

БЕСПИЛОТНАЯ ОТРАСЛЬ 2023 16-17.02



Ключевые системы навигации
в помещении для беспилотников

Илья Попов

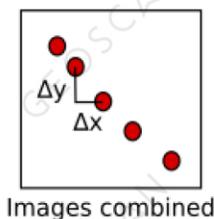
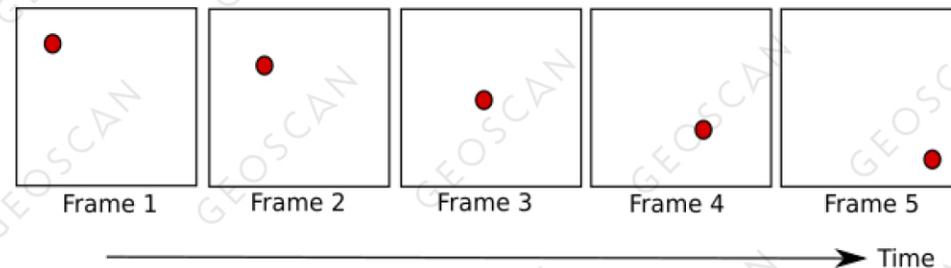
Программист отдела ПО для РЭА
ГК «Геоскан»

План лекции

- 1. Системы навигации в помещении: мировая практика**
- 2. Опыт Геоскана**
- 3. Перспективы развития**
- 4. Ответы на вопросы**



Визуальная одометрия: навигация по оптическому потоку



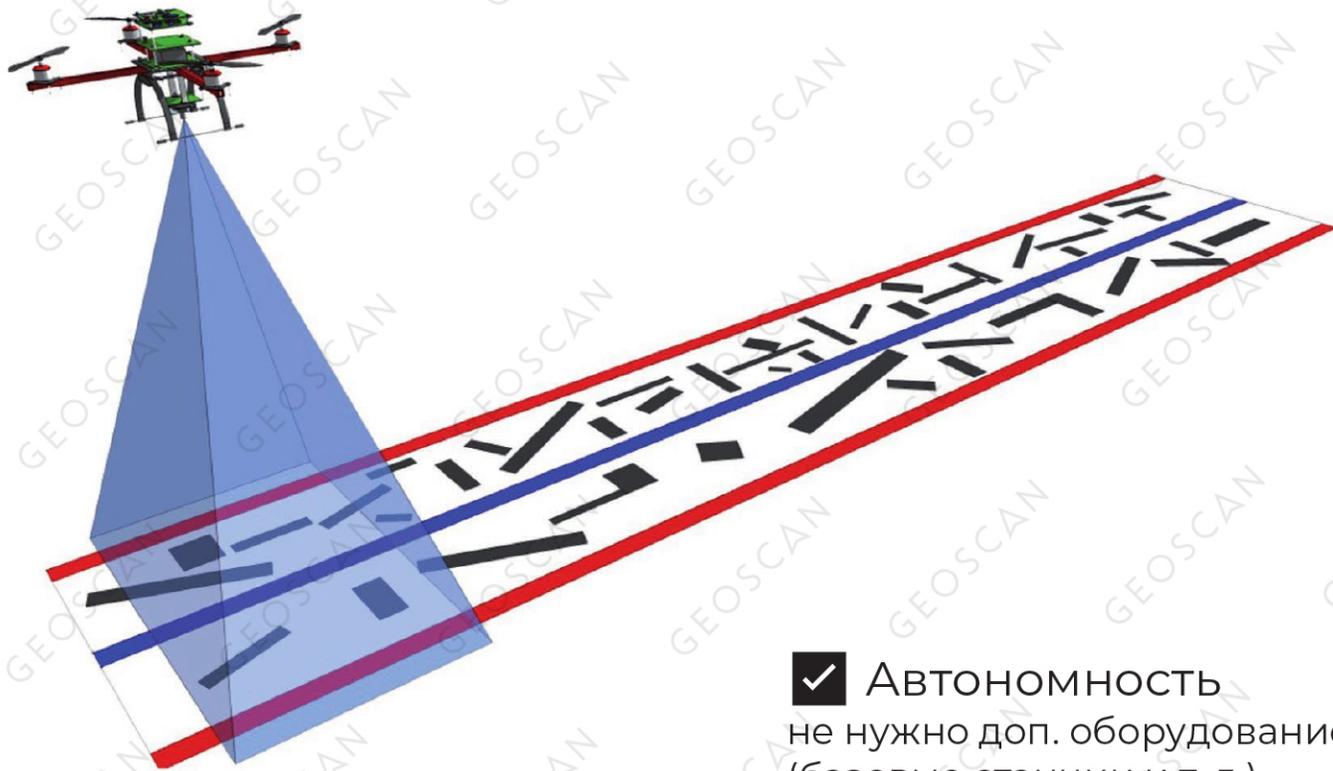
Микросхема навигации
по оптическому потоку

+ лазерный
дальномер

=



Визуальная одометрия: навигация по оптическому потоку



✓ Автономность
не нужно доп. оборудование
(базовые станции и т. д.)

