменений в геологических и инженерных объектах, таких как карьеры, мосты, дамбы и здания. Сравнение облаков точек, полученных в разные моменты времени, позволяет выявлять деформации, трещины и другие изменения в структуре объектов.

**Анализ поверхности и объектов:** Лазерная локация используется для детального анализа поверхностей, включая извлечение информации о неровностях, трещинах, выбоинах и других дефектах, которые могут быть важными для оценки состояния конструкции или объекта.

**Мониторинг растительности:** Лазерное сканирование используется для изучения растительности, включая топографию лесных массивов и плотность растительности, а также для оценки изменений в экосистемах.

**Применение в археологии и культурном наследии:** Лазерное сканирование позволяет создавать точные 3D модели исторических объектов и памятников, что помогает в их реставрации и сохранении.

# 4. Преимущества и недостатки лазерной локации

---

**Преимущества:**

**Высокая точность и разрешение данных.**

**Быстрота проведения съемки** больших территорий и объектов.

**Дистанционное зондирование**, что минимизирует необходимость физического контакта с объектом.

**Детальное документирование** и возможность создания цифровых моделей для дальнейшего анализа и мониторинга.

**Многофункциональность:** метод применяется в различных областях, от геодезии до экологии и археологии.

---

## **Недостатки:**

**Зависимость от условий освещенности.** Лазерные импульсы могут поглощаться или отражаться в зависимости от материала и угла наклона поверхности, что может влиять на точность измерений.

**Высокая стоимость оборудования.** Лазерные сканеры требуют значительных затрат на закупку и эксплуатацию.

**Ограничения по дальности.** Для некоторых типов сканеров дальность измерений может быть ограничена.

**Большой объем данных.** Лазерно-локационные системы генерируют большие объемы данных, что требует мощных вычислительных ресурсов для обработки и хранения.

# Заключение

---

Лазерно-локационные данные предоставляют высокоточные и детализированные сведения о поверхности и структуре объектов. Их применение в геодезии, строительстве, экологическом мониторинге и других областях открывает новые возможности для создания точных моделей и анализа состояния объектов. Однако, несмотря на все преимущества, использование лазерных систем требует учета таких факторов, как высокая стоимость, сложность обработки данных и ограничение дальности.

## **Контрольные вопросы:**

Как работает лазерно-локационная система и какие данные она предоставляет для анализа?

Какие основные характеристики лазерно-локационных данных определяют их точность и разрешение?

Какие преимущества дает использование лазерного сканирования в создании 3D моделей объектов?

Какую роль играет интенсивность отраженного сигнала в лазерной локации?

Какие проблемы могут возникать при использовании лазерных локационных данных и как их можно решить?