

SLAM или не SLAM? Выбор лазерного сканера для решения геодезических задач

18.03.2024



01

О технологии лазерного сканирования

Существующие технологии сканирования

■ Наземное

Стационарная съёмка на штативе

■ Воздушное с БПЛА

Съёмка с воздуха с беспилотных аппаратов

■ Воздушное с ЛА

Съёмка с воздуха на пилотируемой авиации

■ Мобильное

Съёмка с земли, с машина, с рюкзака, с катера или БПВА, с поезда

■ SLAM

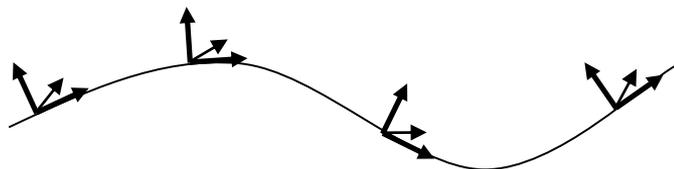
Simultaneous Localization and Mapping

Наземное сканирование

Съёмки станциями

Мобильное сканирование

Задача – получить качественную траекторию движения



IMU + GNSS + DMI + GAMS
 SLAM+IMU
 SLAM+IMU+VIS
 SLAM+IMU+VIS+RTK/PP



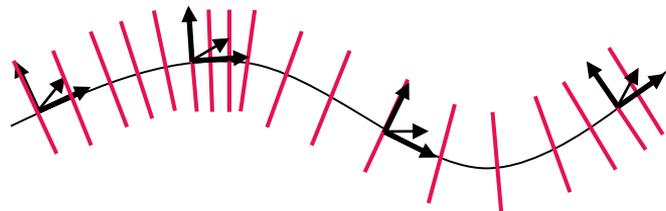
Профили сканирования



Синхронизация

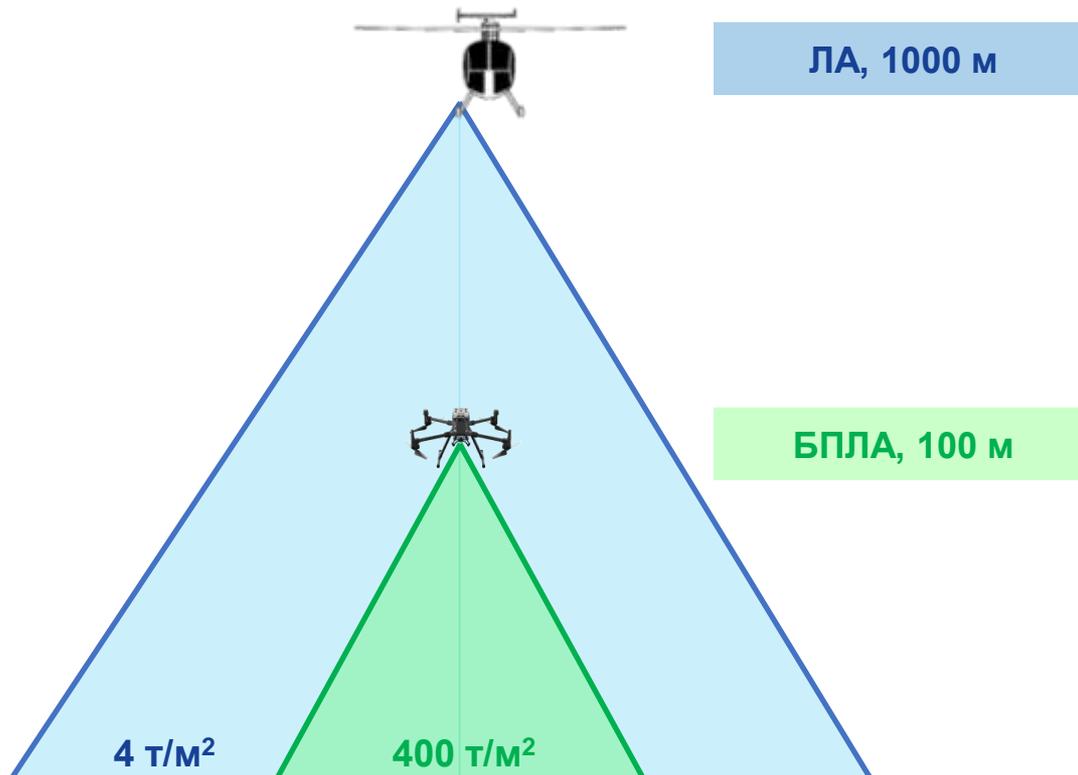


Облако точек



Воздушное сканирование

БПЛА или ЛА?



Технология SLAM

- SLAM – Simultaneous localization and mapping – технология получения траектории движения в процессе движения
- Используется набор датчиков, например, IMU+лидары, IMU+камеры
- Есть много алгоритмов SLAM
Каждый производитель разрабатывает свою реализацию алгоритма
- Проблема «курица-яйцо»
- Localization – определение местоположения
- Mapping – построение карты

Технология SLAM



THE FIELD ROBOTICS CENTRE, ROBOTICS INSTITUTE OF CARNEGIE MELLON UNIVERSITY

Технология SLAM

Виды SLAM сканирования

- Обычный SLAM (Pure SLAM)

Работа в закрытых помещениях

- RTK SLAM

Получение облака точек в реальном времени. С привязкой к СК

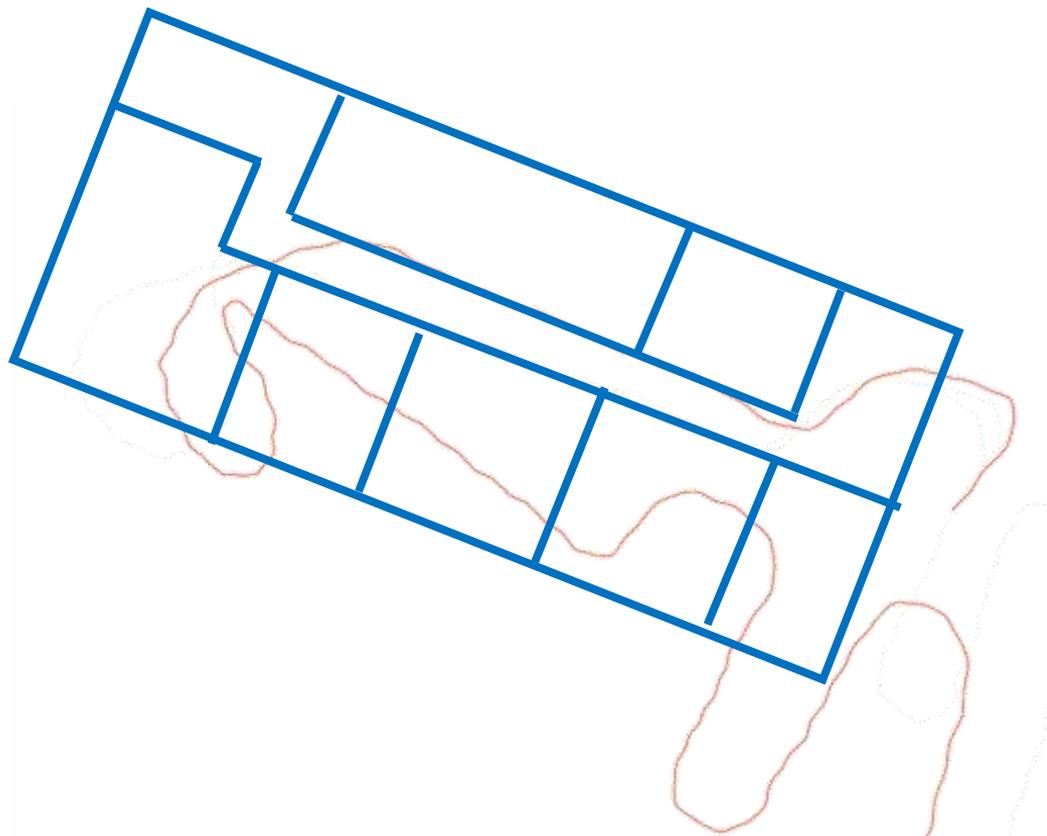
- PP SLAM

Улучшение качества выходных данных, большие объекты, контрольные точки, изменение СК, объединение нескольких проектов

SLAM или не SLAM?