✓ Дешевизна

✗ Накапливает ошибку

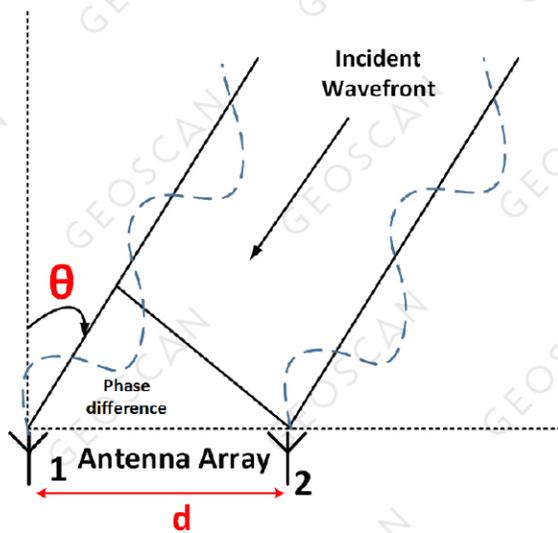
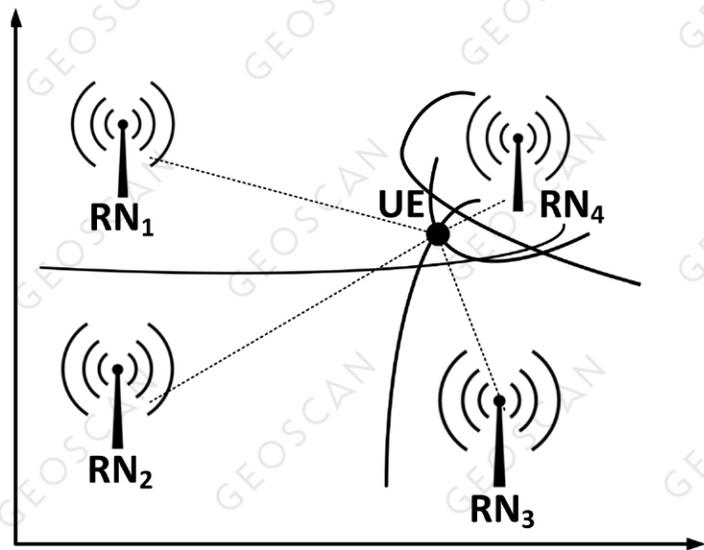
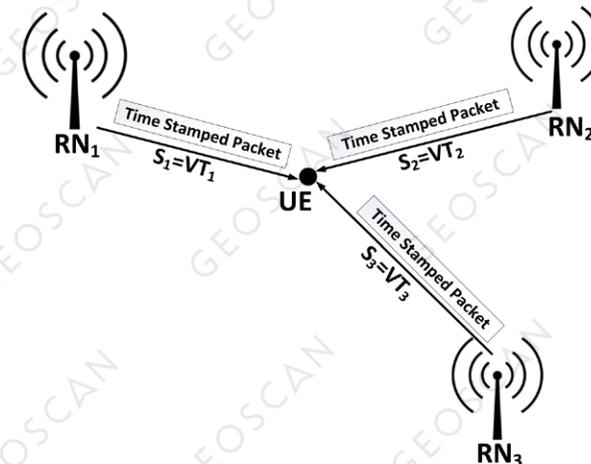
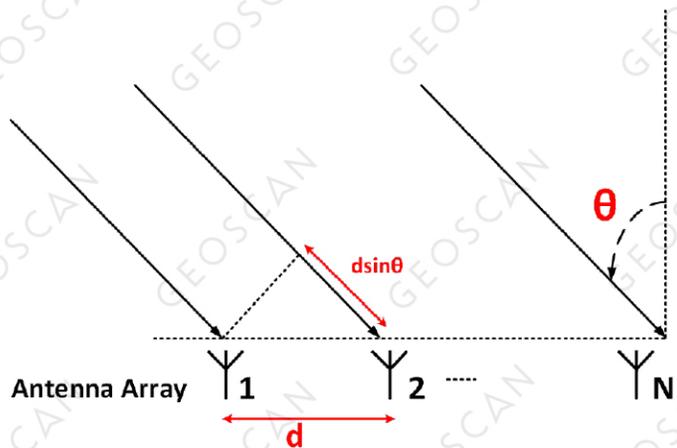
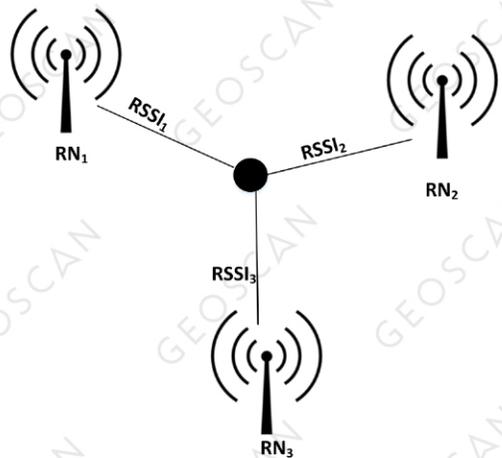
✗ Точность зависит от свойств
поверхности и освещенности

