

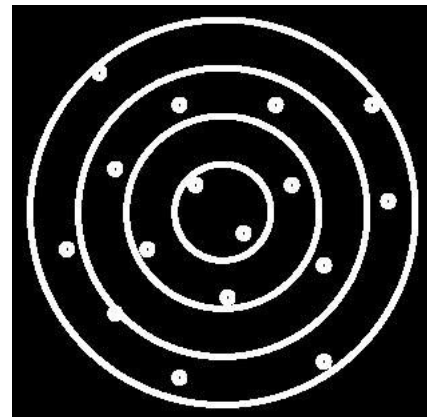
Система внутреннего позиционирования

(с точностью ± 2 см)

Для автономных транспортных средств, роботов, дронов, погрузчиков и людей



Задача



Проблема

- **GPS не работает в помещениях:**
 1. Нет прямой видимости спутников
 2. Точность определения местоположения измеряется в метрах, а не в сантиметрах (что необходимо в помещениях)
- Другие системы внутреннего позиционирования — UWB, Bluetooth-маяки, одометрия, магнитометры, WiFi RSSI, лазерная триангуляция, оптические и др. — имеют собственные существенные ограничения: как правило, это точность, стоимость или габариты
- Без точного и своевременного определения местоположения автономная навигация невозможна

Решение



- **Готовая к использованию система внутреннего позиционирования на основе стационарных ультразвуковых маяков, объединённых по радиointерфейсу в безлицензионном диапазоне ISM**
- Местоположение мобильного маяка, установленного на работе (транспортном средстве, дроне, человеке), вычисляется на основе задержки распространения ультразвукового сигнала до набора стационарных ультразвуковых маяков с использованием трилатерации

Внутренний «GPS» (± 2 см)

- **Конфигурация Starter Set:**

- 1 x мобильный маяк — 119 EUR
- 4 x стационарных маяка — 4x119 EUR
- 1 x modem/router — 119 EUR
- Всё необходимое программное обеспечение включено



Готовая к использованию 3D (x, y, z) система за 599 EUR

Starter Set обеспечивает покрытие площади до 1 000 м²
Получите дополнительные стационарные маяки для расширения зоны
покрытия до 200 000 м² и более

Избранные клиенты

Клиенты в 50+ странах

На рынке с 2014 года

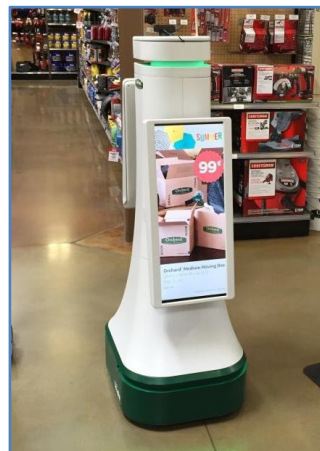


Сценарий использования: Автономные роботы



- 1) Автоматическая доставка (10–100 кг) на складах и сборочных предприятиях
- 2) Модифицированные версии для специализированных применений: сканирование, распыление, инспекция, фотометрия, различные виды повторяющихся измерений

Рекламные роботы с высокотехнологичным шармом — шоу, торговые центры, конференции, музеи



Микродоставка (1–10 кг) в промышленной среде: образцы, датчики, камеры



Сценарий использования: Автономные дроны



Автономные беспилотные летательные аппараты для управления запасами и проведения инспекций в помещениях

Сфера применения: Транспортные средства

Сценарий использования:

- Отслеживание транспортных средств, багги, тележек, вилочных погрузчиков и других мобильных активов на складах, в пассажирских и грузовых зонах аэропортов, в тоннелях и шахтах

Решаемые проблемы:

- Аварии: столкновения и превышение скорости
- Повреждение оборудования и товаров
- Утраченные или недостаточно используемые мобильные активы

Преимущества:

- Точное знание того, кто, что и где делает => повышение производительности
- Данные о скорости, ускорении и местоположении мобильных объектов в режиме реального времени => повышение производительности
- Предотвращение аварий и снижение страховых и других предотвратимых затрат



Сфера применения: Люди

Отслеживание местоположения сотрудников на заводах, под землёй, в метро или тоннелях, на строительных площадках, железнодорожных станциях или под мостами

Сфера применения:

- Подземные объекты/горнодобывающая промышленность/метро
- Строительные площадки
- Заводы
- Опасное производство
- Нефтеперерабатывающие заводы и газовые компании



- Повышение производительности
- Повышение безопасности

Безопасность при работе кранов и присутствии людей

Мобильная зона геозонирования на стреле крана

Ind. Super-Beacon



Super-Modem



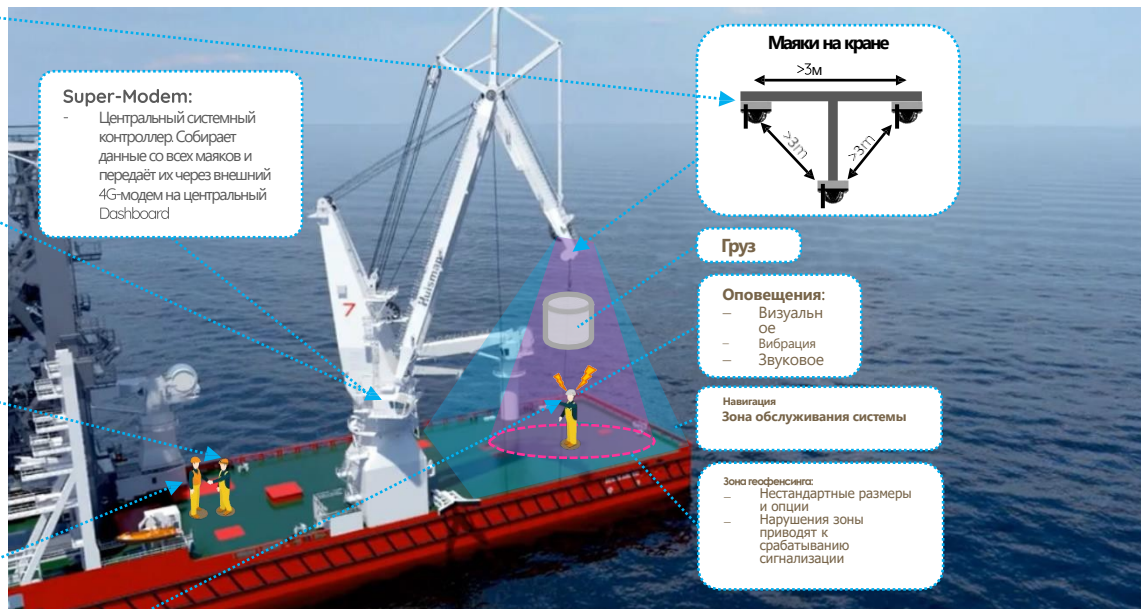
Фара Marvelmind



Жилет Marvelmind



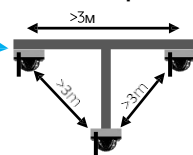
Каска Marvelmind



Super-Modem:

- Центральный системный контроллер. Собирает данные со всех маяков и передаёт их через внешний 4G-модем на центральный Dashboard

Маяки на кране



Груз

Оповещения:

- Визуальное
- Вибрация
- Звуковое

Навигация

Зона обслуживания системы

Зона геозонирования:

- Нестандартные размеры и опции
- Нарушения зоны приводят к срабатыванию сигнализации

Задача:

- Предотвращение опасного сближения и столкновения груза с человеком

Решение:

- Система Marvelmind Indoor GPS, установленная непосредственно на кране с мобильной зоной геозонирования, которая перемещается вслед за стрелой крана

Конфигурация:

- N x Industrial Super-Beacon-Plastic (устанавливается на стреле)
- N x Marvelmind Headlight (1 на каждого рабочего, размещается на каске)
- 1 x Super-Modem (размещается в центре)

Принцип работы:

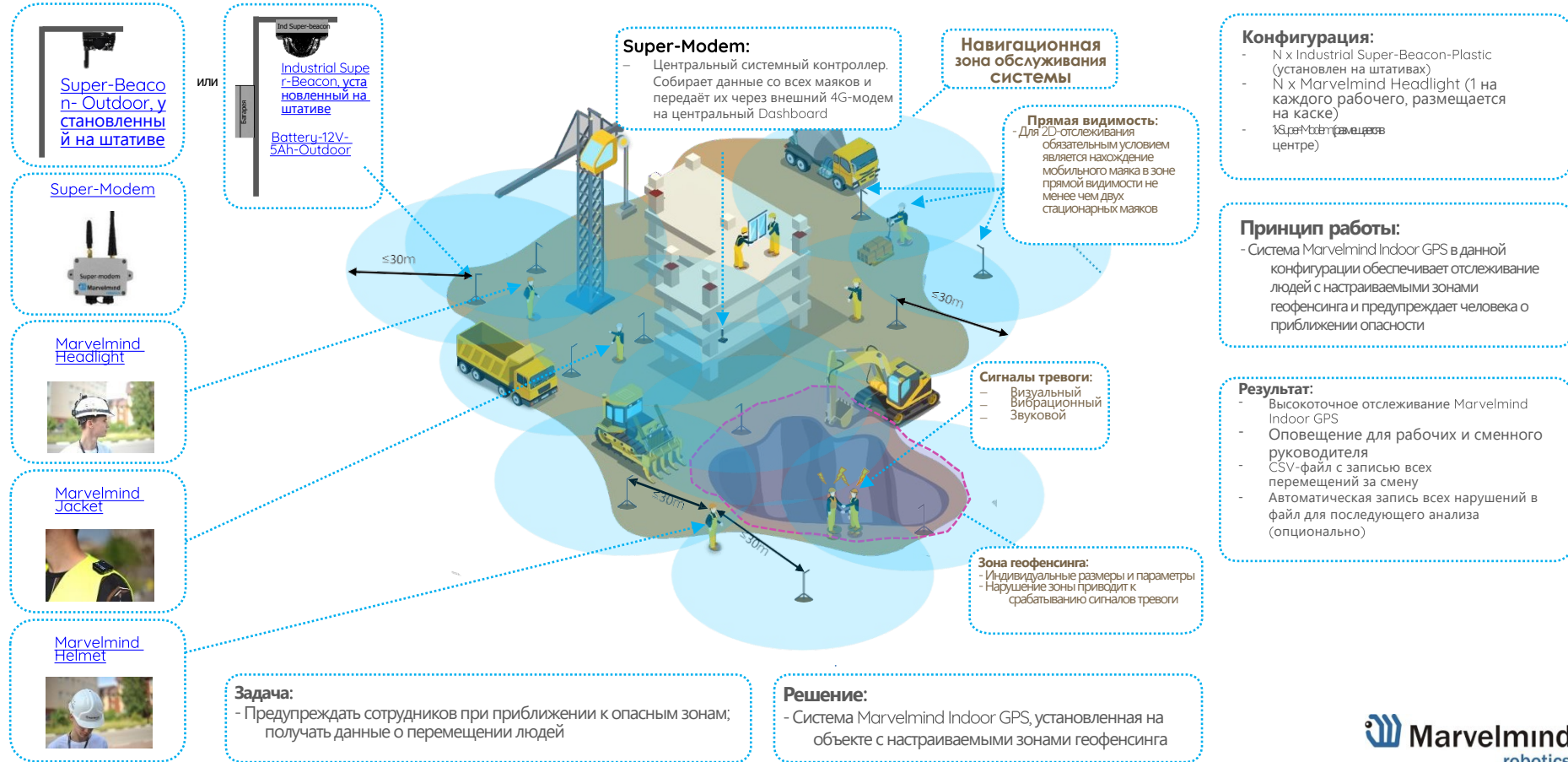
- В данной конфигурации конец стрелы крана является картой, вход в зону геозонирования которой предупреждает работника и оператора об опасном сближении

Результат:

- Высокоточное отслеживание Marvelmind Indoor GPS
- Оповещение для рабочих и сменного руководителя
- CSV-файл с записью всех перемещений в течение смены
- Автоматическая запись всех нарушений в файл для дальнейшего анализа (опционально)