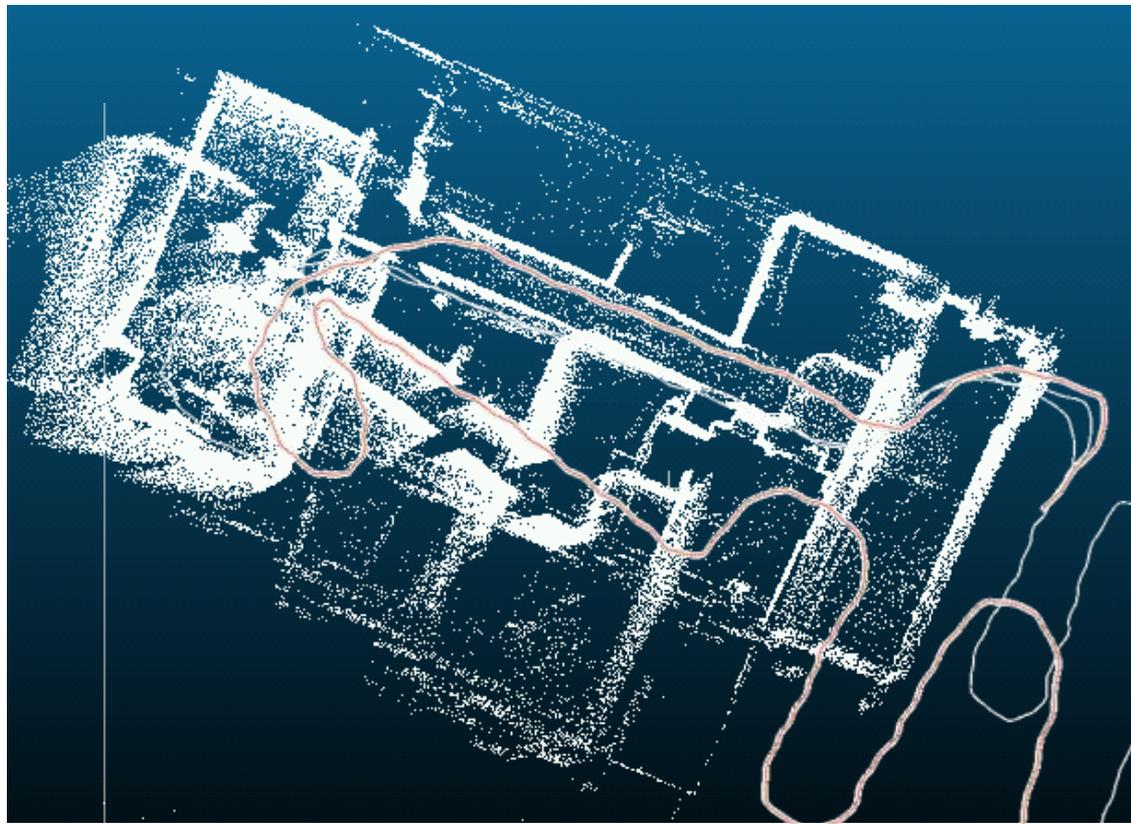
Технология SLAM

Только по IMU



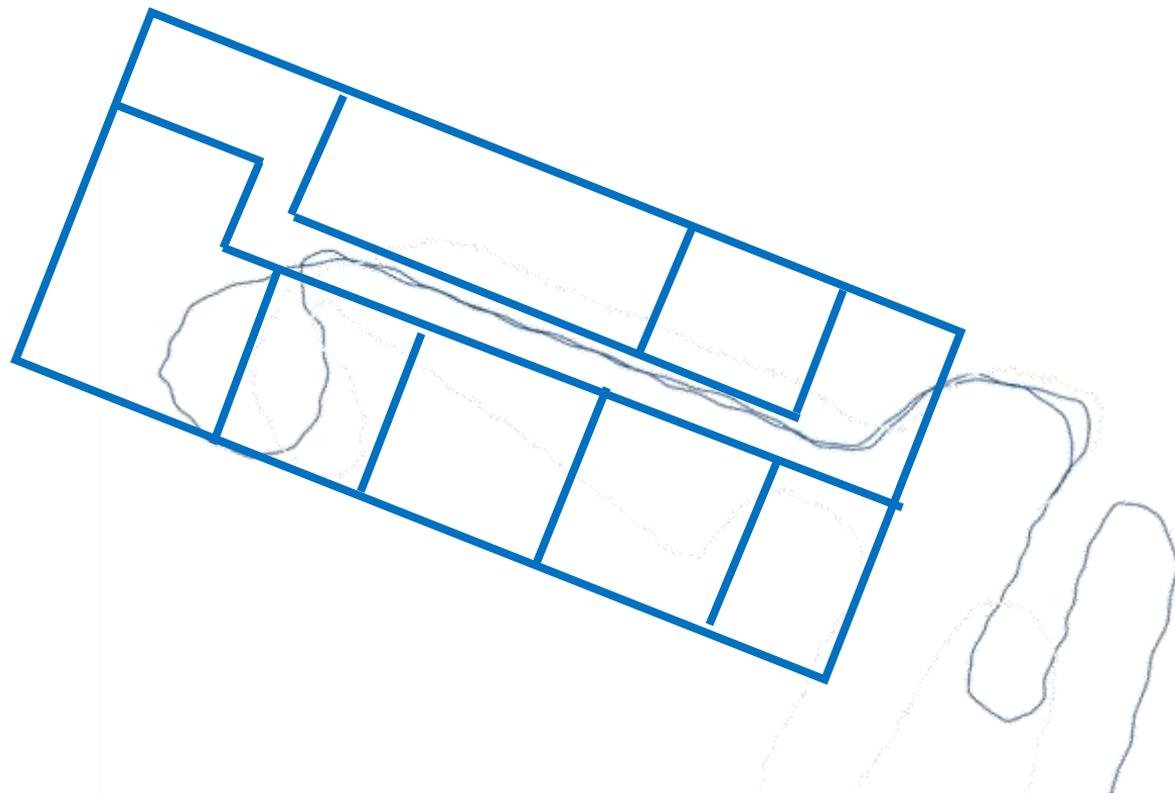
Технология SLAM

Только по IMU



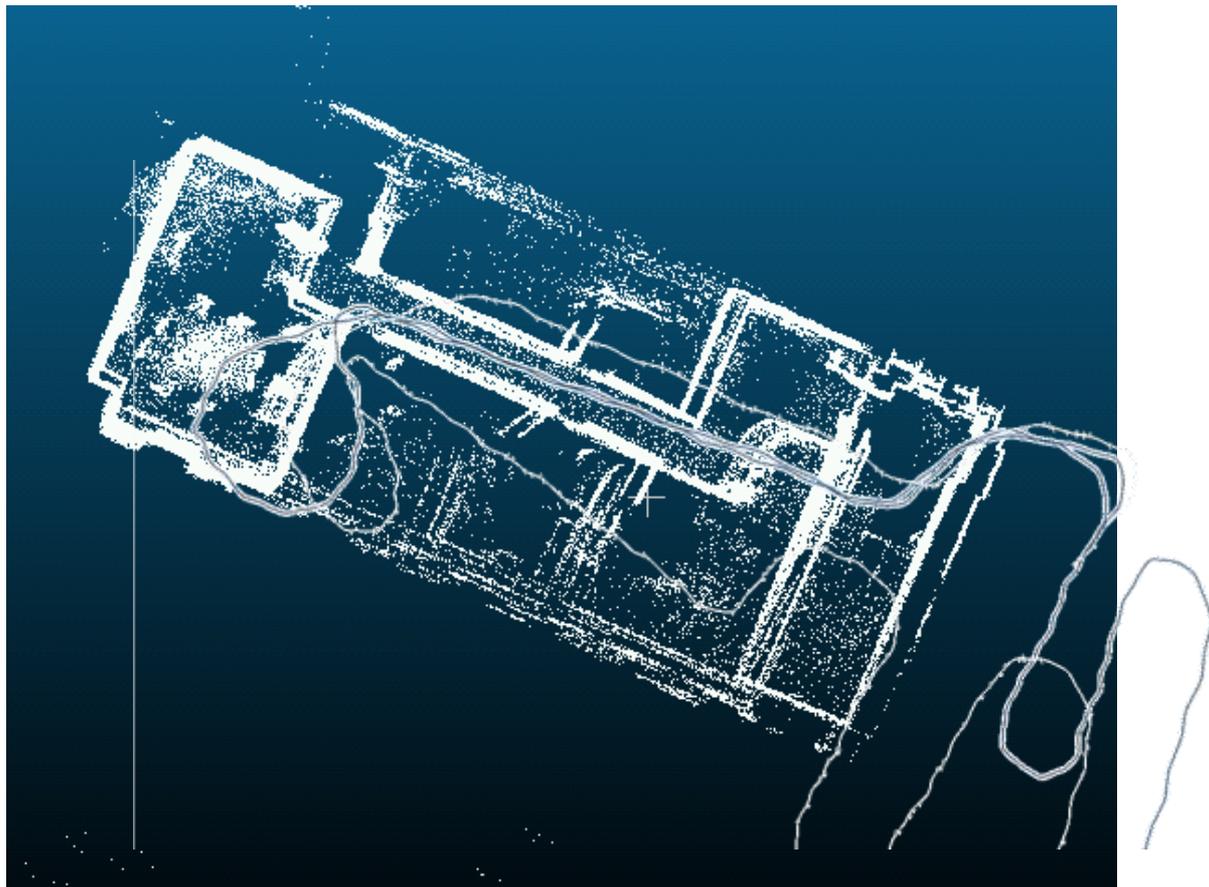
Технология SLAM

Обычный SLAM



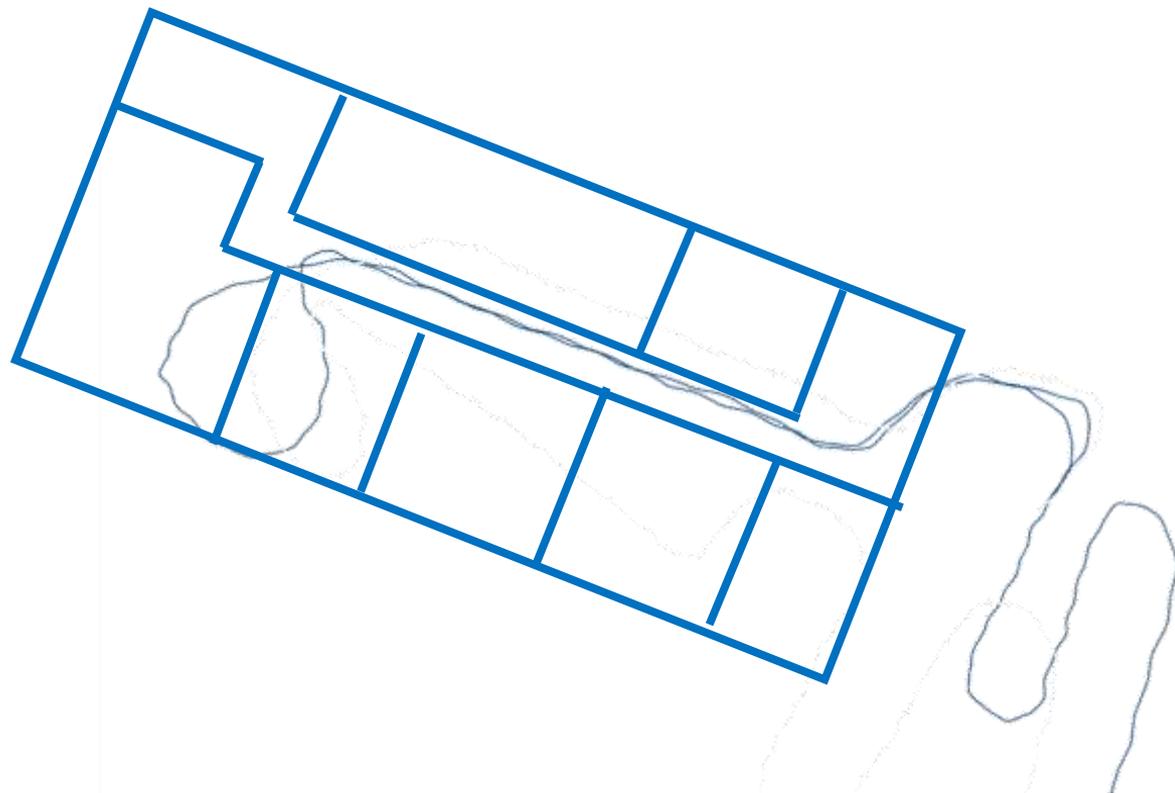
Технология SLAM

Обычный SLAM