✗ Точность резко падает
с ростом высоты полета

✗ Скорость полета ограничена

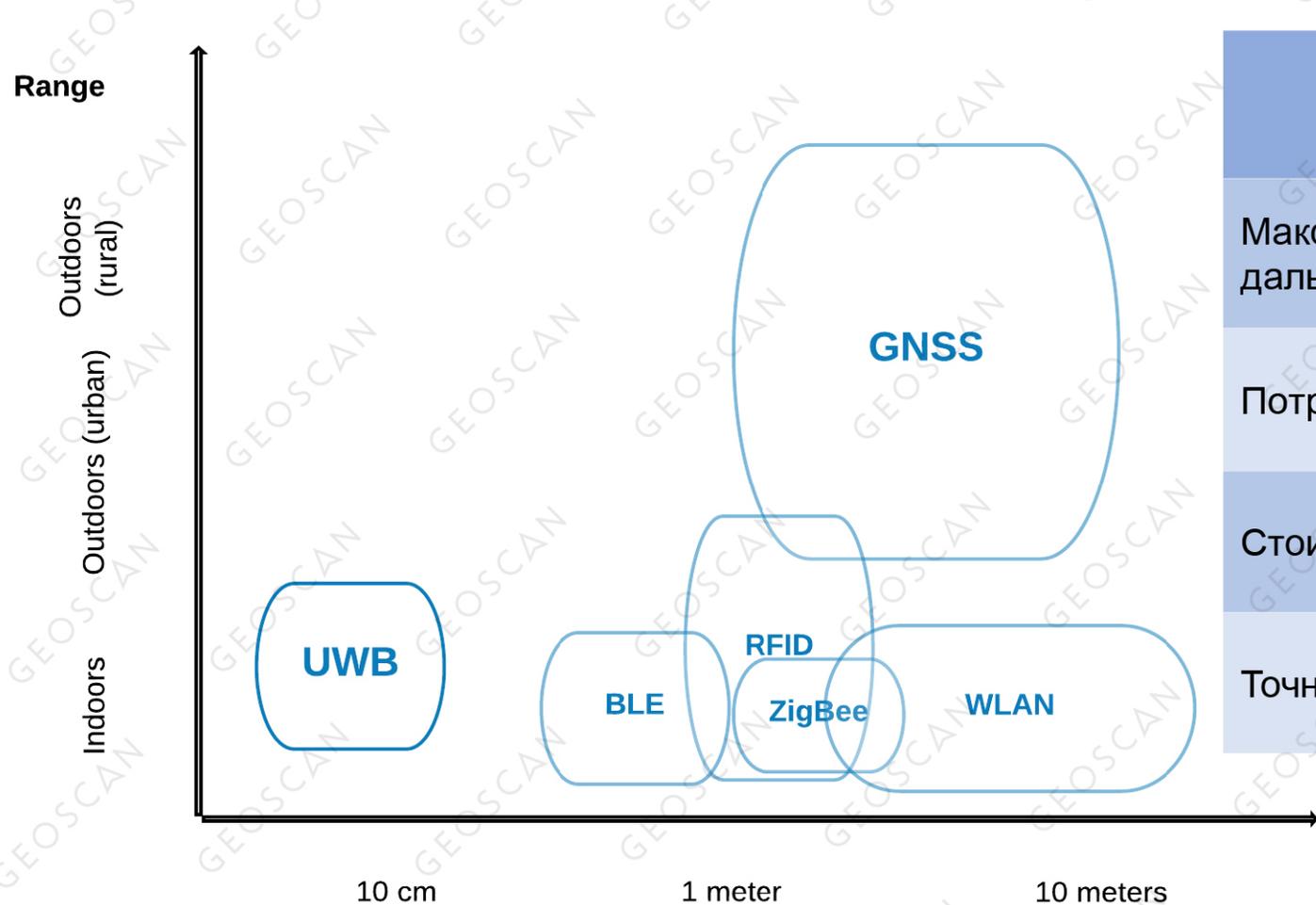
✗ Изменение рельефа дает
ложный скачок высоты