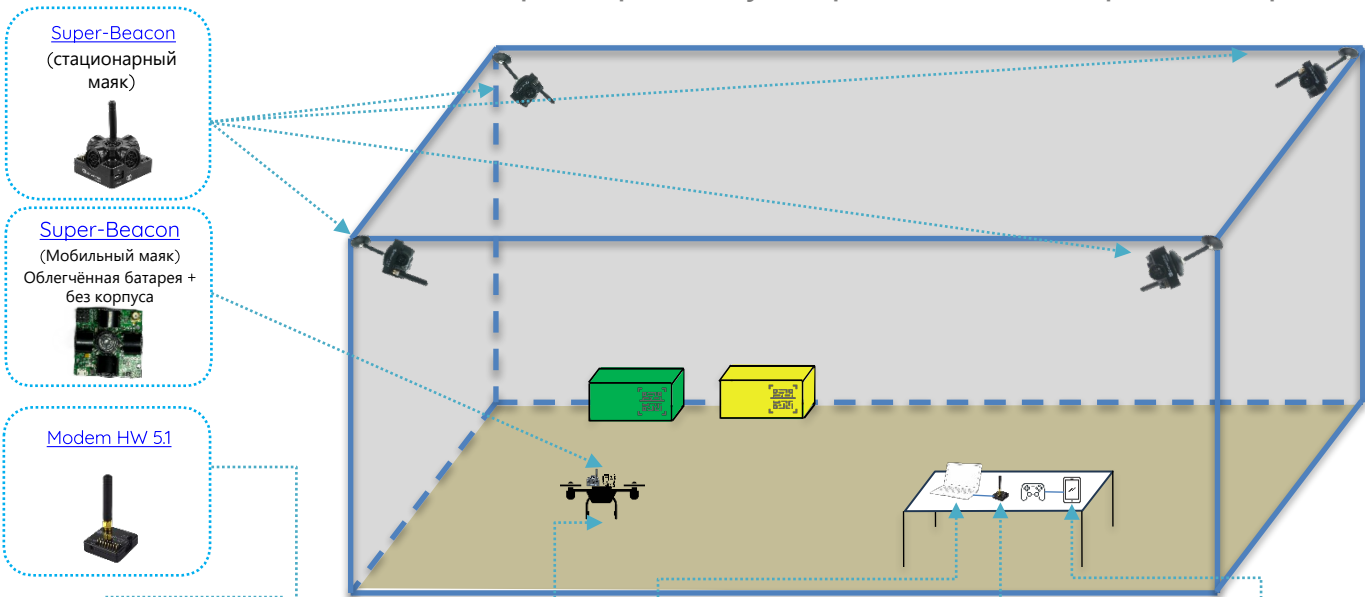
Безопасность на строительной площадке

Статические и мобильные зоны геофенсинга на строительной площадке



Автономные дроны DJI в помещении

Пример для субкарты 20x20 метров + 1 дрон



Super-Beacon

(стационарный маяк)



Super-Beacon

(Мобильный маяк)
Облегчённая батарея +
без корпуса



Modem HW 5.1



Дрон DJI



Дрон DJI:

- Система Marvelmind поддерживает дроны DJI начиная с DJI Mini 3. Интеграция осуществляется через DJI SDK

Dashboard:

- Используется для настройки системы. Визуальное отслеживание дрона. Передача данных в ваши системы ERP и WMS

Modem HW 5.1:

- Центральный контроллер системы. Собирает данные со всех маяков и взаимодействует через USB/виртуальный UART с Dashboard

Приложение Marvelmind + DJI RC:

- Специальное Android-приложение Marvelmind, позволяющее дистанционно управлять системой. Подключается к DJI RC

Задача:

- Обеспечить автономный полёт в помещении для дрона DJI
- Автоматическое фотографирование, сканирование QR-кодов, передача данных о местоположении

Решение:

- Система Marvelmind Indoor GPS с приложением Marvelmind для автономного полёта

Конфигурация:

- 3-4 x Super-Beacon – стационарные маяки
- 1 x Super-Beacon – мобильный маяк
- 1 x Modem HW 5.1 – центральный контроллер
- 1 x дрон DJI – отслеживаемый объект
- 1 x DJI RC + смартфон Android с приложением Marvelmind DJI – контроллер автономного маршрута полёта дрона
- 1 x ноутбук Windows/Linux – используется для установки Dashboard и настройки системы

Принцип работы:

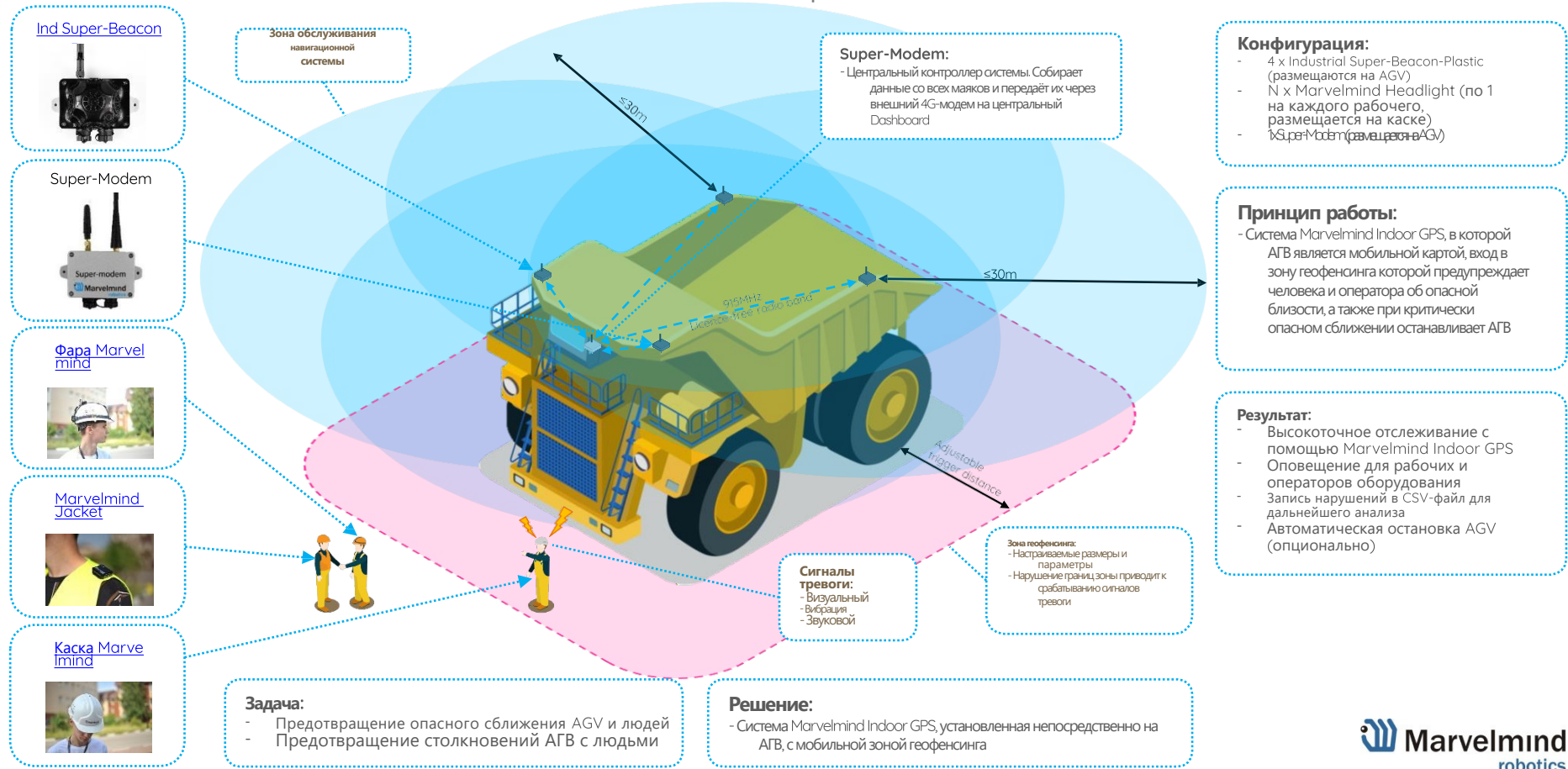
- Система Marvelmind Indoor GPS в данной конфигурации обеспечивает отслеживание и автономный полёт дрона DJI с использованием DJI SDK

