



РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОТТ, IPTV И КАБЕЛЬНОГО ТВ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ, АКСЕССУАРЫ
СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ
СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Internet of Things

следующий виток развития телекоммуникаций



Интернет Вещей

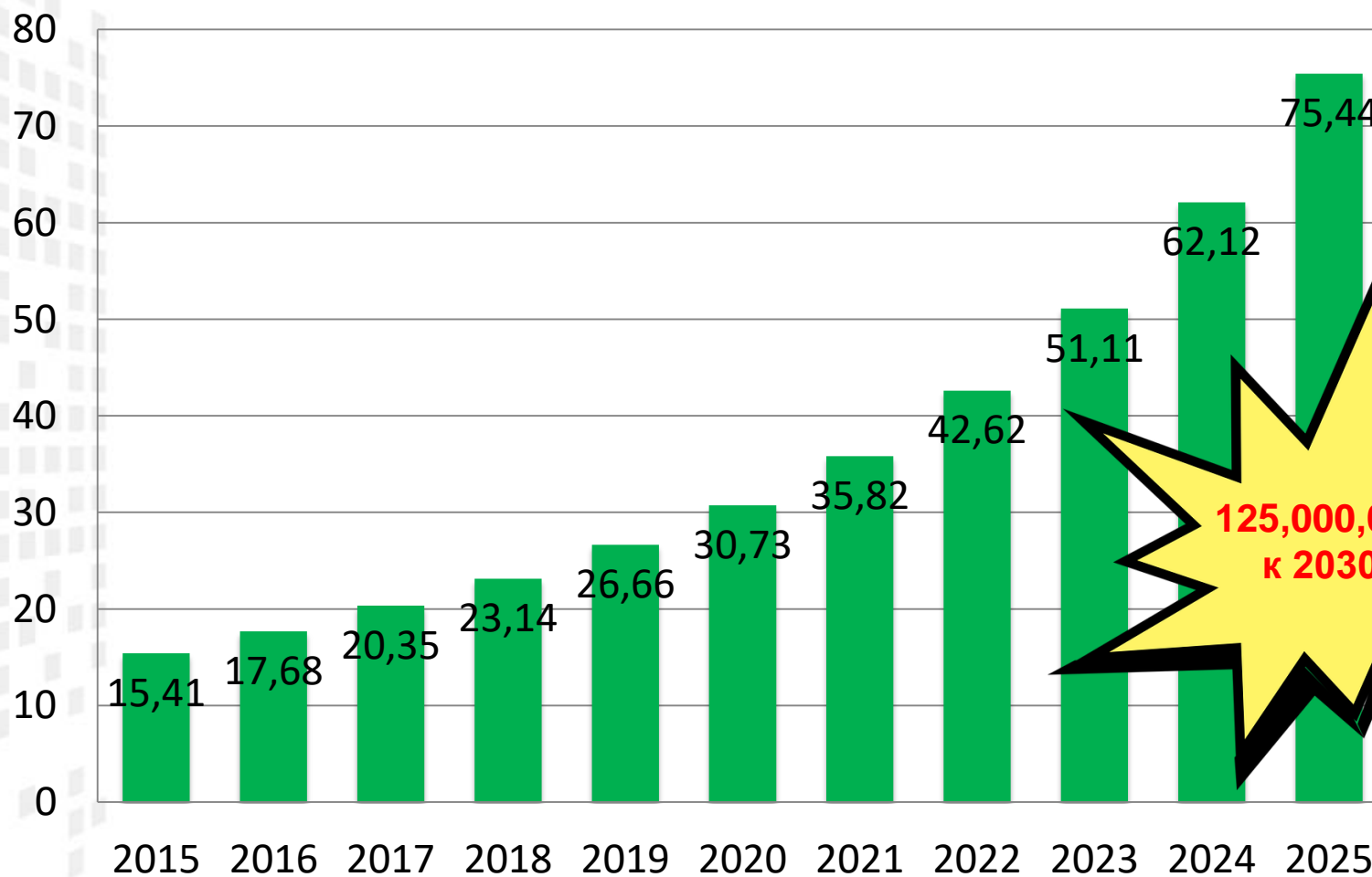
Интернет вещей* (англ. *Internet of Things, IoT*) — концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключая из части действий и операций необходимость участия человека.