Радиоволны: адаптируем системы связи для навигации



1. Received Signal Strength Indicator (RSSI)
2. Angle of Arrival (AoA)
3. Time of flight (ToF)
4. Time Difference of Arrival (TDoA)
5. Phase of Arrival (PoA)

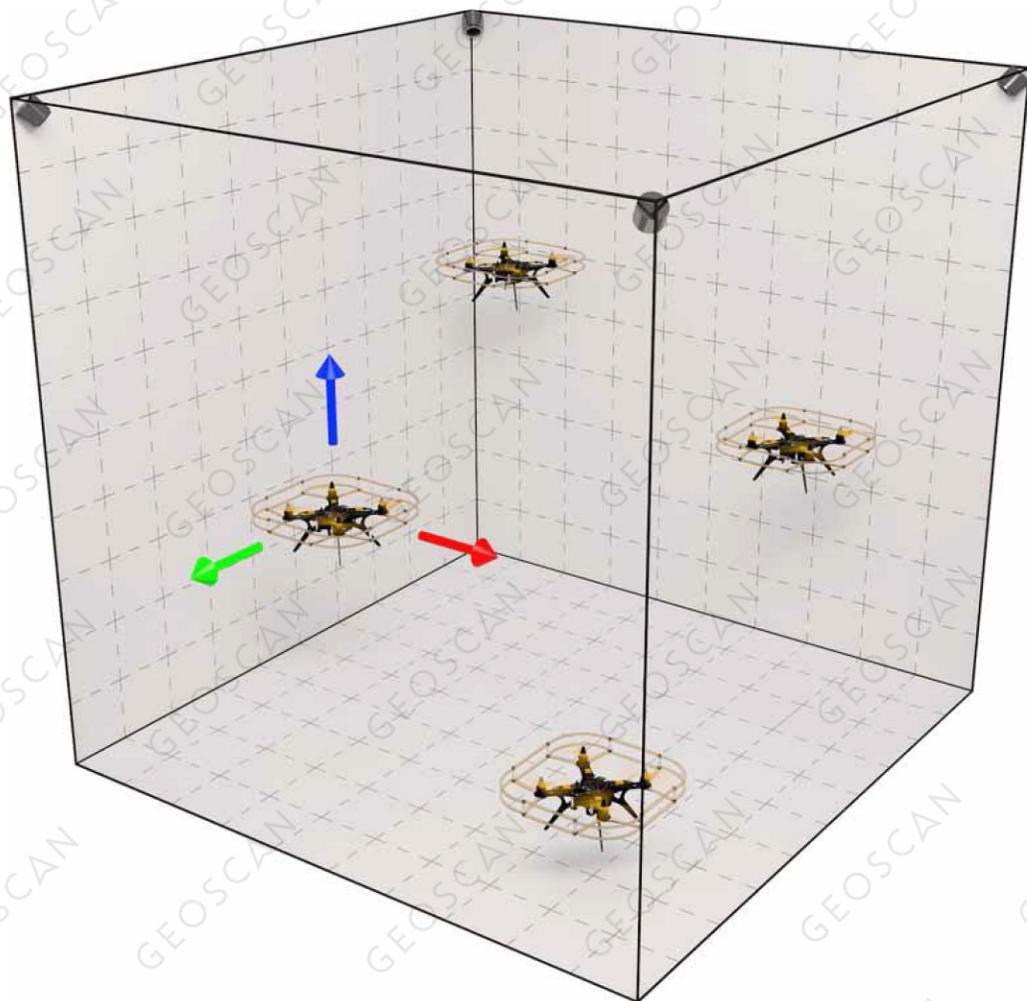
Радиоволны: адаптируем системы связи для навигации



	RFID	UWB	Zig Bee	WLAN	Blue tooth
Макс. дальность, м	200	20	30	35	100
Потребление	низк.	низк.	оч. низк.	умер.	низк.
Стоимость	низк.	выс.	низк.	низк.	низк.
Точность	1-2 м	2-20 см	3 м	3-30 м	< 1 м