Результат:

- Дроны DJI автономно летят по маршрутным точкам в Dashboard, делают снимки или сканируют и распознают QR/штрих-коды, отправляя их вместе с точными координатами в WMS или ERP
- Автономное возвращение на базу

Крупные AGV, транспорт и люди

Мобильная зона геофенсинга на AGV



Безопасность на строительных объектах, защита людей и техники

Пример: 1 экскаватор и 15 рабочих


Industrial Super-Beacon
- Закреплен на экскаваторе и подключен к бортовой сети с помощью Converter-220V-12V-IP67



Super-Modem
- Расположен внутри экскаватора



Marvelmind Jacket
- Надевается работником



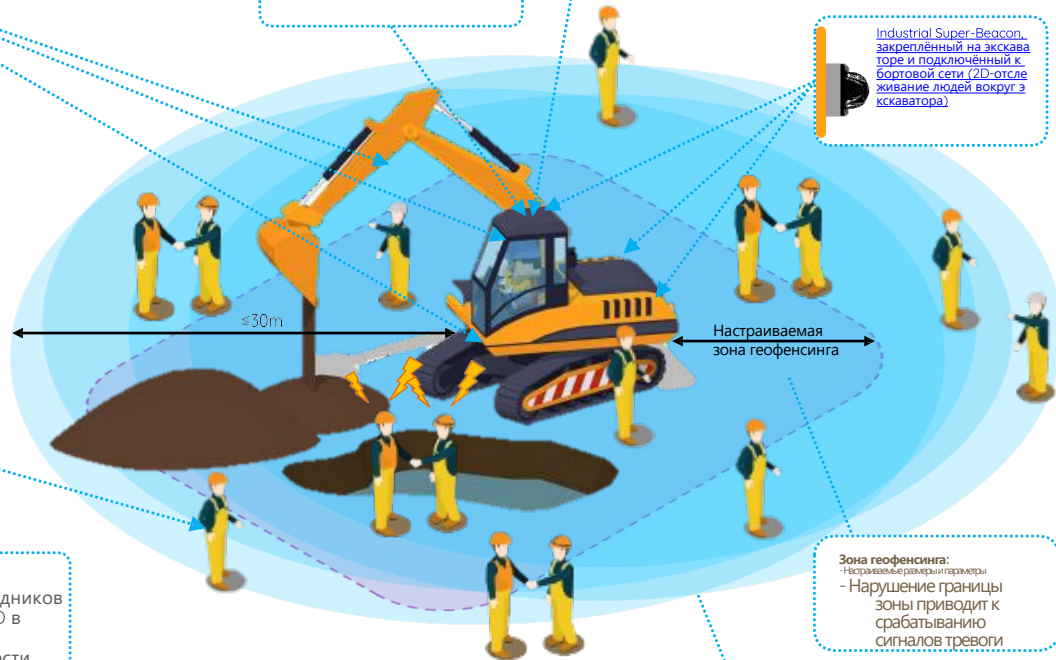
Задача:

- Отслеживать перемещения сотрудников и нарушения зон Geofencing в 2D в процессе работы для повышения безопасности и производительности
- Отслеживать время работы, а также количество перемещений стрелы экскаватора в 3D для повышения производительности

Super-Modem:
- Центральный контроллер системы. Расположен в кабине. Собирает данные со всех маяков и передает их через внешний 4G-модем на центральный Dashboard

4G/5G modem:
- Расположен в салоне. Передает данные отслеживания и данные с веб-камеры на удаленный сервер

Industrial Super-Beacon, закрепленный на экскаваторе и подключенный к бортовой сети (2D-отслеживание людей вокруг экскаватора)



Конфигурация для 1 бригады:

- 9 x Industrial Super-Beacon-Plastic (расположены на экскаваторе)
- 1x Converter (для подключения к бортовой сети экскаватора)
- 15 x Marvelmind Jacket (по 1 на каждого сотрудника)
- 1x Super-Modem (расположен в кабине экскаватора)
- 1x WebCam (на экскаватор)
- 1x 4G/5G modem (на экскаватор)

Принцип работы:

- Система Marvelmind Indoor GPS в данной конфигурации обеспечивает 3D-отслеживание стрелы экскаватора, а также 2D-отслеживание людей вокруг экскаватора в радиусе 30 м. Система имеет настраиваемые зоны Geofencing и позволяет предупреждать человека о приближении к опасному объекту, например к стреле экскаватора

Результат:

- Высокоточное отслеживание с помощью Marvelmind Indoor GPS с настраиваемыми зонами геозащиты
- Оповещение сотрудников и сменного руководителя
- Передача данных на центральный сервер через REST API с использованием JSOW
- Автоматическая запись всех нарушений требований безопасности в файл CSV для последующего анализа

Зона геозащиты:
- Настраиваемые зоны геозащиты
- Нарушение границы зоны приводит к срабатыванию сигналов тревоги

Зона обслуживания навигационной системы
- 3D-отслеживание стрелы экскаватора
- 2D-отслеживание людей вокруг

Точные одномерные измерения расстояний

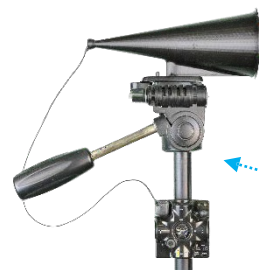
Для строительных площадок

Принимающий маяк с рупором:

- Super-Beacon-Outdoor или Beacon Industrial-RX или Beacon Mini-RX-Outdoor или Ind.Super-Beacon

Задача:

- Точное измерение расстояния до 100–150 м в помещении или под землёй
- Точное измерение расстояний в тумане, пыли или сквозь листву без прямой видимости, но при наличии распространения звука
- Простые измерения без трудоёмкой настройки лазера
- Простая настройка и недорогая альтернатива RTK GPS



Принимающий маяк с рупором:

- Super-Beacon-Outdoor или Beacon Industrial-RX или Ind.Super-Beacon

Передающий маяк:

- Super-Beacon-Outdoor или Industrial Super-Beacon или Beacon Industrial-TX

Передающий маяк с рупором:

- Super-Beacon-Outdoor или Industrial Super-Beacon или Beacon Industrial-TX

Конфигурация:

- 1 x Super-Beacon с рупором
- N x Super-Beacons
- Wi-Fi

Принципы работы:

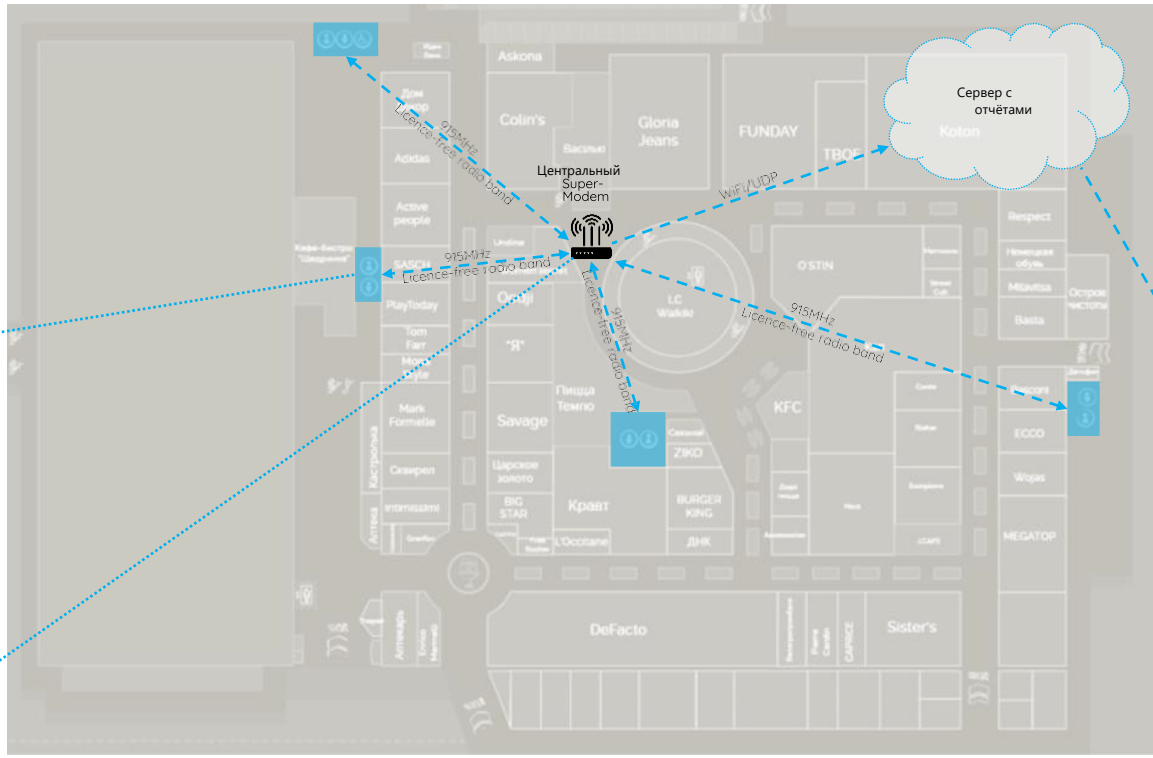
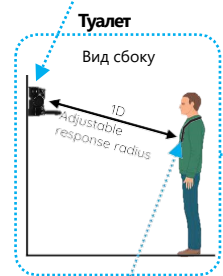
- Точное (± 2 см) измерение расстояния в 1D от ультразвукового передающего маяка до ультразвукового принимающего маяка с использованием времени распространения ультразвука
- Поточковая передача данных с частотой обновления 3–16 Hz
- Несколько одновременно работающих трекеров
- Различные интерфейсы: от UART, RS485 до BT

Результат:

- Измерение расстояния в 1D с точностью до сантиметра без лазера, например, когда его применение невозможно: туман, смог, слишком яркое освещение, листва и т. д.
- Измерение расстояния с точностью до сантиметра в помещении или под землёй, когда RTK GPS недоступен или нецелесообразен (дорогостоящ)
- Высокоточное отслеживание Marvelmind Indoor GPS
- CSV файл со всеми записями для анализа
- Автоматическая запись всех нарушений в файл для дальнейшего анализа (опционально)

Отслеживание сотрудников сервисной службы

Пример одноэтажного торгового центра



Конфигурация:

- N x Super-Beacon (1 на туалет)
- N x Badge (1 на сотрудника)
- N+1 x Super-Modem (1 на этаж + 1 центральный)

Результат:

- Автоматический отчёт о перемещениях в зонах ответственности сотрудников сервисной службы (файл CSV)
- Таблица автозаполнения (опционально)

Таблица отчётности (Marvelmind)

- Отчёт формируется центральным Super-Modem и отправляется по Wi-Fi на ваш IP-адрес по запросу или в заранее установленное время (например, ежедневно ночью)

Время	Работник 1 (0870)	Работник 2	Работник 3 (0870)
8:00-8:15			
11:00-11:15			
20:00-20:15			
21:00-21:15			
22:00-22:15			
23:00-23:15			

Задача:

- Отслеживание сотрудников сервисной службы
- Мониторинг производительности

Решение:

- Система Marvelmind Indoor GPS для мониторинга и анализа работы обслуживающего персонала в конфигурации 1D

Неинверсная архитектура (NIA)

Оптимизирована для одиночных или создающих помехи мобильных объектов



Стационарный маяк 1

Стационарные маяки:

- Монтируются на стенах или потолках
- Расстояние между маяками измеряется автоматически
- Взаимодействуют с роутером по беспроводной связи в диапазоне ISM/SRD диапазонах



Стационарный маяк 2

Ключевое требование для работы системы — одновременная прямая видимость мобильным маяком 2 или более стационарных маяков (как в GPS)



Мобильный маяк:

- Устанавливается на робот/погрузчик и взаимодействует с ним через UART, SPI, I2C или USB
- Получает обновление местоположения от роутера до 25 раз в секунду
- Может содержать IMU (модуль акселерометра + гироскопа + компаса)

Роутер/Modem:

- Центральный контроллер системы
- Вычисляет позицию мобильного маяка с частотой до 25 Hz
- Взаимодействует через USB/виртуальный UART с Dashboard или роботом



Подкарты:

- Расширенная функция, позволяющая строить независимые карты/кластеры маяков в отдельных помещениях и тем самым охватывать крупные здания (площадью тысячи м²) по аналогии с покрытием сотовой сети

Система навигации в помещении

СОСТОИТ ИЗ:

- 2 или более стационарных маяков
- Мобильный маяк
- Центральный роутер



Стационарный маяк 4

Расстояние между соседними маяками — до 30 метров.