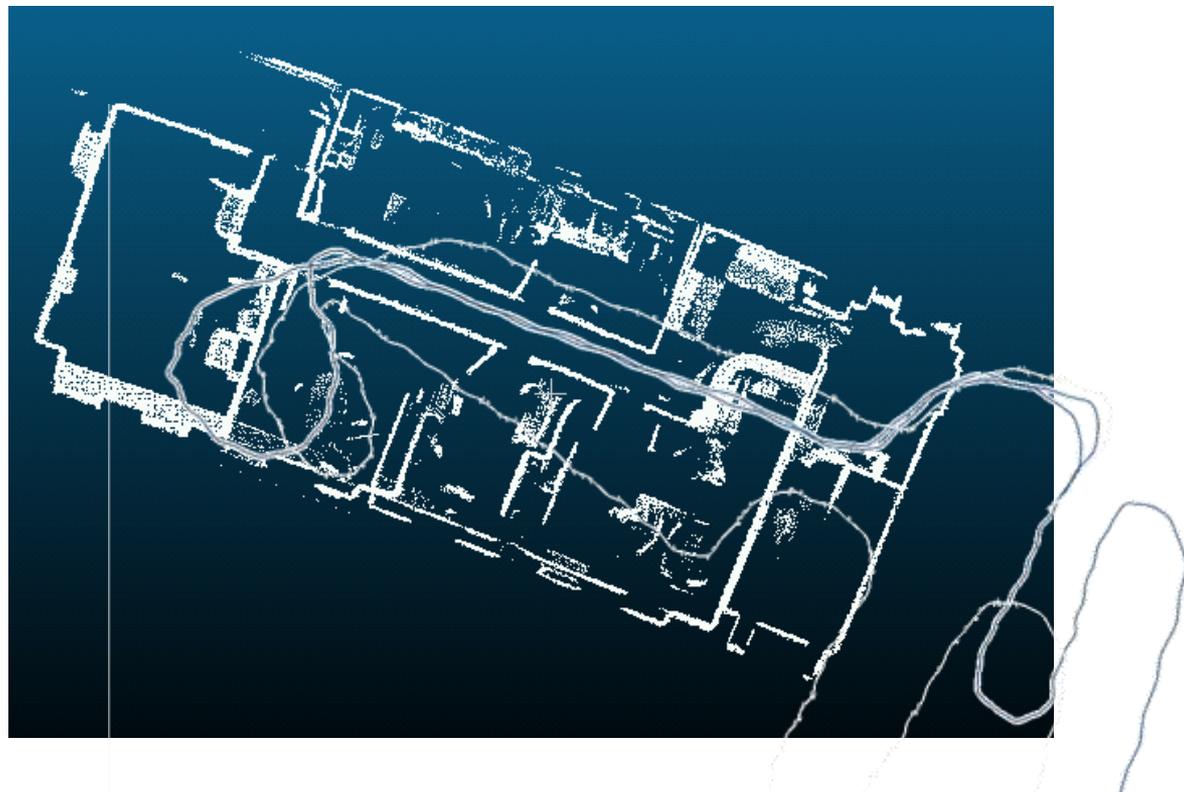
Технология SLAM

Хороший SLAM



Технология SLAM

Хороший SLAM



Погрешности SLAM

Наложения

- повторяющиеся паттерны
- длинные коридоры
- узкие места



Погрешности SLAM

Потери отслеживания

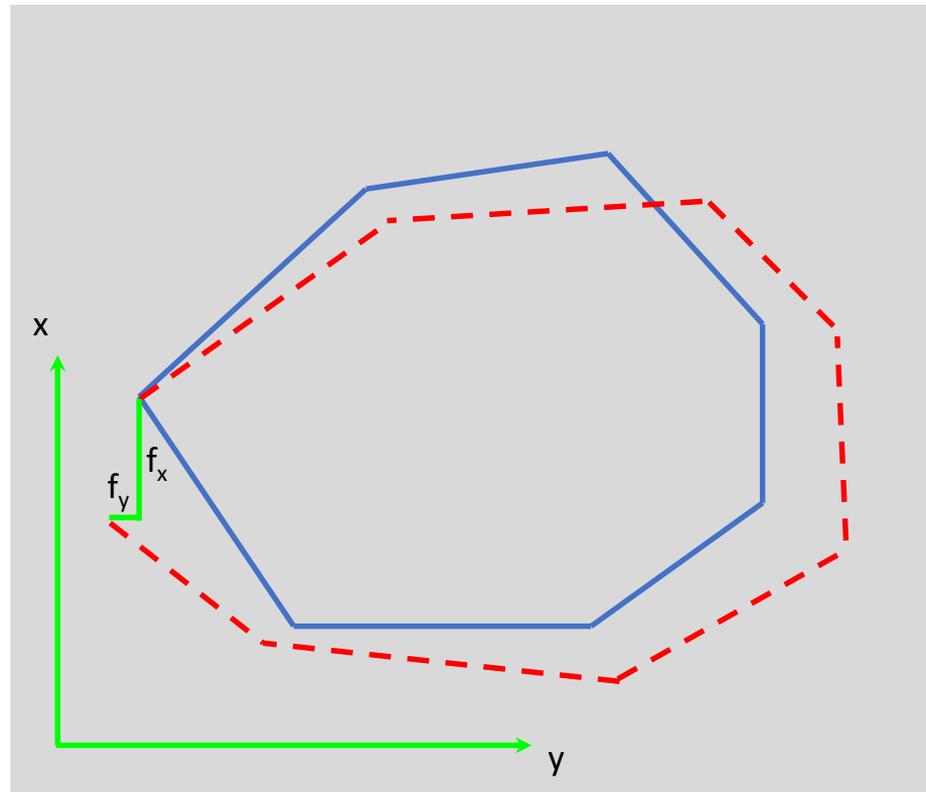
- «гладкие» поверхности
- объекты без особенностей