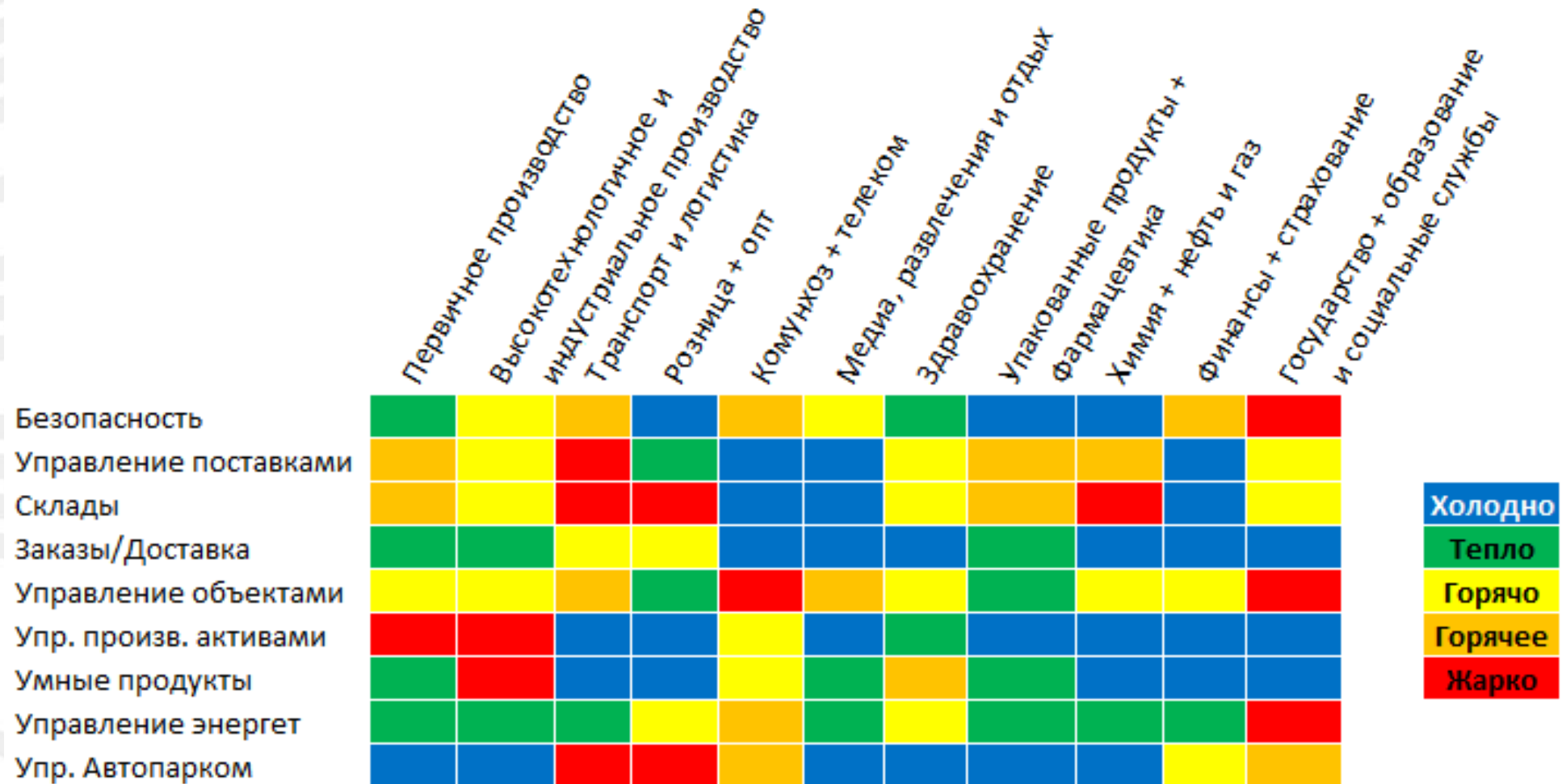
Wikipedia



Совокупный рынок IoT

Количество устройств IoT, млрд







Технологии

IoT

	Универсальные решения				Локальные решения				
	LoRaWAN	Sigfox	NB-IOT	LTE-M	ZigBee	Z-Wave	Wi-Fi	BLE	NFC
Стандарт	Свой	Свой	3GPP	3GPP	IEEE 802.15.4	Свой	IEEE 802.11	Bluetooth SIG	ISO 13157
Частота	433 МГц, 868 МГц, 915 МГц	868 МГц, 915 МГц, 921 МГц	700 МГц – 2,2 ГГц, 452,5 – 467,5 МГц	700 МГц – 2,2 ГГц, 452,5 – 467,5 МГц	2,4 ГГц	868 – 926 МГц	2,4/5,0 ГГц	2,4 ГГц	13,56 МГц
Скорость	RX: 290 бит/с TX: 50 Кбит/с	0,1 Кбит/с	~200 Кбит/с	1 Мбит/с	250 Кбит/с	100 Кбит/с	До 75 Мбит/с*	125 Кбит/с – 2 Мбит/с	До 424 Кбит/с
Тип сети	Звезда	Звезда	Звезда	Звезда	Mesh	Mesh	Звезда	P2P,broad	P2P
Размер	Оч. большой	Оч.больш.	Оч.больш.	Оч.больш.	250+	232	100	20	2
Дальность	5-15 км	10-50 км	5 км	5 км	40-100м	40-100м	40-100м	40-1000м	1-10см
Мощность	Средняя	Средняя	Высокая	Высокая	Срдняя	Средняя	Срдняя	Низкая	Низкая



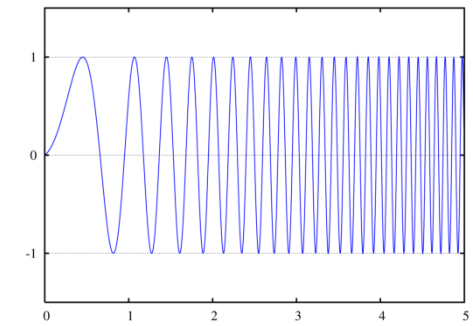
Частотный план

LoRa	Directive 2013/752/EU	Узагальнені умови
868.1, 868.3, 868.5 МГц До 25 мВт 1% рабочий цикл или LBT	868-868,6 MHz 25 mW e.r.p. Directive 1999/5/EC or duty cycle limit 1%	868,0-868,6 МГц Ефект. потужн... передав. до 25 мВт Робоч. цикл < 1%. РЦ цикл м.б. більше 1% за ум. вик. режиму контр. спектра LBT...
867.1 – 867.9 МГц До 25 мВт 0.1% рабочий цикл или LBT	868,7-869,2 MHz 25 mW e.r.p. Directive 1999/5/EC or duty cycle limit 0.1%	Індуктивні радіозастосування 865-869 МГц
869.525 МГц До 25 мВт 0.1% рабочий цикл или LBT	869,4-869,65 MHz 500 mW e.r.p. Directive 1999/5/EC or duty cycle limit 0.1%	Цифровий стільниковий радіозв'язок CDMA-800 869,07-876,63 МГц
868.8 МГц FSK До 25 мВт 0.1% рабочий цикл или LBT	868,7-869,2 MHz 25 mW e.r.p. Directive 1999/5/EC or duty cycle limit 0.1%	Індуктивні радіозастосування 865-869 МГц