Данные на 2019 год

Ультразвуковые системы навигации: язык дельфинов



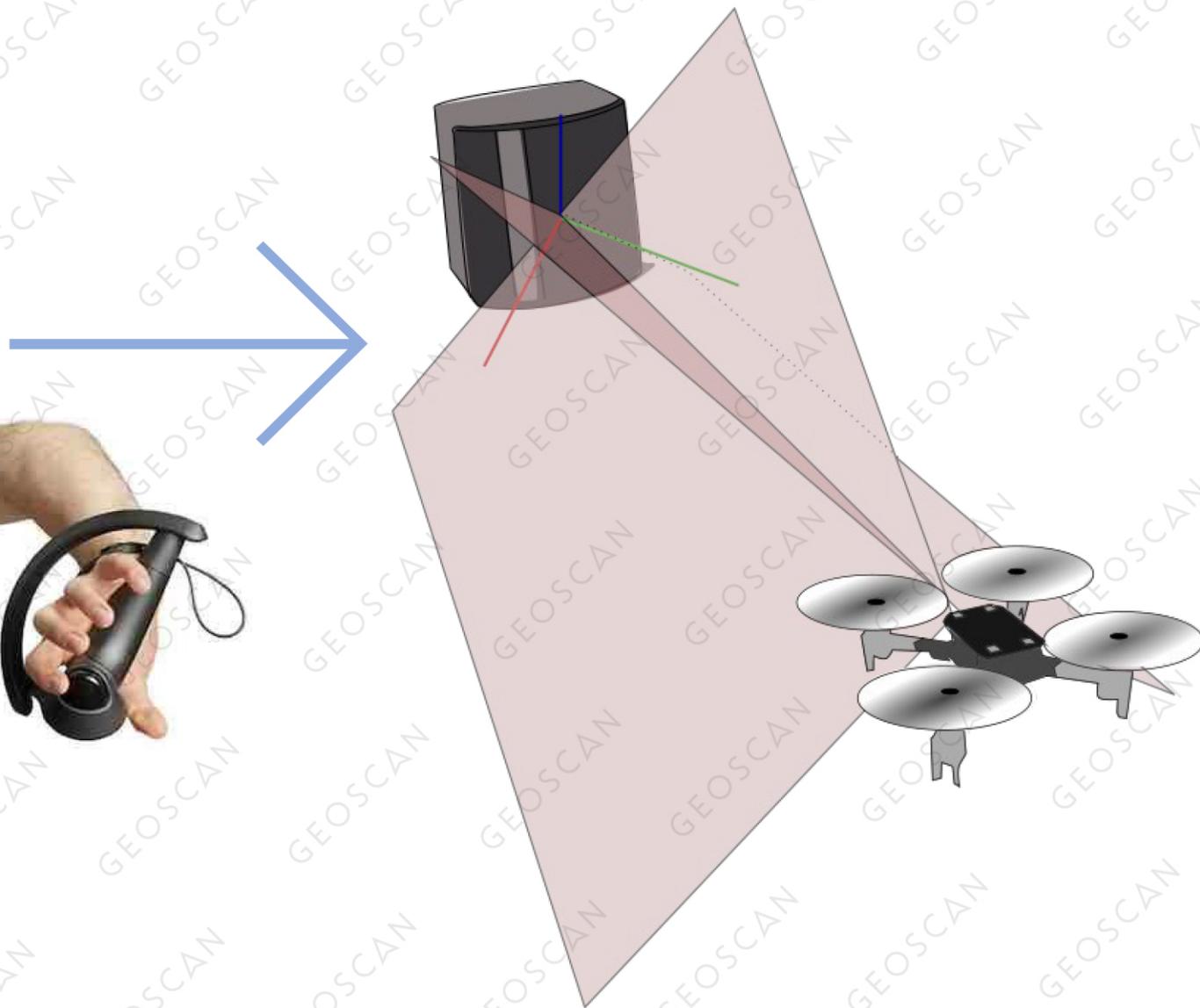
	Частота обновления	Точность	Площадь
Cricket (MIT)	1 Гц	10 см	—
Buzz	33 Гц	4–10 см	—
Dolphin	20 Гц	3 см	3,5 x 2,6 м
Marvelmind	0,05–25 Гц	2 см	до 30 x 30 м
Geoscan LocUs	50 Гц	2 см XY, 5 см Z	8 x 8 м 11 x 11 м