Стационарный маяк 3



Инверсная архитектура (IA)

Оптимизировано для отслеживания нескольких подвижных объектов и людей



Маяк 1 (19 кГц)

Стационарные маяки:

- Монтируются на стенах или потолках
- В инверсной системе маяки, принадлежащие одной подкарте, должны работать на разных ультразвуковых частотах (например, 19 и 25 кГц или 25 и 31 кГц для 2D-трекинга)
- Взаимодействуют с роутером по беспроводной связи в диапазоне ISM/SRD



Маяк 2 (25 кГц)

Ключевое требование для работы системы — беспрепятственная прямая слышимость/видимость мобильным маяком 2 или более стационарных маяков одновременно в радиусе 30 метров



Мобильный маяк (маяки):

- Устанавливается на человека/робота/дрон/погрузчик и взаимодействует с ним через виртуальный UART по USB
- Содержит 3D IMU (акселерометр + гироскоп)
- Частота обновления маяка не зависит напрямую от количества мобильных маяков, в отличие от NIA
- Самостоятельно вычисляет своё местоположение — не через Modem
- Рекомендуемое расстояние от мобильного маяка до стационарных маяков — до 30 м

Роутер/Modem:

- Центральный контроллер системы
- Взаимодействует через USB/виртуальный UART с Dashboard или роботом
- Получает данные о местоположении от мобильных маяков
- Поддерживает до 250 маяков

Подкарты (Submaps):

- Расширенная функция, позволяющая строить независимые карты/кластеры маяков в отдельных помещениях и тем самым охватывать крупные здания (площадью тысячи м²) по принципу покрытия сотовой сети
- В архитектуре Inverse Architecture каждая подкарта должна содержать маяки с неповторяющимися частотами ультразвука
- Доступные частоты: 19/22/25/28/31/34/37/45 кГц

Система навигации в помещении состоит из:

- 2 или более стационарных маяков
- 1 или более мобильных маяков
- 1 роутер/модем

Маяк N (22 или 28/34, 37 или 45 кГц)



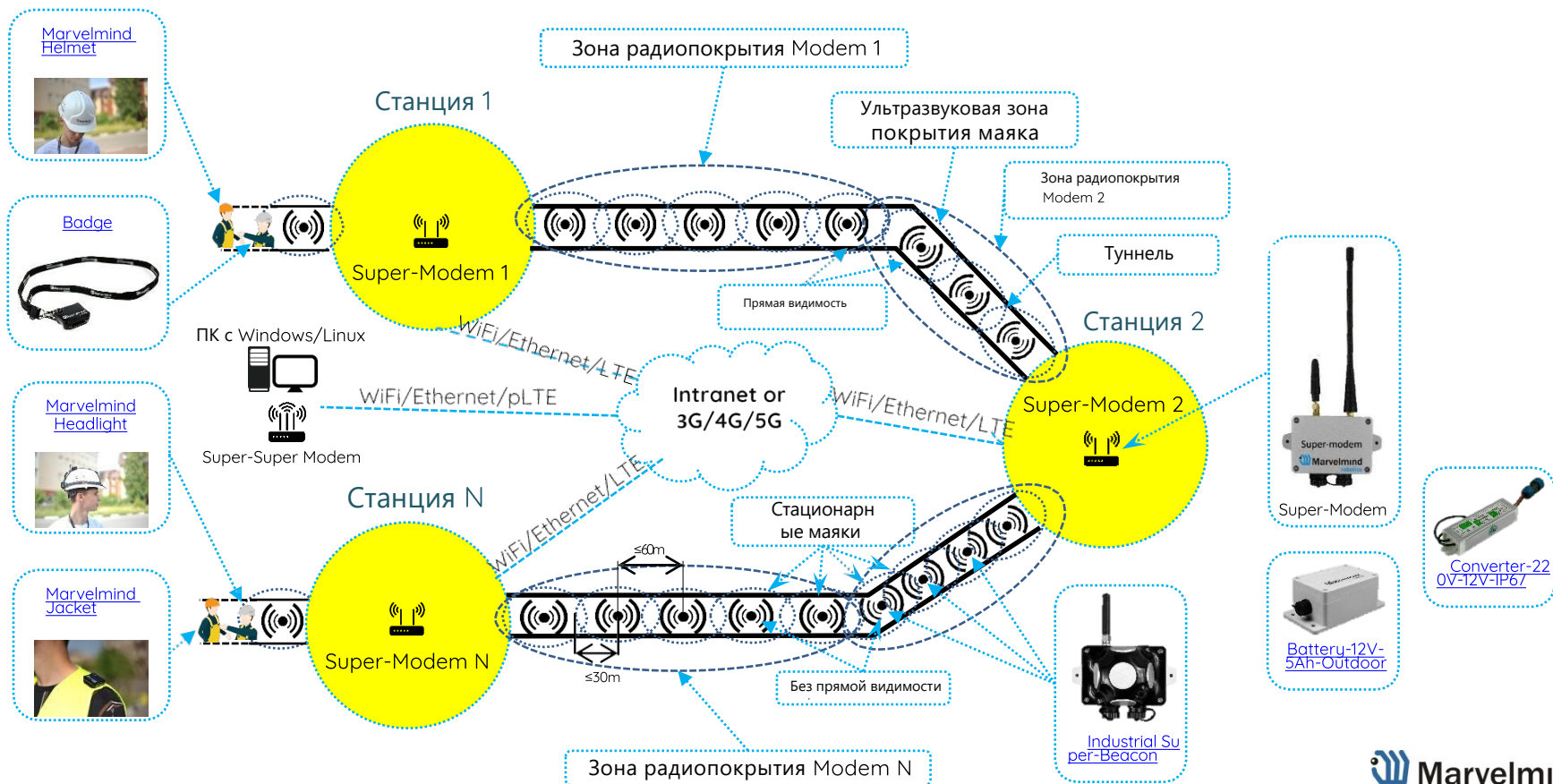
Расстояние между соседними маяками — до 30 метров.

Маяк 3 (31 кГц)