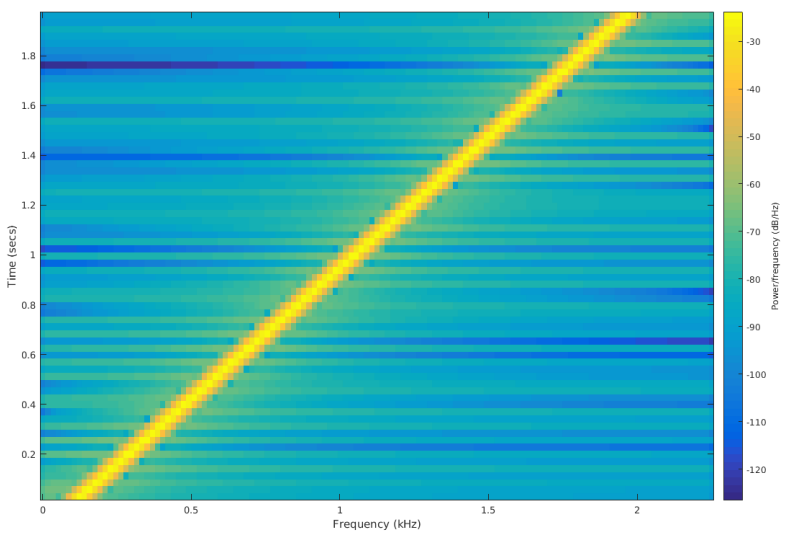


Модуляция CSS

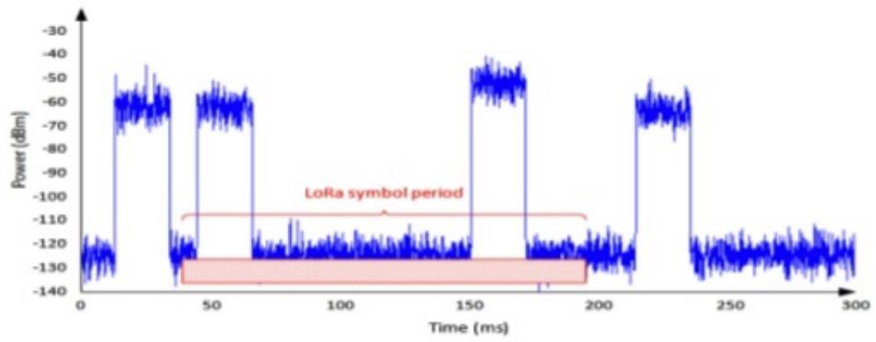
LoRaWAN использует CSS – Chirp Spread Spectrum
демодулирование при 19.5 дБ ниже уровня шума
Три типа полосы: 125 кГц, 250 кГц, 500 кГц (только NA)



Линейная частотная модуляция



Спектрограмма ЛЧМ



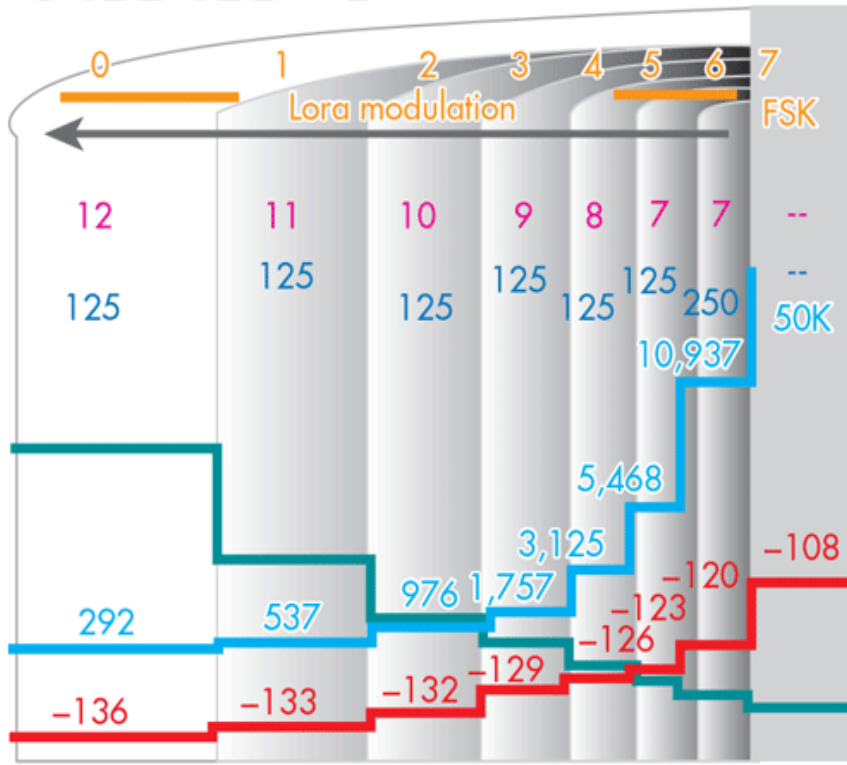
Устойчивость к помехам



5 ЛЧМ сигналов



Spreading Factor



Data Rate (DR)