Погрешности SLAM

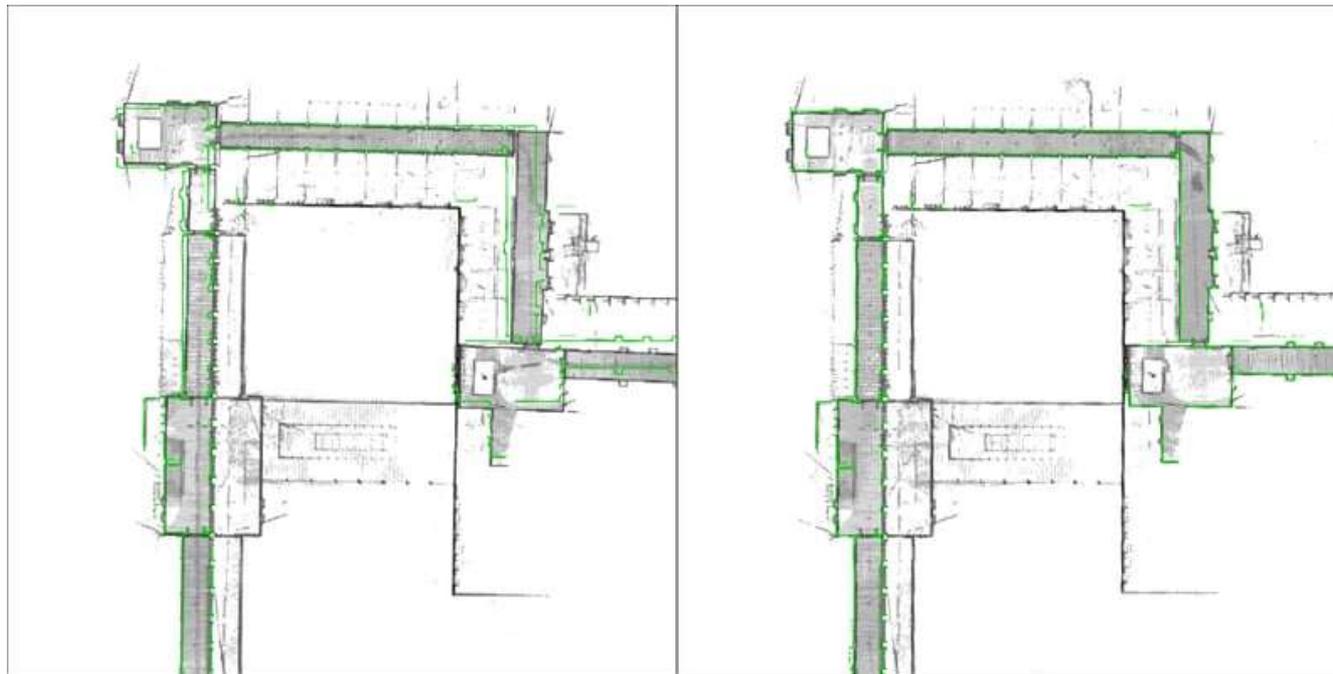
Невязки

- замыкание полигонов
- контрольные точки



Погрешности SLAM

Невязки



Погрешности SLAM

«Уход» траектории

- контрольные точки
- чем больше скорость, тем чаще нужны контрольные точки



Погрешности SLAM

Динамические объекты

- люди
- деревья в ветренную погоду



Почему SLAM сканеры не оптимальны?

Набор компонентов, а не интегрированное решение



Выбор лазерного сканера

Типы сканеров

Конструкция сканирующего блока влияет на качество и вид облака точек

■ Профилографы

Один луч, большая скорость вращения
50-600 Гц

■ Многолучевые

16/32 лучей, скорость сканирования
5-20 Гц

■ Твердотельные

Большой срок службы, низкая точность,
малая дальность

Параметры сканеров

■ Скорость сканирования

Подстраиваем под задачи

■ Дальность сканирования

Не всегда дальше = лучше

■ Частота вращения

Объем данных vs детальность

■ Количество отражений

Получаем рельеф в разных условиях

■ Погрешность измерений

Цена vs изобразительное качество

■ И еще более 10 параметров

Лучше один раз увидеть, а лучше сравнить

Дальность сканирования



400 м
100 кгц



20 – 30 т/м²

Дальность сканирования

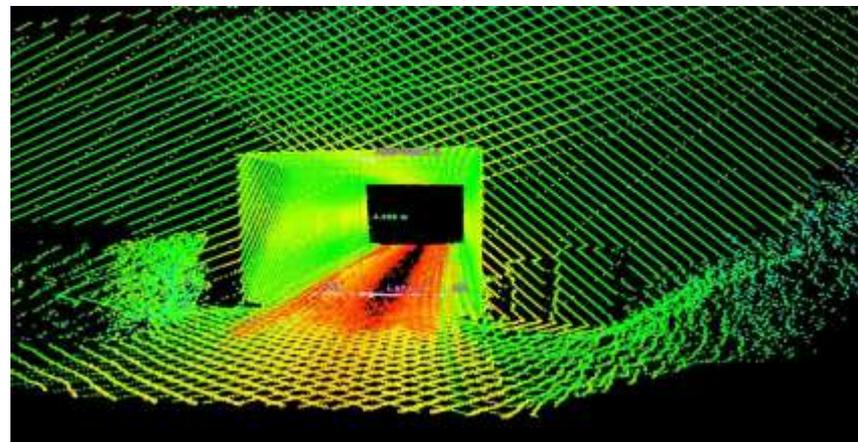
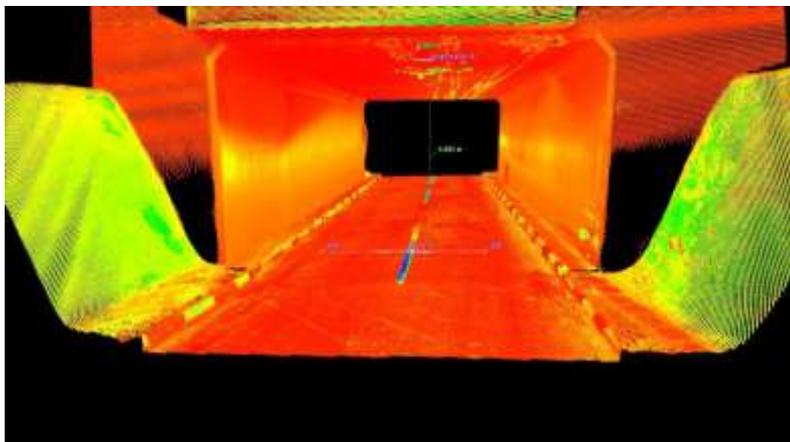