Архитектура с несколькими Modem для больших сетей

Пример обеспечения безопасности в тоннеле для подземного отслеживания



Сравнение маяков



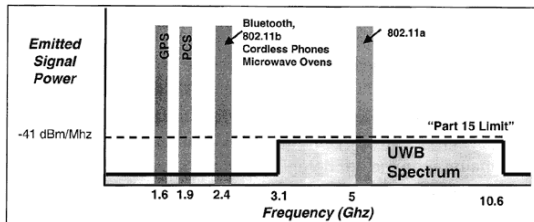
	Beacon Mini-RX/Mini-RX-Outdoor	Beacon Mini-TX	Super-Beacon / Super-Beacon-Outdoor	Industrial Super-Beacon-Metal / Industrial Super-Beacon-Plastic	Industrial-RX
Специализация и основное применение	Компактный маяк только для приёма (RX)	Компактный маяк только для передачи (TX)	Универсальный многофункциональный маяк	Тяжёлые условия эксплуатации на открытом воздухе. Поддержка RS485 (CAN, взрывозащищённое исполнение — опционально)	Тяжёлые условия эксплуатации на открытом воздухе. Поддержка RS485 (CAN, взрывозащищённое исполнение — опционально)
Режим работы	Только RX	Только TX	Двойное назначение (RX и TX)	Двойное назначение (RX и TX)	Только RX
Дальность действия	— До 30м с Super-Beacons	— До 30м с Super-Beacon	- До 30м с Super-Beacons - До 100м с рупорной антенной	- До 30м с Industrial-RX - До 100м с рупорной антенной	- До 30м с Industrial-RX - До 100м с рупорной антенной
Ультразвуковые частоты	- 19/22/25/28/31/34/37/45 кГц	- 31кГц	- RX: 19/22/25/28/31/34/37/45кГц - TX: только одна частота одновременно	- RX: 19/22/25/28/31/34/37/45кГц - TX: только одна частота одновременно	- RX: 19/22/25/28/31/34/37/45кГц
Радиодиапазон	Диапазоны 915/868МГц. Китайские диапазоны — по запросу	915/868МГц	Диапазоны 915/868МГц. Китайские диапазоны (470/779МГц) — по запросу	Диапазоны 915/868МГц. Китайские диапазоны (470/779МГц) — по запросу	Диапазоны 915/868МГц. Китайские диапазоны (470/779МГц) — по запросу
Внешнее питание/встроенный аккумулятор	USB/750мАч	USB/250mAh	USB/1000mAh	Внешн. +5V/+6.16V/Внешн. аккумулятор	Внешн. +5V/+6.16V/Внешн. аккумулятор
Условия эксплуатации	Выдерживает погружение в воду на глубину от 1м до 30м (требования IPx7) IP56. Работоспособность в этом режиме гарантируется. 1) Помещений IP67 2) Режим 1D: датчики RX4, остальные датчики отключены 3) Другие варианты питания доступны по запросу 4) Точный тип сертификации обсуждается отдельно	1) Помещений IP67 2) Режим 1D: датчики RX4, остальные датчики отключены 3) Другие варианты питания доступны по запросу 4) Точный тип сертификации обсуждается отдельно	1) Помещений IP67 2) Режим 1D: датчики RX4, остальные датчики отключены 3) Другие варианты питания доступны по запросу 4) Точный тип сертификации обсуждается отдельно	1) Помещений IP67 2) Режим 1D: датчики RX4, остальные датчики отключены 3) Другие варианты питания доступны по запросу 4) Точный тип сертификации обсуждается отдельно	1) Помещений IP67 2) Режим 1D: датчики RX4, остальные датчики отключены 3) Другие варианты питания доступны по запросу 4) Точный тип сертификации обсуждается отдельно
Размеры и масса	47x42x15мм и 25г	35x35x26мм и 19г	55x55x33(64)мм и 62/75г	83x58x65мм* и 250г	83x58x33мм* и 200г

Альтернативные решения

Точность: 10–30 см

Конкурируют

UWB
Ultra Wide Band



В мире насчитывается несколько десятков игроков в сегменте UWB. Таким образом, большинство UWB-решений очень схожи по характеристикам



Точность: ± 2 см против 10–30 см — мы примерно в 10 раз точнее. Цена: одновременно дешевле, чем UWB

Дополняют/конкурируют

LiDAR
Инерциальный
оптический поток
Структурированный свет,
лазерная триангуляция,
одометрия
GPS
Магнитное поле

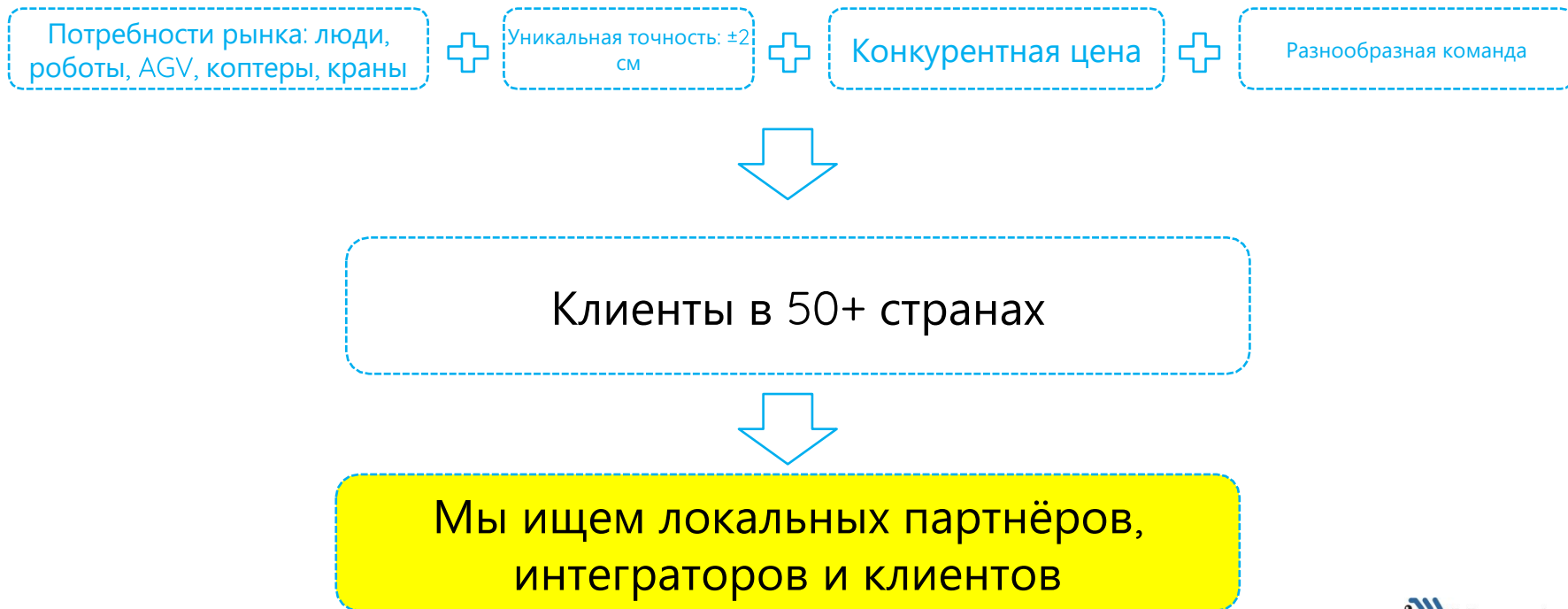
Точность: 2–5 метров

Частично конкурируют



В сфере навигации на основе Bluetooth и WiFi работают сотни игроков. Все они имеют одинаковые ограничения, присущие любым технологиям на основе RSSI

Резюме



Дополнительные слайды



Marvelmind Robot v100

Автономный робот для доставки в
сфере умных складов и
промышленных применений

Полезная нагрузка до 100 кг
>16 ч времени работы
4 990 EUR

Идея

- Полностью автономный, экономически целесообразный и безопасный робот для доставки малогабаритных товаров на складах, в розничной торговле и промышленных условиях
- Гибкий, модульный и прагматичный подход
- Предсказуемая и надёжная доставка из точки А в точку Б точно в срок
- Снижение зависимости от трудовых ресурсов