Расстояние

Фактор расширения(SF)

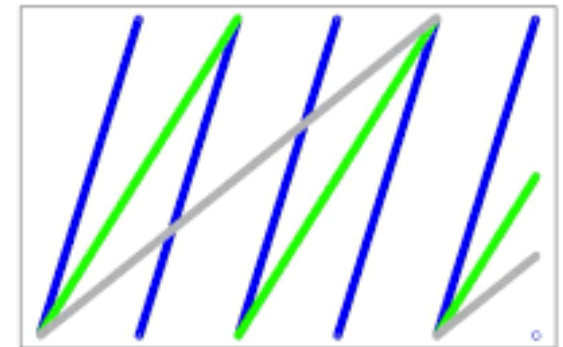
Полоса (BW) кГц

Битрейт (BR) б/с

Чувствительность приёма (дБм)

Время в эфире и затраты энергии

Spreading Factors



- SF7
- SF8
- SF9



(Квази)ортогональность сигналов

Символьная скорость = Ширина полосы / (2^{SF})

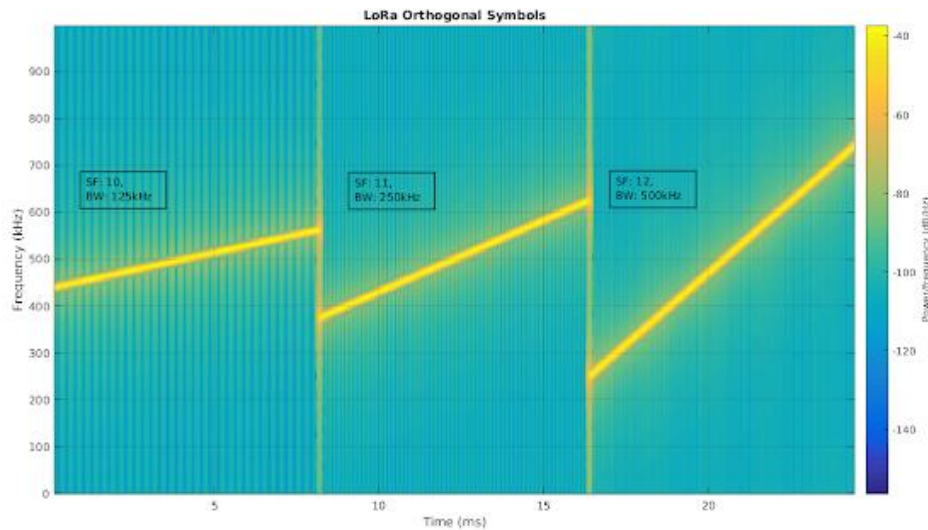
и

Скорость чирпа = Ширина полосы * (Символьная скорость)

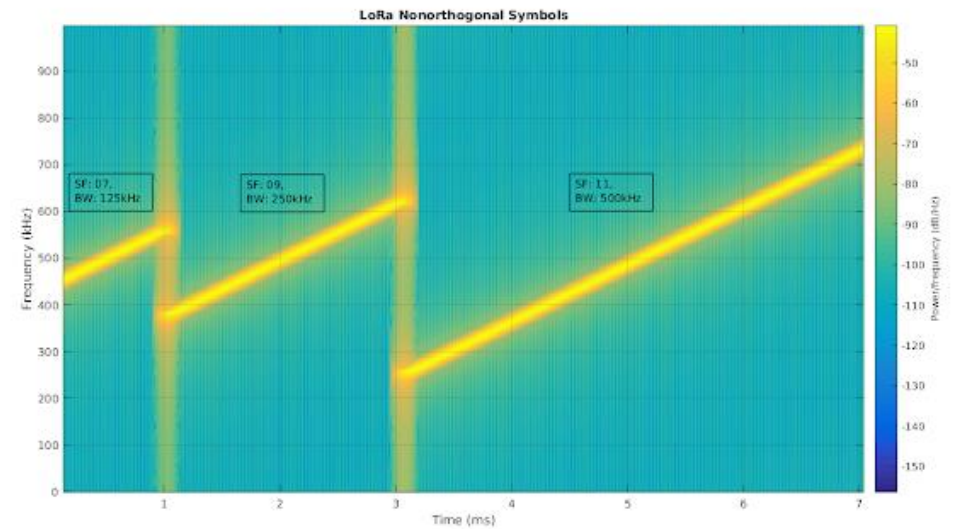
так

Скорость чирпа = Ширина полосы * Ширина полосы / (2^{SF})

При одной ширине полосы сигналы с разными SF всегда ортогональны!