150 м
500 кгц

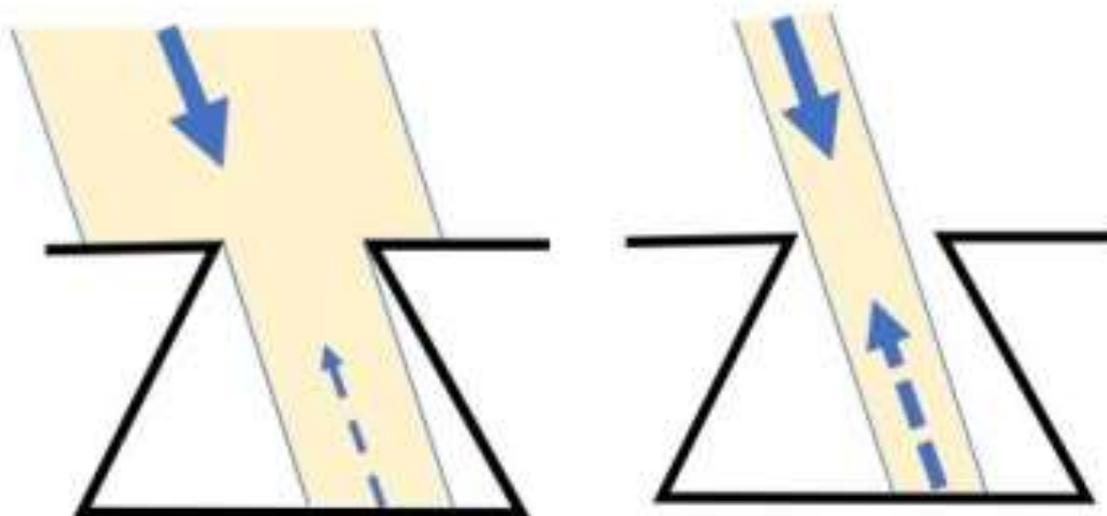
200 – 300 т/м²



Частота вращения



Диаметр пятна лазера



Отличия сканирующих систем

Разные технологии



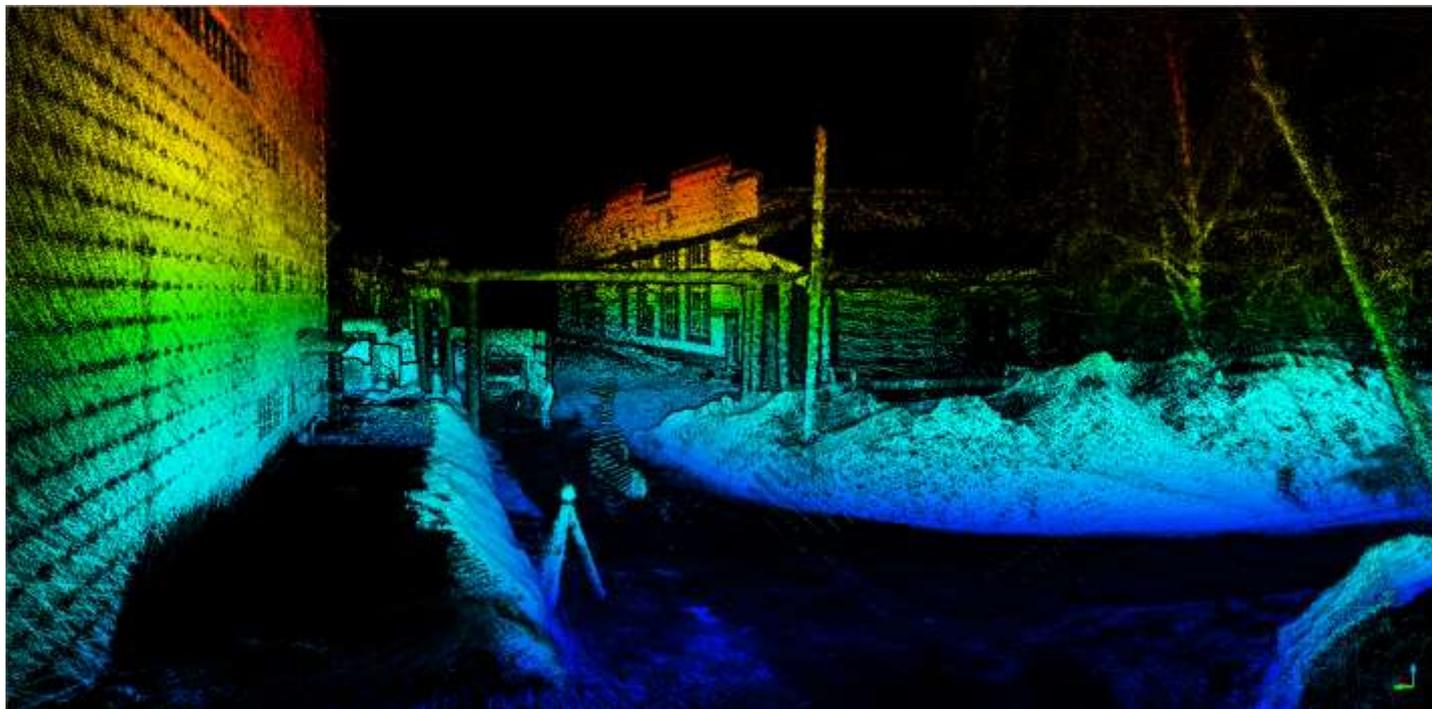
Бюджетная сканирующая система



Высокоточная сканирующая система

Отличия сканирующих систем

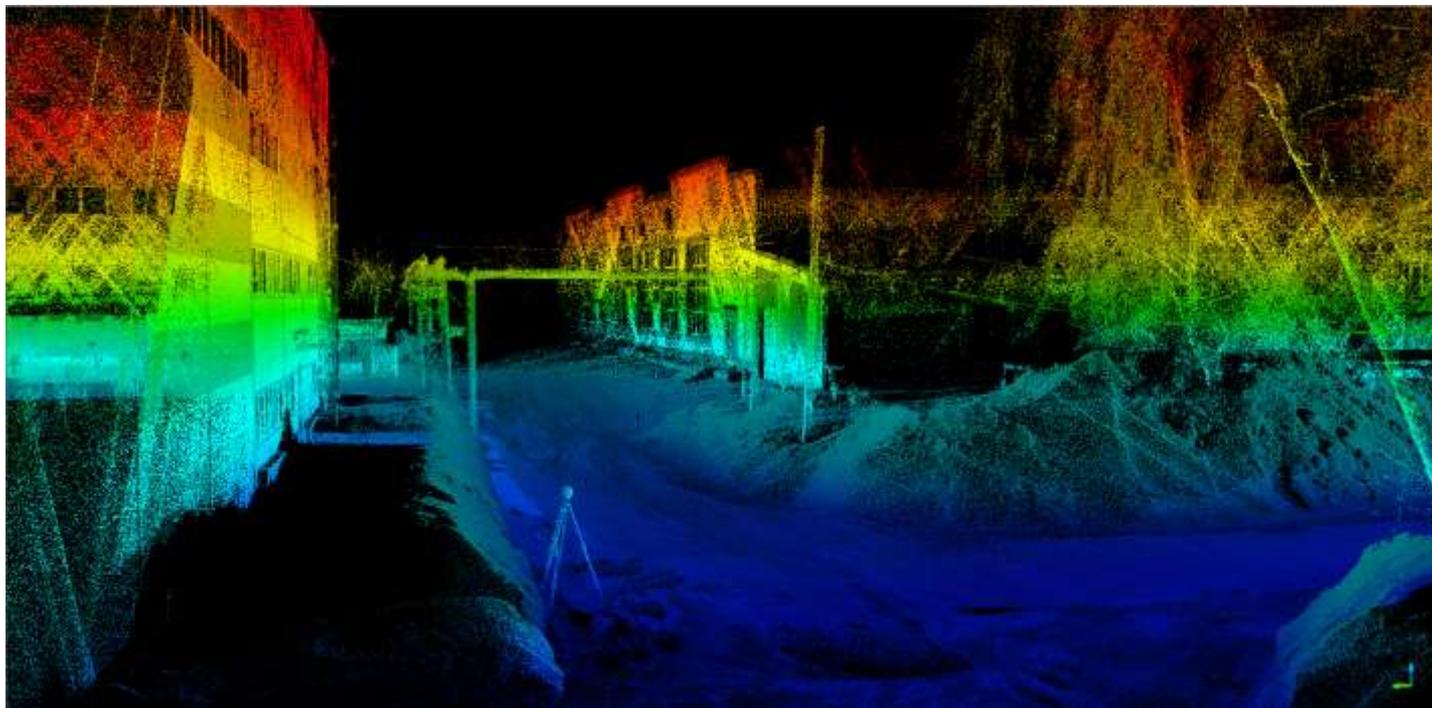
Разные технологии



Бюджетная сканирующая система

Отличия сканирующих систем

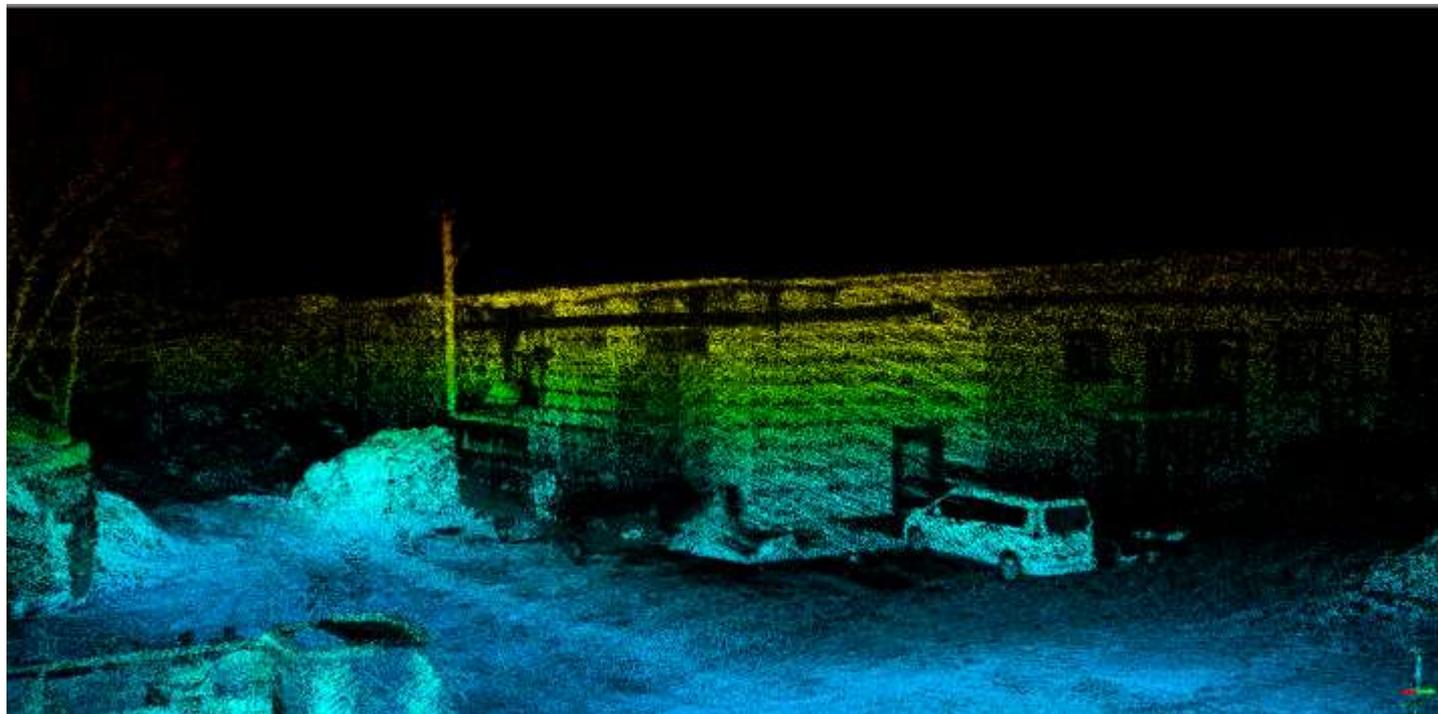
Разные технологии



Высокоточная сканирующая система

Отличия сканирующих систем

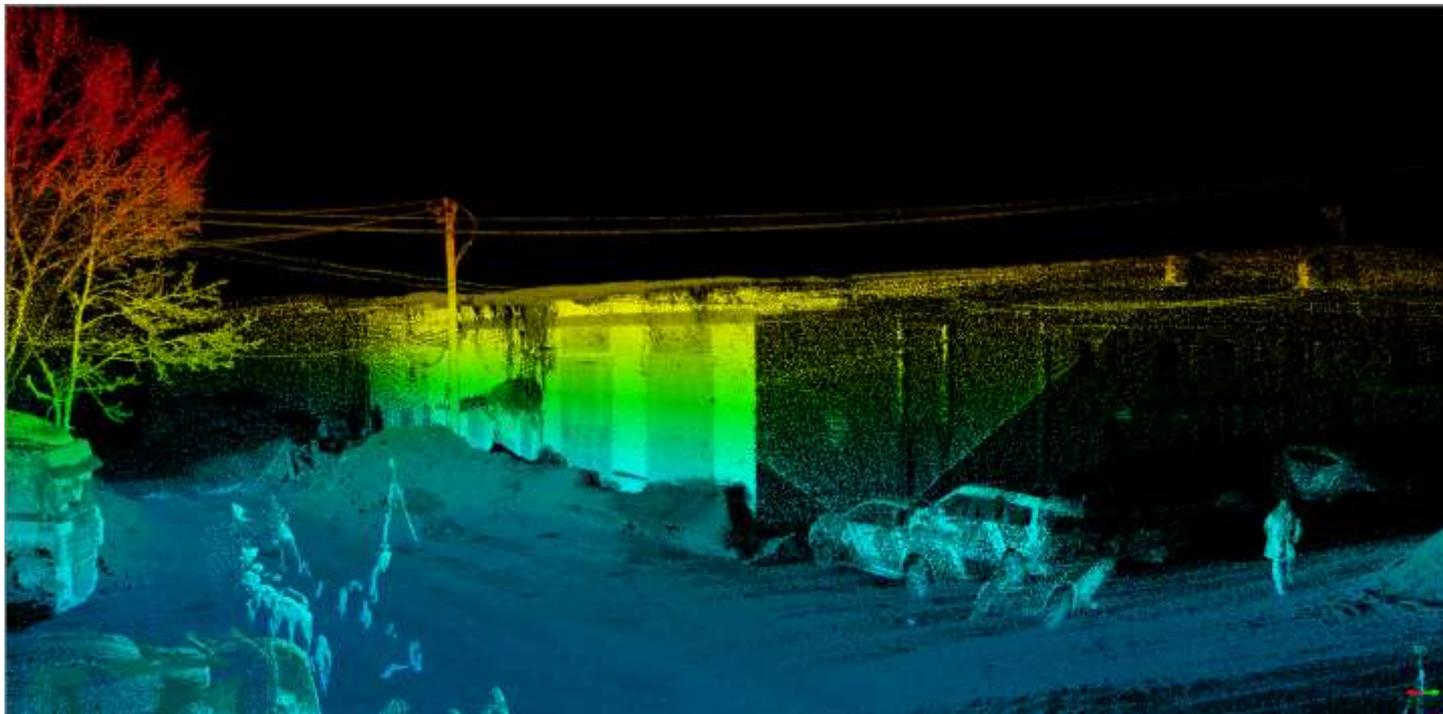
Разные технологии



Бюджетная сканирующая система

Отличия сканирующих систем

Разные технологии



Высокоточная сканирующая система

Отличия сканирующих систем

1. Погрешность измерений



Шум	СКП	Угловая разрешенность	Погрешность измерения угла
5мм @150 м	15мм @150 м	0.001°	<0.003°
20мм @20 м	20мм @20 м	0.05°	<0.1°

Отличия сканирующих систем

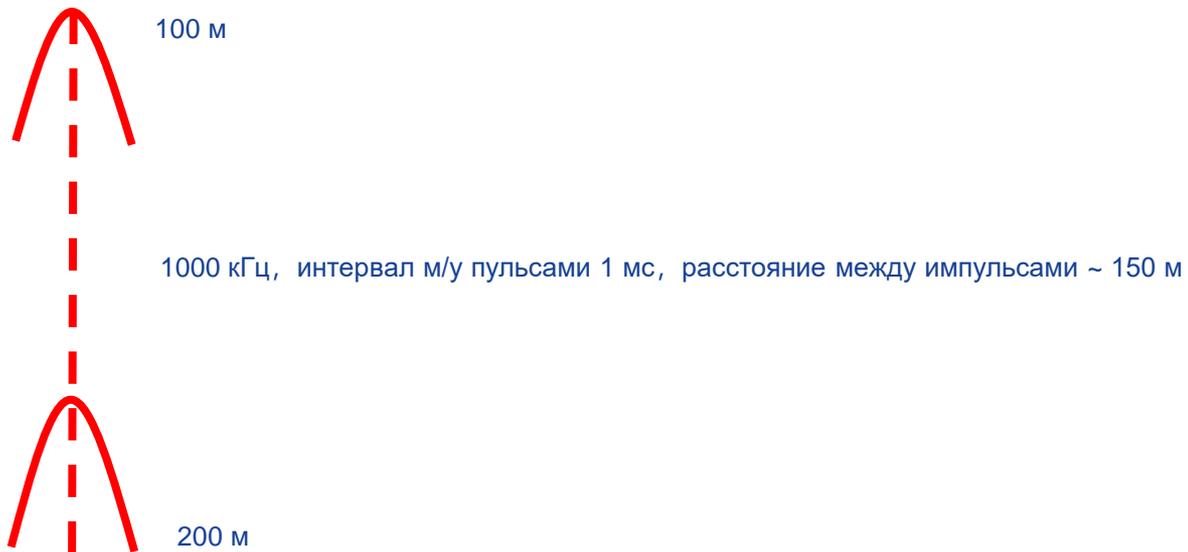
2. Максимальная дальность



Дальность	Высота полёта
500 – 6000 м	150 – 3000 м
100 – 500 м	50 – 150 м

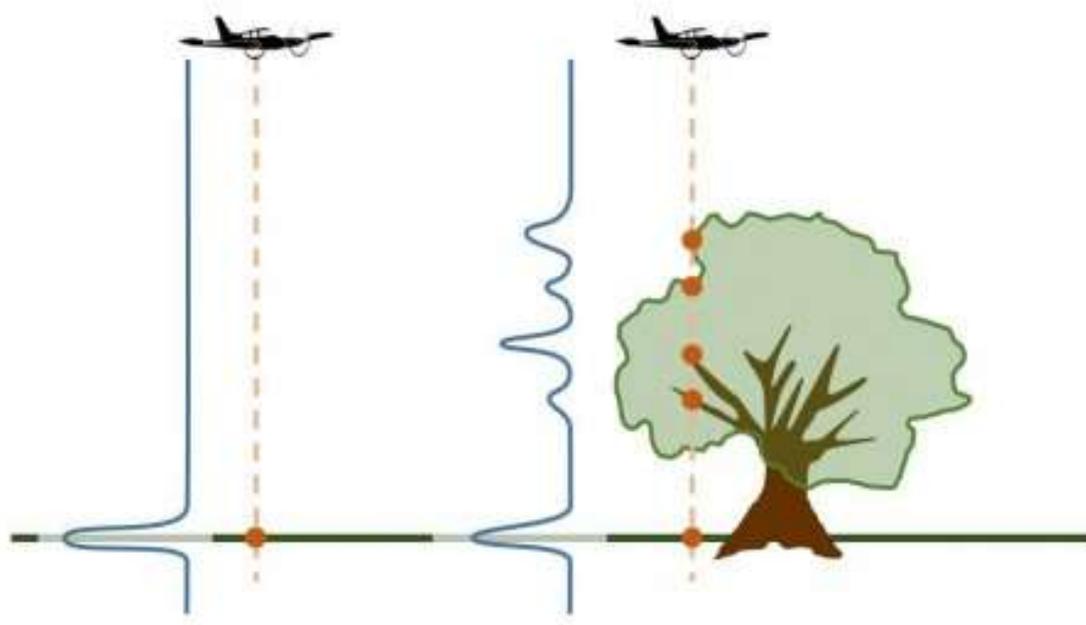
Отличия сканирующих систем

3. Количество импульсов и неоднозначность определения импульсов



Отличия сканирующих систем

4. Количество отражений



Решения СНСNAV

■ AlphaAir 450



■ AlphaAir 10



■ AlphaAir 15



■ AlphaUni 10



■ AlphaUni 20



■ RtkSlam10



AlphaAir 450

- высота полёта до **190** метров
- до **240 000** импульсов в секунду
- СКП – **5-10** см
- **0.95** кг
- до **3** отражений
- встроенная камера **26** Мп
- внесён в реестр СИ



AlphaAir 10

- высота полёта до **400** метров
- до **500 000** импульсов в секунду
- до **200** скан-линий/сек