Ультразвуковые системы навигации: язык дельфинов

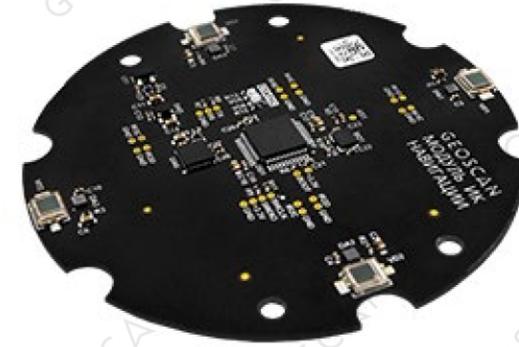
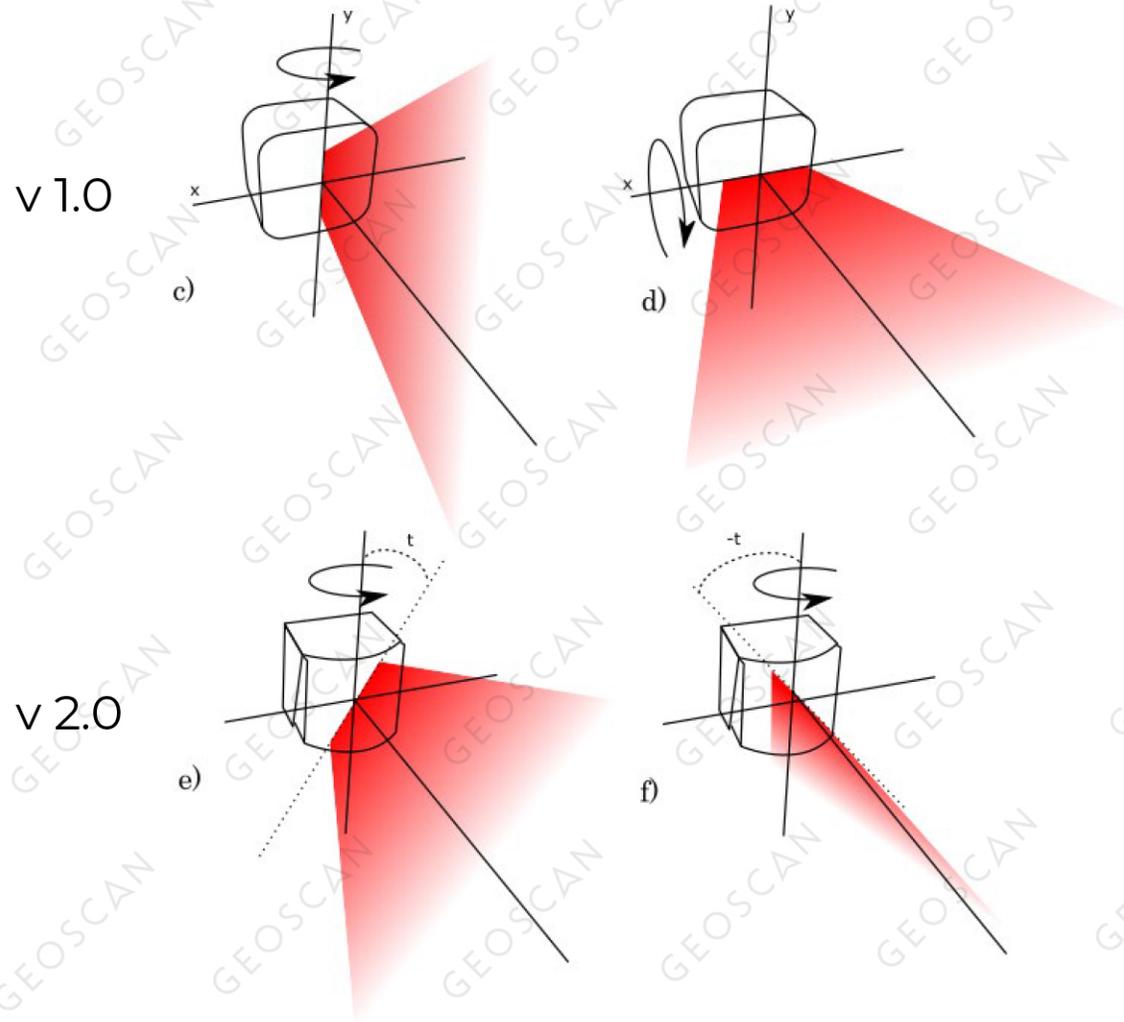


	Вес	Габариты
Мобильный маяк Marvelmind	59 г	55 × 55 × 65 мм
Геоскан Пионер, бортовой модуль УЗ-навигации в помещении	11 г	37 × 60 × 13 мм