Ортогональные сигналы LoRa

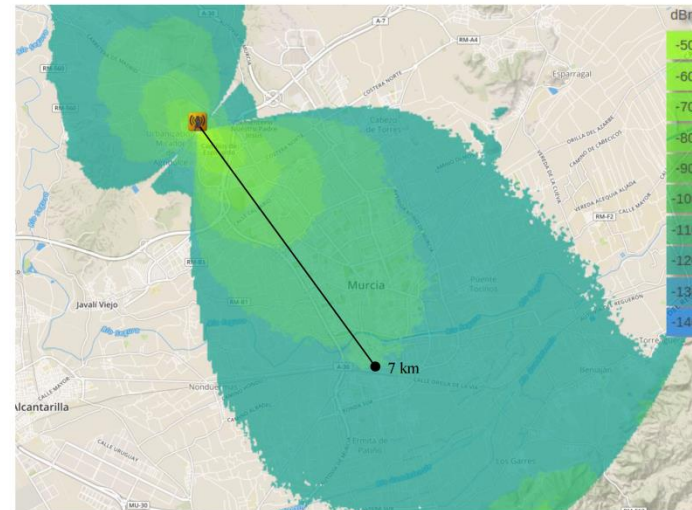


Неортогональные сигналы LoRa



Производительность LoRa

	Сенсор	БС
Выходная мощность	+14 dBm	+14 dBm
Усиление антенны	+5 dBi	+8 dBi
Центральная частота	868 МГц	868 МГц
Чувствительность RX SF = 7	-123.0 dBm	-126.5 dBm
Чувствительность RX SF = 8	-126.0 dBm	-129.0 dBm
Чувствительность RX SF = 9	-129.0 dBm	-131.5 dBm
Чувствительность RX SF = 10	-132.0 dBm	-134.0 dBm
Чувствительность RX SF = 11	-133.0 dBm	-136.5 dBm
Чувствительность RX SF = 12	-136.0 dBm	-139.5 dBm
Ширина полосы 125КГц		



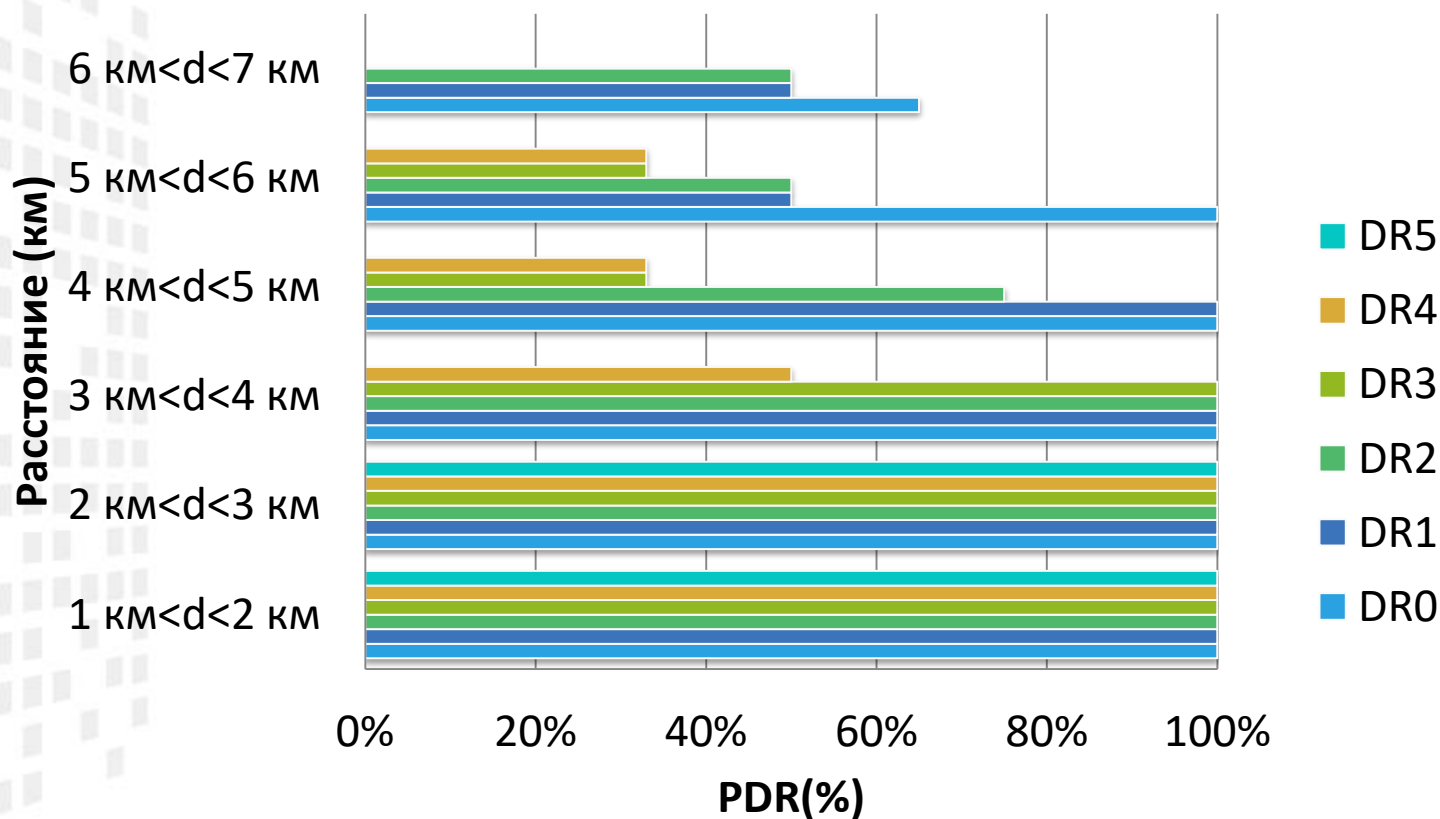
Теоретическая зона покрытия согласно модели Окумура-Хата. Мурсия. Городской сценарий

Data Rate	Spreading Factor	Размер блока, Байт	Скорость, бит/с
DR0	SF12	51	250
DR1	SF11	51	440
DR2	SF10	51	980
DR3	SF9	115	1760
DR4	SF8	222	3165
DR5	SF7	222	5470
DR6	SF7/250kHz	222	11000



Практические результаты производительности, город

Надежность доставки пакетов



Для низкоскоростных применений надежная доставка вплоть до 6 км!