- СКП – **15** мм на 150 м, шум – **5** мм
- **1.55** кг
- до **7** отражений
- встроенная камера **45** Мп
- в процессе внесения в реестр СИ



AlphaAir 15

- высота полёта до **800** метров
- до **2 000 000** импульсов в секунду
- до **600** скан-линий/сек
- СКП – **15** мм на 150 м, шум – **5** мм
- **2.5** кг
- до **16** отражений
- сменные камеры C5, C6, C30, PhaseOne
- в процессе внесения в реестр СИ



AlphaUni 10

- высота полёта до **190** метров
- до **640 000** импульсов в секунду
- до **20** скан-линий/сек
- СКП – **5** мм на **100** м, шум – **3** см
- **1.00** кг
- до **3** отражений
- встроенная камера **26** Мп
- установка на автомобиль – AP5, AP5-L, установка на рюкзак



AlphaUni 20

- высота полёта до **600** метров
- до **2 000 000** импульсов в секунду
- до **200** скан-линий/сек
- СКП – **2-5** мм на **150** м, шум – **5** мм
- **2.82** кг
- до **16** отражений
- сменные камеры C5, C6, C30, PhaseOne
- установка на автомобиль – AP5, AP5-L, установка на рюкзак



AlphaUni

Различные установки

AlphaPano 5



AlphaPano 5-L



AlphaPano 5-L
без Slam



Рюкзак



RS10

- и ГНСС, и SLAM
- работа сразу в СК
- **1.9** кг (вкл. ГНСС, камеры, батареи)
- макс. дальность **120 / 300** м
- **15** Мп встроенные камеры (3 x 5 Мп)
- до **60** мин от батареи, горячая замена
- рабочая температура от **-20°C** до **+50°C**
- технологии Vi-Ladar, SFix



Трудозатраты



Съёмка 10%

- Планирование
- Сканирование
- Фотографирование
- Привязка к СК
- Проверка

Облако точек 10%

- *Обработка траектории*
- Сшивка облаков
- Раскрашивание облаков
- Привязка к СК
- Чистка
- Сегментирование

Результат 80%

- Измерения
- Извлечение
- Моделирование
- ГИС
- ...