Оптическая триангуляция: система ИК-навигации LightHouse



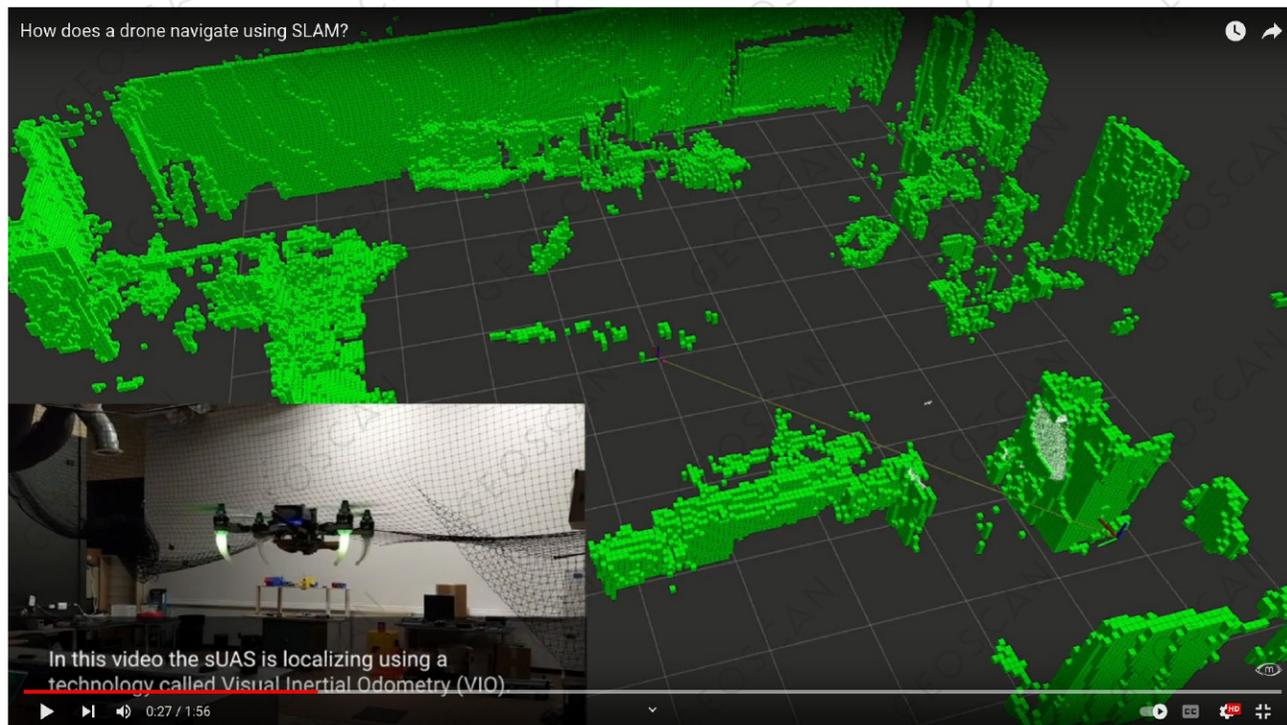
Оптическая триангуляция: система ИК-навигации LightHouse



Геоскан Пионер, модуль ИК-навигации

- ✓ Простота в использовании
достаточно установить базовую станцию
- ✓ Высокая точность
2–4 см по результатам тестов BitCraze
- ✗ Область работы по одной
базовой станции: в радиусе 4 м
в рабочем диапазоне углов