- Сеть только УВЕЛИЧИВАЕТ DR, сенсор только УМЕНЬШАЕТ DR
- $SNR_{margin} = SNR_{max} - requiredSNR - margin$, где SNR_{max} = макс. SNR 20 полученных сигналов, $margin = 10$ по умолчанию
- $Nstep = round(SNR_{margin}/3)$
- $Nstep < 0 \rightarrow TX \uparrow (TX_{max} = 14 \text{ дБм})$
- $Nstep > 0 \rightarrow DR++$ (до DR5), $TX \downarrow (TX_{min} = 2 \text{ дБм})$
- ADR_ACK_CNT++ , $ADR_ACK_LIMIT < 64(EU) \rightarrow ADR_ACK_DELAY(32) \rightarrow DR--$

Required SNR	
DR/SF	SNR (dB)
DR0/SF12	-20
DR1/SF11	-17.5
DR2/SF10	-15
DR3/SF09	-12.5
DR4/SF08	-10
DR5/SF07	-7.5



Энергоэффективная геолокация


TDOA – Time Difference of Arrival и метод гиперболических кривых

 TOA = 0.0000000058321548 sec

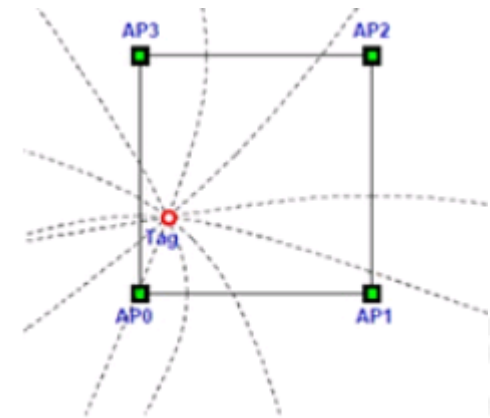
T = 0 sec



TOA = 0.0000000152772355 sec

 TOA = 0.0000000252772355 sec

TOA = Time Of Arrival

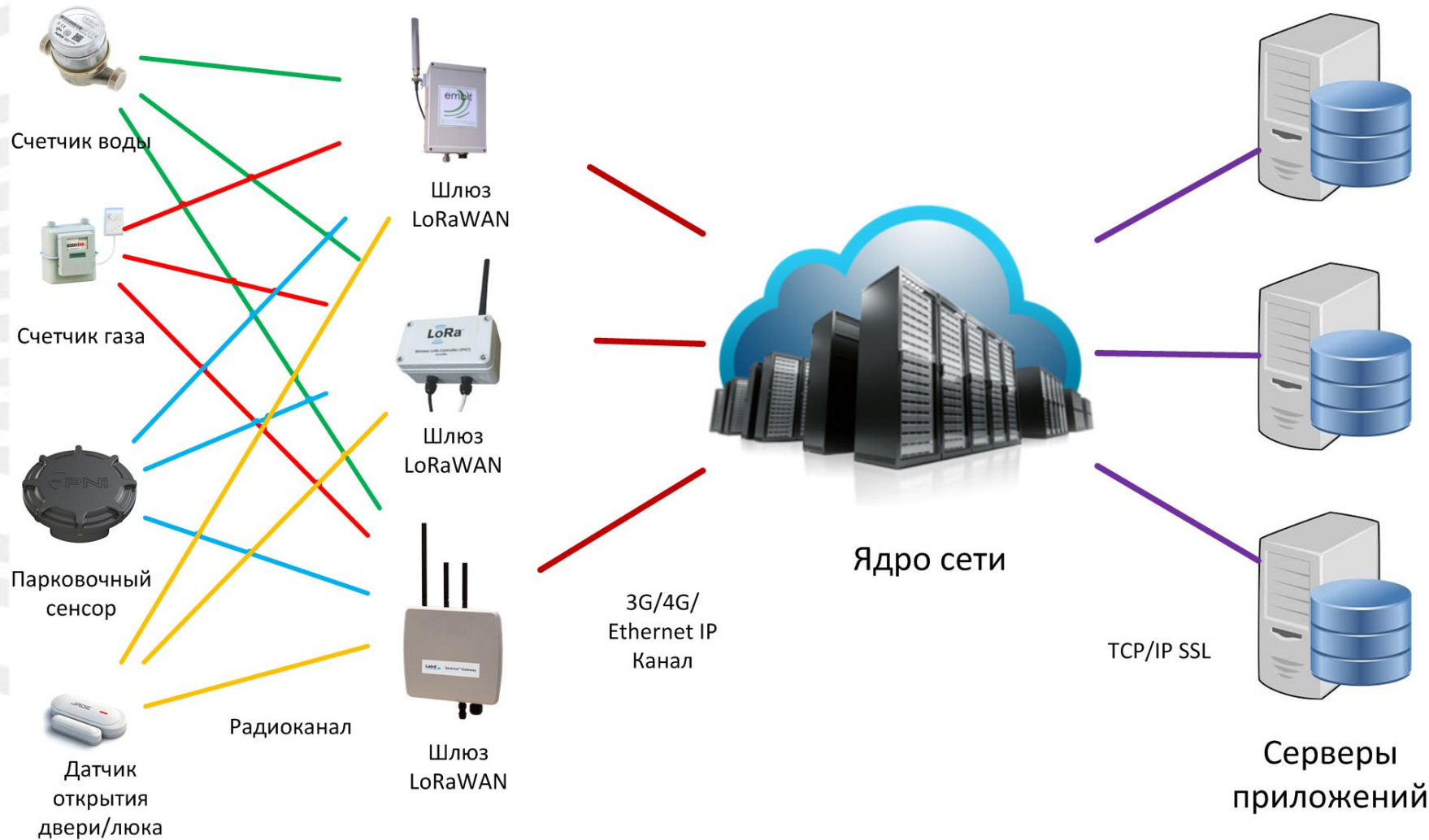


– Нет, генацвале! Когда у общества нет цветовой дифференциации штанов, то нет цели!
«Кин-дза-дза»