Решаемая проблема



- Обычные автономные транспортные средства (AGV) громоздки, дороги, сложны в интеграции и опасны в использовании. Если AGV не является дорогостоящим, то, как правило, оно крайне негибко с точки зрения маршрутов доставки (магнитные провода на полу)
- Многие компании просто не считают экономически целесообразным использование сложных AGV => рынок остаётся неохваченным и невостребованным

Сценарий использования: автономный робот-доставщик



Ключевые преимущества автономного робота-доставщика Marvelmind



Полностью автономная доставка:

- Навигация и предотвращение столкновений на основе комбинации Indoor «GPS» и нескольких других систем и датчиков. Надёжная автономная доставка груза из точки А в точку Б

Экономически эффективное решение с минимальными или нулевыми затратами на интеграцию:

- Недорогой Indoor «GPS» + IMU + одометрия + оптические системы для навигации и позиционирования вместо дорогостоящих LiDAR
- Несколько недорогих одномерных LiDAR в качестве датчиков близости для предотвращения столкновений и обеспечения безопасности
- Никаких дорогостоящих сторонних компонентов, стороннего SW, лицензий или интеллектуальной собственности — только собственные разработки

Компактные размеры и модульная архитектура:

- Простая и легко настраиваемая рама («в стиле Ikea») с возможностью выбора различных конфигураций полок за считанные минуты. Опциональное увеличение ёмкости аккумулятора. Отсутствие опасных вилок
- Подходит для роботов различной высоты/ширины/длины и ящиков/корзин разных размеров

Примеры использования

Складская логистика:

- Беспроблемная доставка товаров между различными частями склада или между зонами хранения и зонами погрузки/разгрузки/сборки. Надёжная и быстрая доставка товаров из точки А в точки Б, В, Г и т. д. Оператор помещает загруженные корзины или ящики в робота, нажимает одну физическую кнопку «Б» для адреса Б, и дальнейшая внутренняя доставка осуществляется роботом полностью автоматически

Промышленные применения:

- Своевременная и надёжная доставка на сборочных предприятиях (автомобильная промышленность, заводы, больницы, химические или фармацевтические предприятия, пищевая промышленность и т.д.) малых и средних грузов различного размера и формы

Конкуренция

- Недорогой
- Универсальный
- Лёгкий и безопасный



- Лишь частичная конкуренция с AGV — скорее взаимодополняющее сосуществование. AGV обладают иными возможностями и удовлетворяют иные потребности
- Множество традиционных игроков на рынке AGV: Kuka/Swisslog, Egemin, AGVE, Ward, JBT и др. Относительно немного устоявшихся конкурентов в сегменте автономных роботов-доставщиков. Некоторые созданы исключительно для собственного использования (Amazon/Kiva)
- Очень слабая реальная конкуренция в сегменте роботов-доставщиков малого размера
- Цена и сложность комплексного решения являются решающим фактором для его внедрения

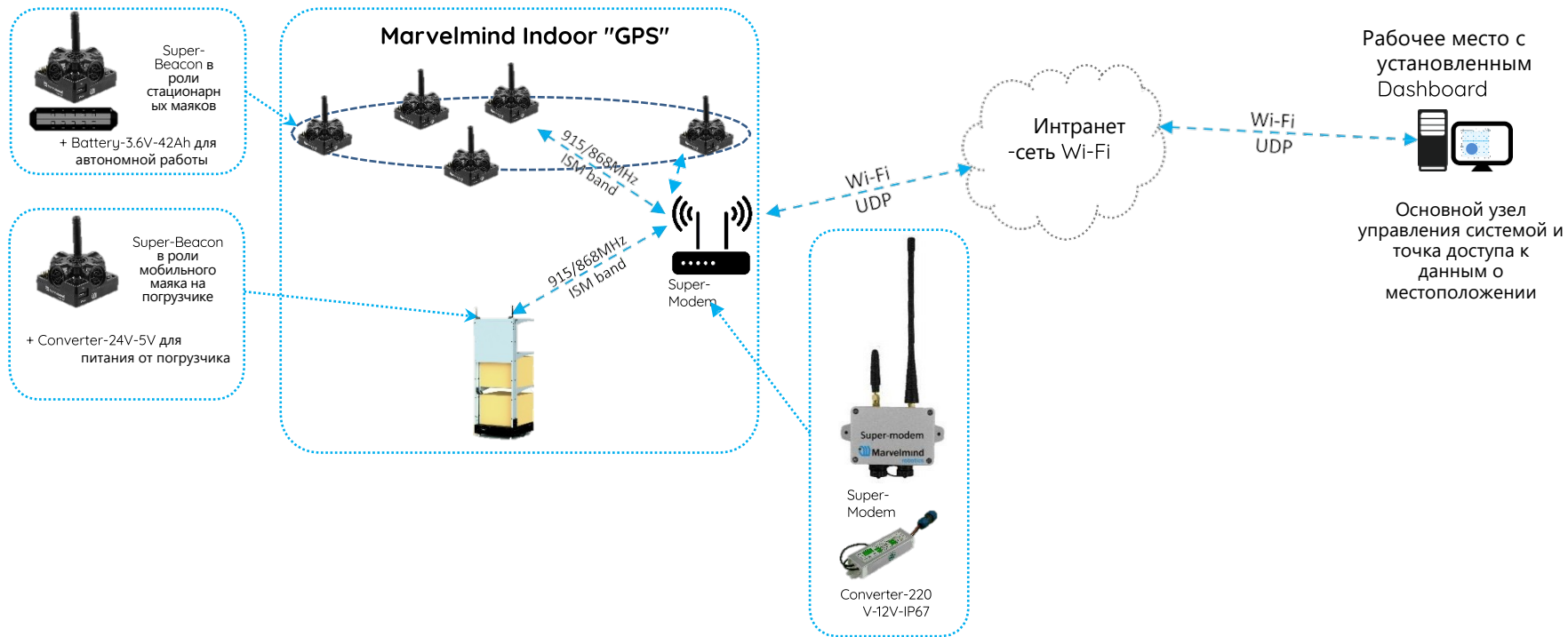


Цена: от 4 990 EUR вместо 20 000 - 100 000 EUR за обычный AGV — в 10-20 раз дешевле

Размер: значительно меньше и универсальнее обычного AGV — соразмерен человеку или меньше

Применение: может использоваться там, где обычные AGV попросту неприменимы

Marvelmind Robot v100 + Indoor "GPS"



Спасибо!

Marvelmind Robotics

Marvelmind OÜ

Katusepapi tn 4/2,
Tallinn, 11412,
Estonia

info@marvelmind.com [https://
/marvelmind.com](https://marvelmind.com)