Черная кошка в темной комнате: LiDAR и SLAM



✓ Подходит для работы в любом помещении
если VSLAM — требования к освещенности

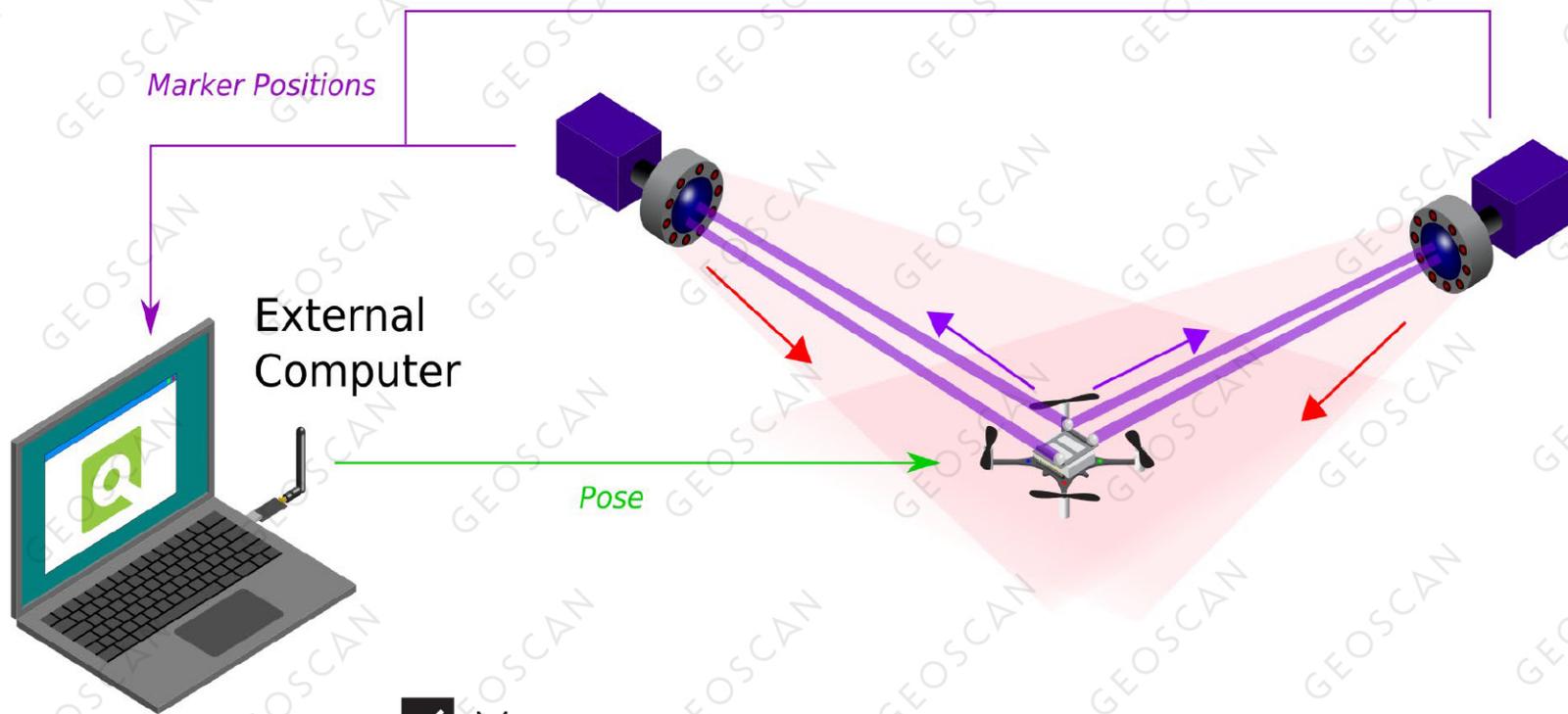
✗ Высокая стоимость

✗ Значительный вес на борту

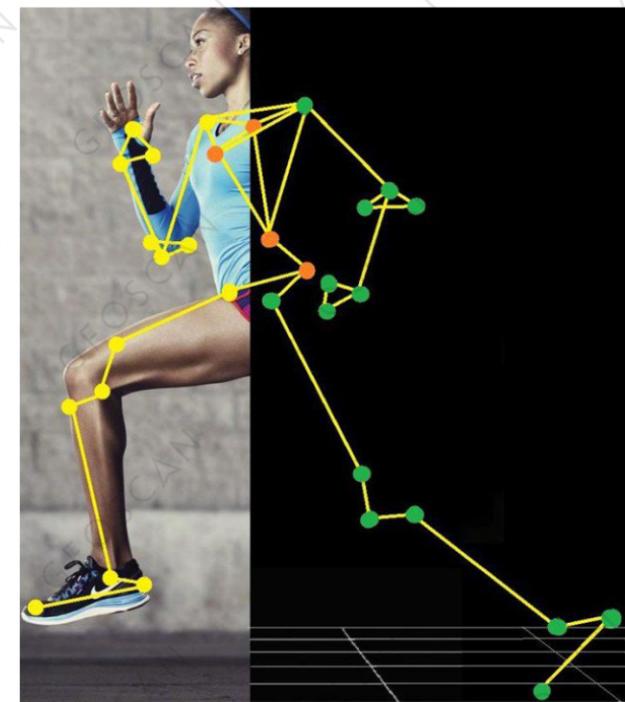
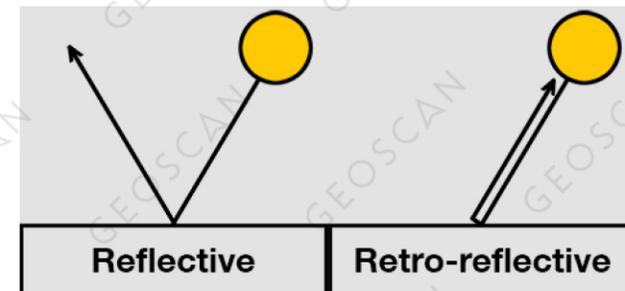
📄 Упор не на точность, а на автономность, облет препятствий в неизвестном пространстве

LiDAR	Light Detection and Ranging	обнаружение и определение дальности с помощью света
SLAM	Simultaneous Localization and Mapping	одновременная локализация и построение карты

Motion capture: любой каприз за ваши деньги



- ✓ Максимальная для существующих систем точность (доли миллиметра)
- ✗ Очень высокая стоимость
- 📄 Используется как эталонная система для измерения точности других систем навигации



**БЕСПИЛОТНАЯ
ОТРАСЛЬ
2023
16-17.02**

Спасибо за внимание!

Илья Попов

Программист отдела ПО для РЭА

i.popov@geoscan.aero

Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 22л

Москва, Колпачный переулок, д. 6, стр. 3

8 800 333-84-77, +7 812 363-33-87

info@geoscan.aero

geoscan.aero

GEOSCAN