Решение геодезических задач

Для каждой из задач есть оптимальное решение. В остальных случаях нужно понимать ограничения технологий



SLAM. Где применение обосновано

■ Съёмка внутри помещений

Быстро, но не всегда точно

■ Топографическая съёмка

Быстро и детально

■ Подеревная съёмка

Быстро и детально, нет сложностей с ГНСС

■ Инвентаризация

Быстро и детально, нет сложностей с ГНСС

■ Подсчёт объемов

Быстро, но могут быть слепые зоны

■ Кадастр

Быстро, но не видно крыш

SLAM. Где применение НЕ обосновано

■ Съёмка внутри помещений

Когда требуется мм погрешности

■ Съёмка для 3D моделирования

Шумно, потеря деталей

■ Сканирование с воздуха

Есть более оптимальные решения

Большая масса

Зависимость от поверхности

■ Мобильное сканирование

Очень низкая скорость для качественного результата

■ Фасадная съёмка

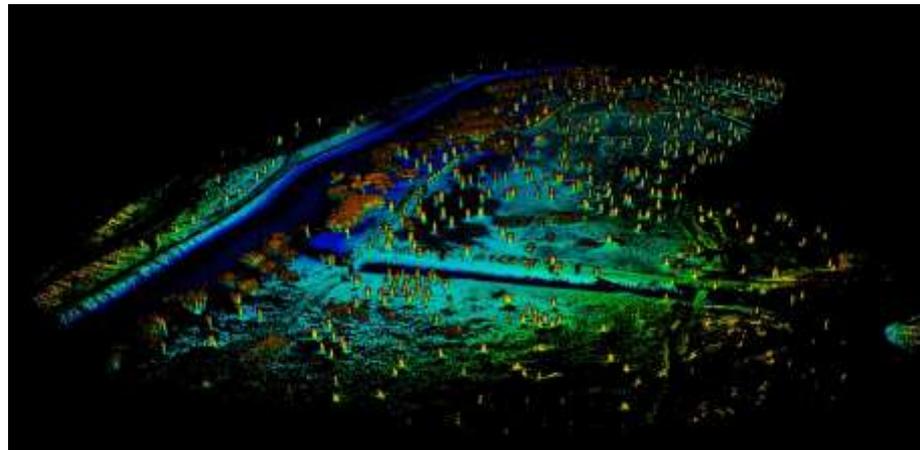
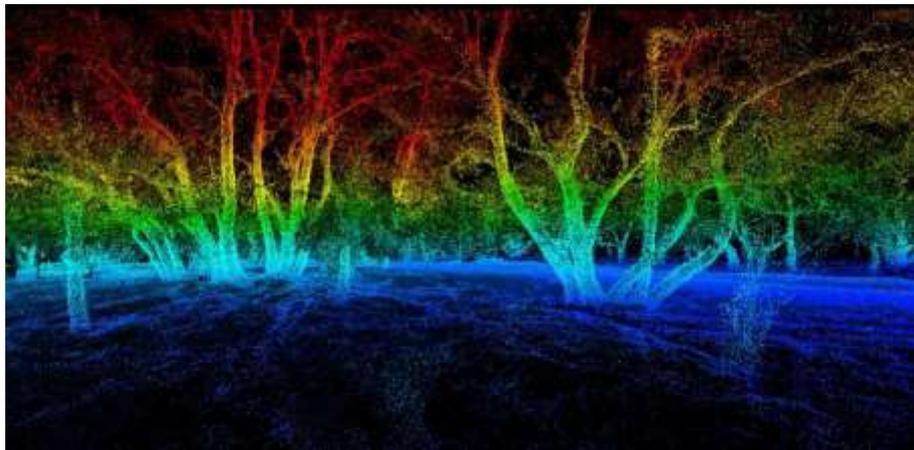
Шумно, потеря деталей

■ Сканирование дорог

Есть более оптимальные решения

Влияние многих факторов, приводящих к некачественному результату

SLAM. Где применение обосновано



ВЛС. Где применение обосновано

■ Открытые пространства

Быстро vs детальность

■ Топографическая съёмка

Быстро и детально. Требуется досъемка с земли

■ Лесотаксация

Для автоматических алгоритмов требуется большая плотность и хорошее качество облака

■ Инвентаризация

Для объектов, видимых с воздуха

■ Подсчёт объемов

Быстро и просто

■ Съёмка протяженных объектов

Дороги, ЛЭП

ВЛС. Где применение НЕ обосновано

- **Съёмка внутри помещений**

Для ВЛС требуются данные ГНСС

- **Фасадная съёмка**

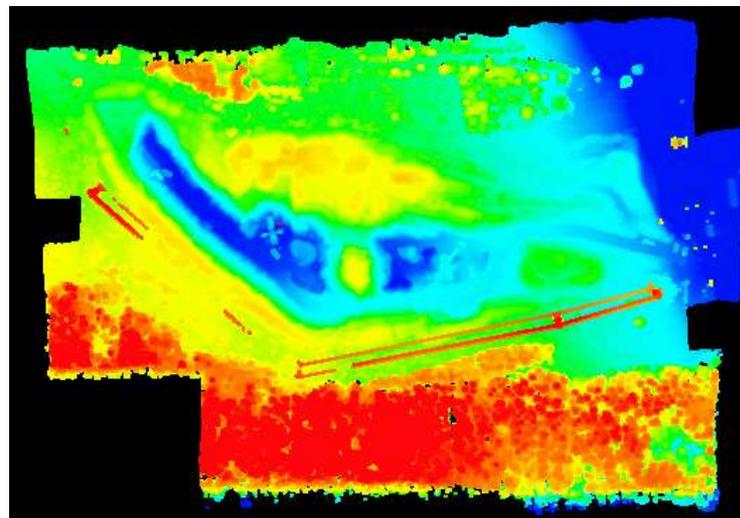
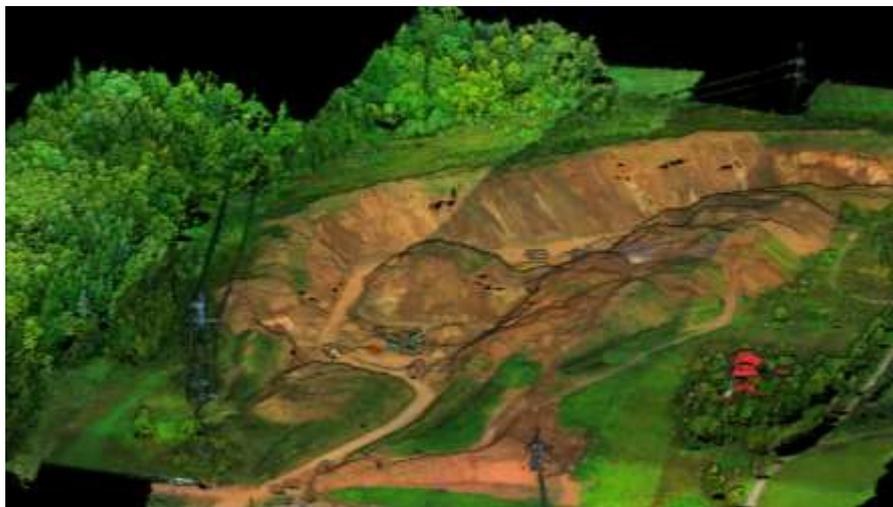
Стены не видны полностью, низкая
детальность при больших высотах