- Класс А: устройство в основном спит, просыпается по внешним факторам или по таймеру, отправляет сообщение, ждет ответа (2 окна), засыпает до следующего события
- Класс В: Класс А + дополнительные окна на приём по указанию шлюза
- Класс С: устройство работает на прием все время (нет задержек)



Типичная IoT сеть оператора





Типичный сенсор IoT

– У мене внутре... гм... не... неонка
Б. и А. Стругацкие, «Сказка о Тройке»



Датчик

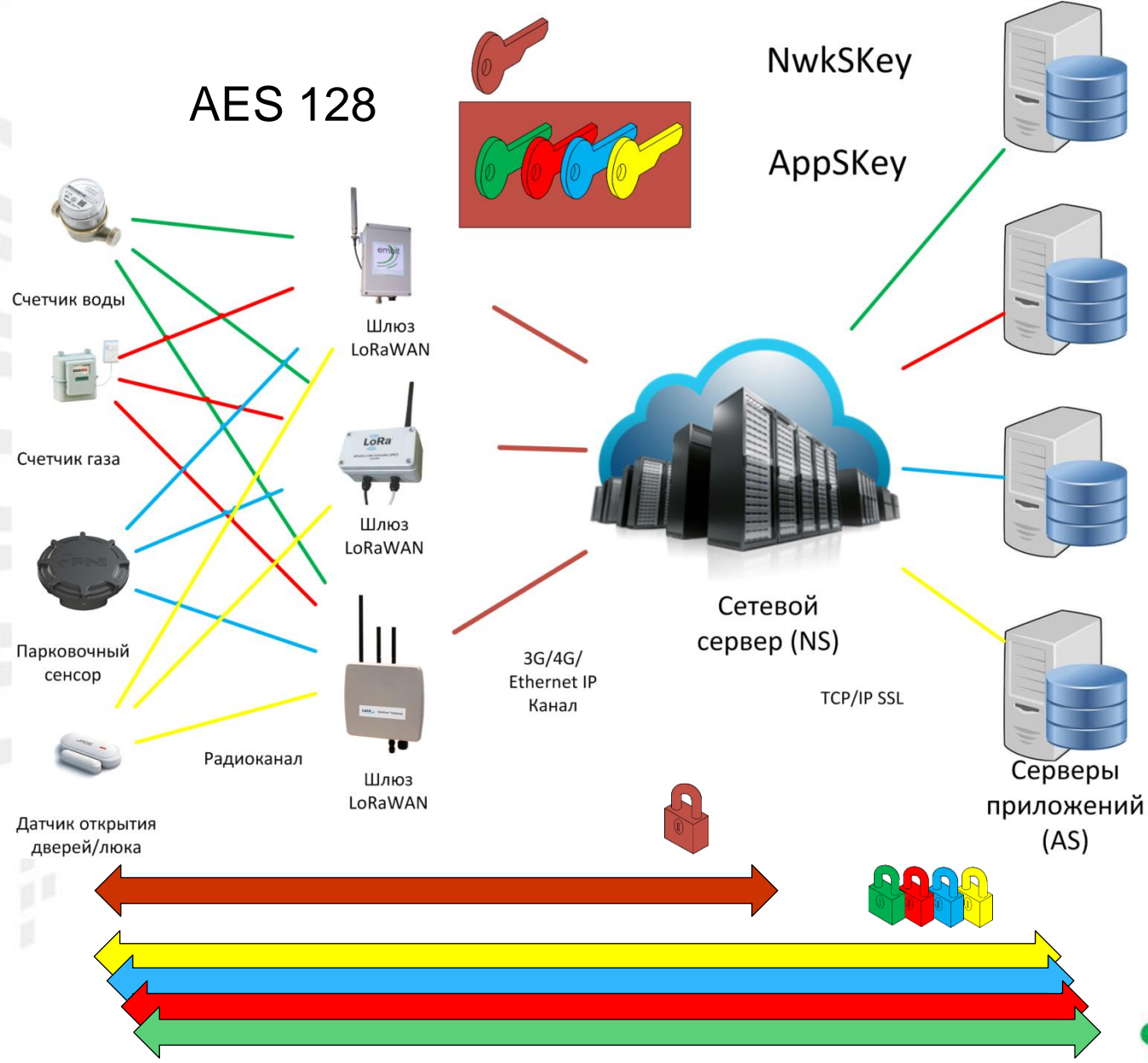
Микроконтроллер

Модем

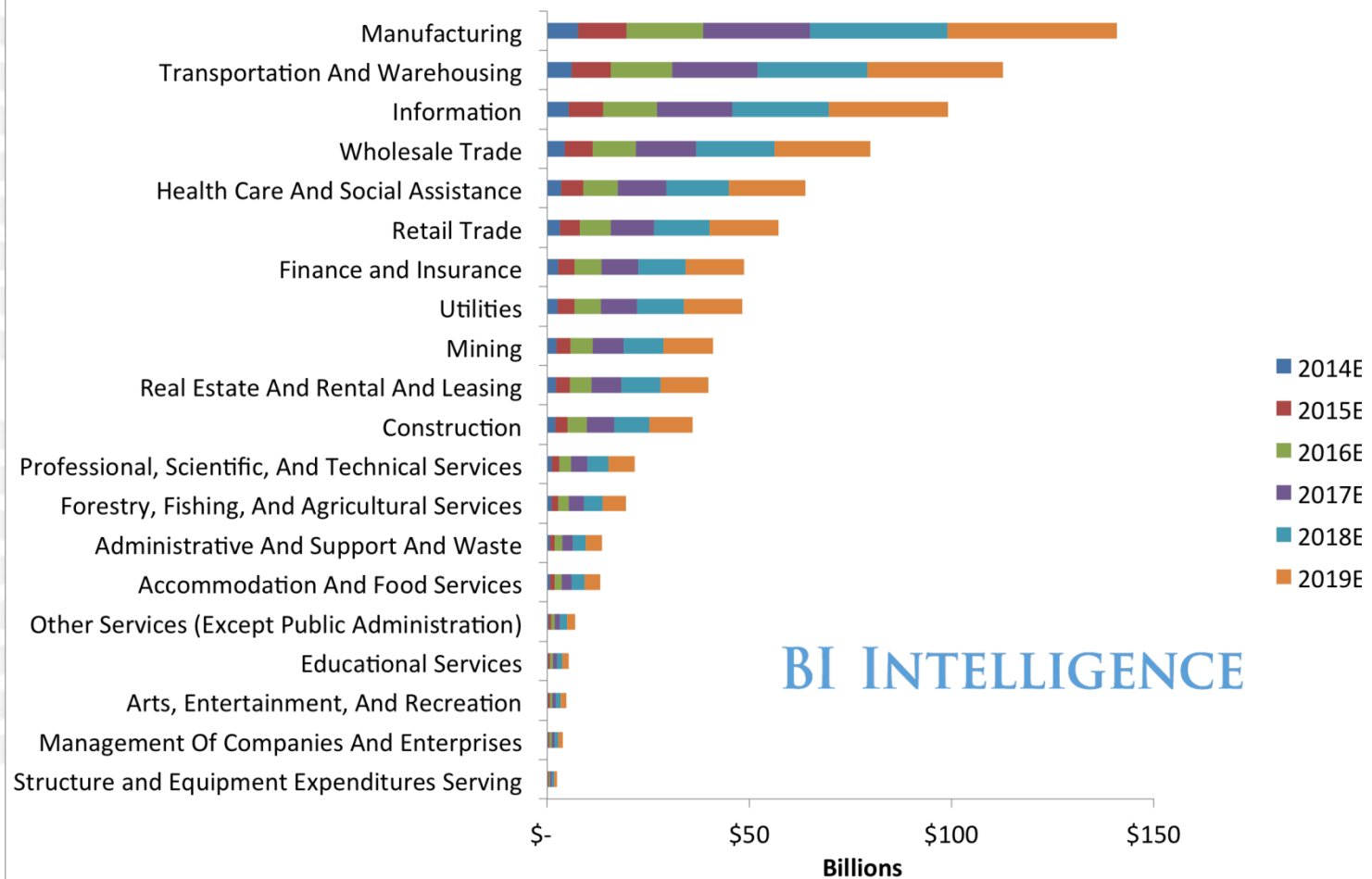
Антенна



Безопасность LoRaWAN



Investments In IoT Solutions By Industry



BI INTELLIGENCE

Source: BI Intelligence Estimates



Промышленность

- Сбор данных о производственном процессе без построения проводной системы телеметрии
- Постоянный мониторинг машин, механизмов и их частей (температура, вибрация, целостность)
- Контроль окружающей среды: влажность, температура, электромагнитное поле, радиация, газы
- Контроль состояния технологических люков и задвижек (открыто/закрыто)
- Контроль ёмкостей (от дозаторов мыла до топливных танкеров)





Безопасность телекоммуникационной инфраструктуры

- Сенсор открытия люка (удар, поворот, наклон, вибрация)
- Сенсор огня/дыма (температура, СО)
- Сенсор света (изменение уровня освещенности)
- Управление внешним освещением при тревоге (детектор – устройство класса А, контроллер лампы – устройство класса С)