- **Запретные для полёта зоны**

Летать невозможно

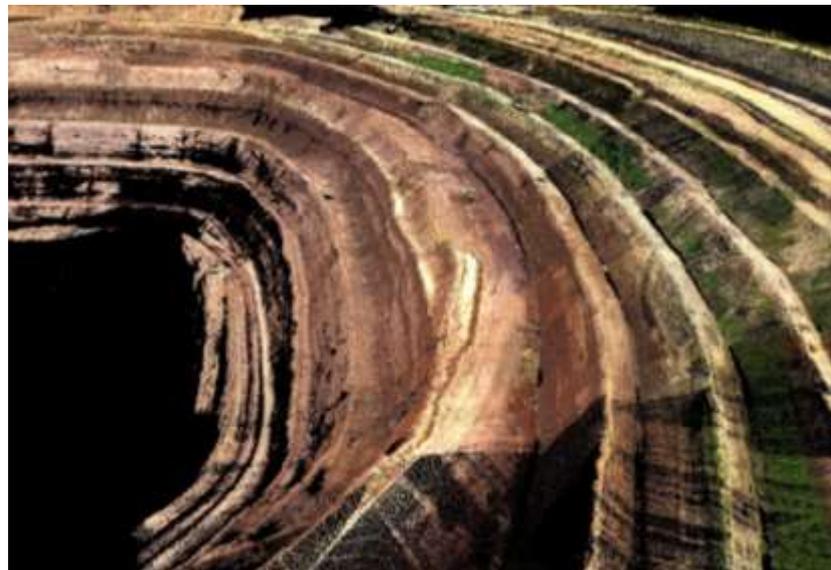
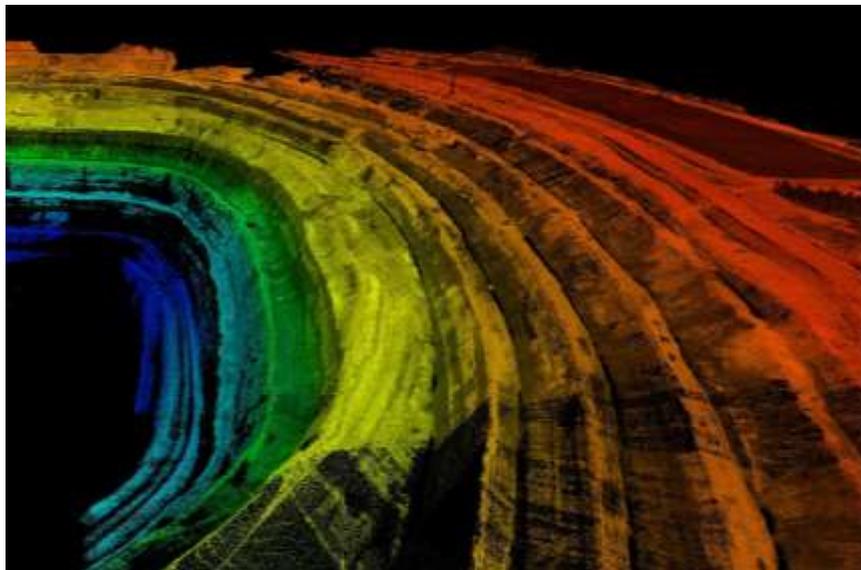
ВЛС. Где применение обосновано

AlphaAir 450, M300. Карьер, 100 м, 10 м/с



ВЛС. Где применение обосновано

AlphaAir 10, M300. Карьер, 150 м, 10 м/с, 300 кГц, 250 скан линий



МЛС. Где применение обосновано

■ Протяженные объекты

Быстро и детальность

■ Топографическая съёмка

Там, где можно проехать

■ Подеревная съёмка

Там, где нельзя летать, но можно пройти или проехать

■ Инвентаризация

Для объектов, не видимых с воздуха

■ Подсчёт объемов

Там, где нельзя летать

■ Кадастр

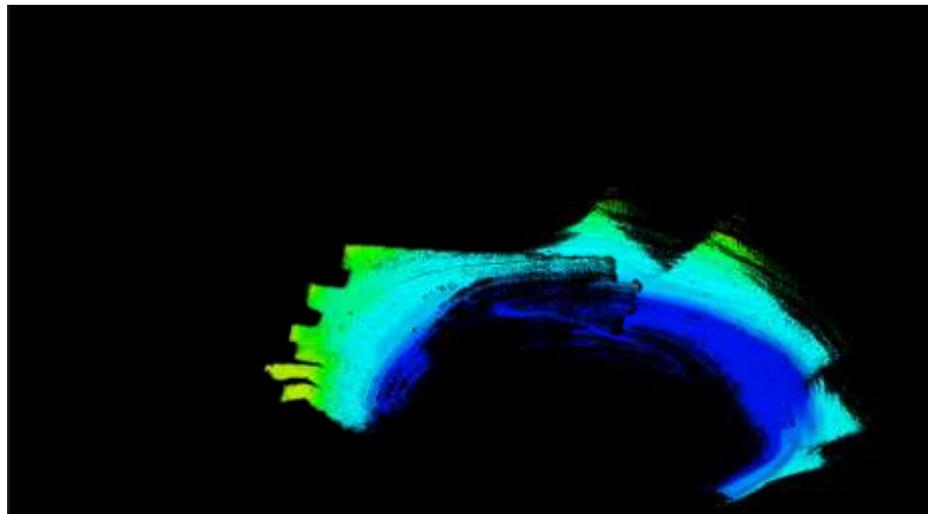
Там, где нельзя летать, но можно пройти или проехать

МЛС. Где применение НЕ обосновано

- **Малые по протяженности объекты**
Быстрее выполнить другими методами
- **Плотная городская застройка**
Плохие условия для ГНСС
- **Где не требуется детальность**
Быстрее выполнить другими методами
- **Где невозможно проехать**
Или пройти
- **Где нужна съёмка сверху**
Инспекция крыш, создание ортофотопланов
- **В безопасных местах**
Если есть прямой доступ к объекту, проще снять другими методами

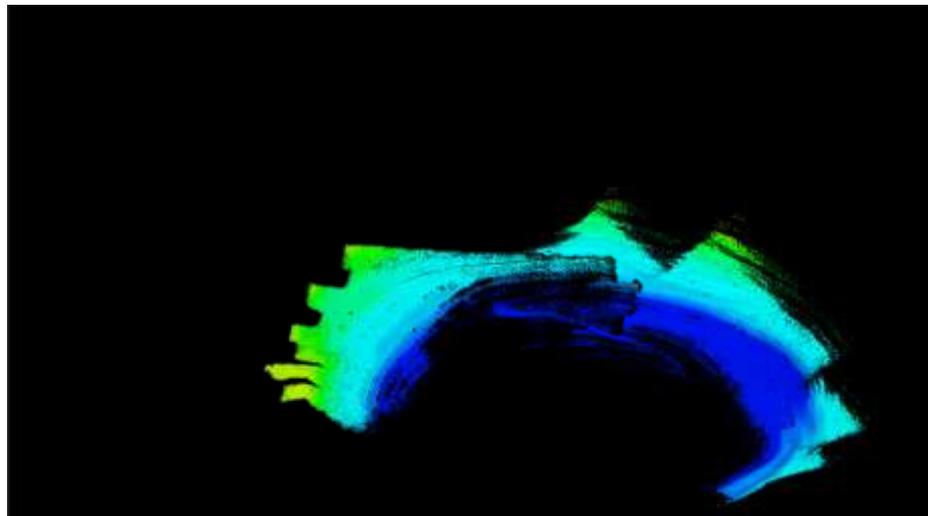
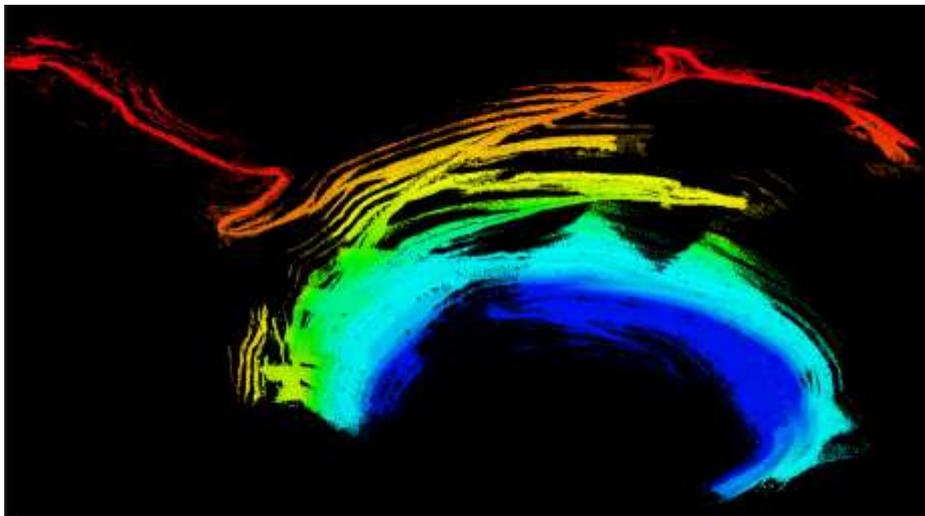
МЛС. Где применение обосновано

AlphaUni 10, авто + М300. Карьер, 150 м, 10 м/с



МЛС. Где применение обосновано

AlphaUni 10, авто + М300. Карьер, 150 м, 10 м/с



И в заключении

- 01** Для грамотного подбора сканера нужно знать то, где он будет применяться и какие задачи решать
- 02** Важно знать и понимать, как на конечный результат влияют параметры сканера
- 03** Технологии не стоят на месте. Информация в данной презентации устарела как только вы с ней ознакомились. Знания всегда надо актуализировать
- 04** Нет идеального сканера, который решал бы все задачи одинаково хорошо. Даже универсальные сканеры имеют свои недостатки

Ресурсы компании

- Отдел продаж: info@prin.ru
- Сервисный центр: service@prin.ru
- Техподдержка: support@prin.ru
- Учебный центр: edu@prin.ru

Техподдержка



PRIN_support



prinsupport



prin_support_bot



+7 995 112 34 91

ПРИН в соцсетях

t.me/s/prin_izmeryayem_mir

vk.com/pringeo



ПРИН – эксперт в области лазерного сканирования



8 800 222 34 91
prin.ru

3d.prin.ru