- Управление внешним оповещателем при тревоге (детектор – устройство класса А, контроллер оповещателя – устройство класса С)





- Сенсоры давления воды в поливальных машинах
- Сенсоры нарушения целостности конструкций (металлисты)
- Сенсоры температуры и влажности в зонах хранения продукции
- Сенсоры ядохимикатов в воздухе
- Сенсоры отказа систем освещения (теплицы)
- Системы капельного полива (сенсоры+актуаторы)
- Контроль холодного цикла (молоко, мясо, рыба)
-



Agriculture IoT



Транспорт и логистика

- Контроль целостности упаковки
- Геолокация и трекинг транспортных средств, палетт и контейнеров
- Контроль холодного цикла (режим работы рефрижераторов)
- Контроль давления и скоростного режима шин грузового и пассажирского транспорта
- Контроль фактической занятости мест в пассажирском транспорте
- Не замена, а дополнение к GPS/GSM трекерам!





Умный город

- Стандартные задачи:
 - Счетчики воды, газа, тепла,
 - Измерители температуры, CO, NO₂, излучений и т.д.
 - Метеостанции
 - Мониторинг задвижек трубопроводных сетей
- И не очень:
 - Контроль заполненности мусорных контейнеров
 - Контроль вскрытия люков и технологических помещений
 - Управление уличным освещением
 - Контроль целостности механизмов и конструкций



- Протечки водопровода и канализации
- Уровень грунтовых вод и паводки
- Кнопки обратной связи
- Умные парковки ⇒



Умные парковки



Радиоканал
LoRaWAN



3G/4G/
Ethernet IP
Канал



Bluetooth LE
#ParkID

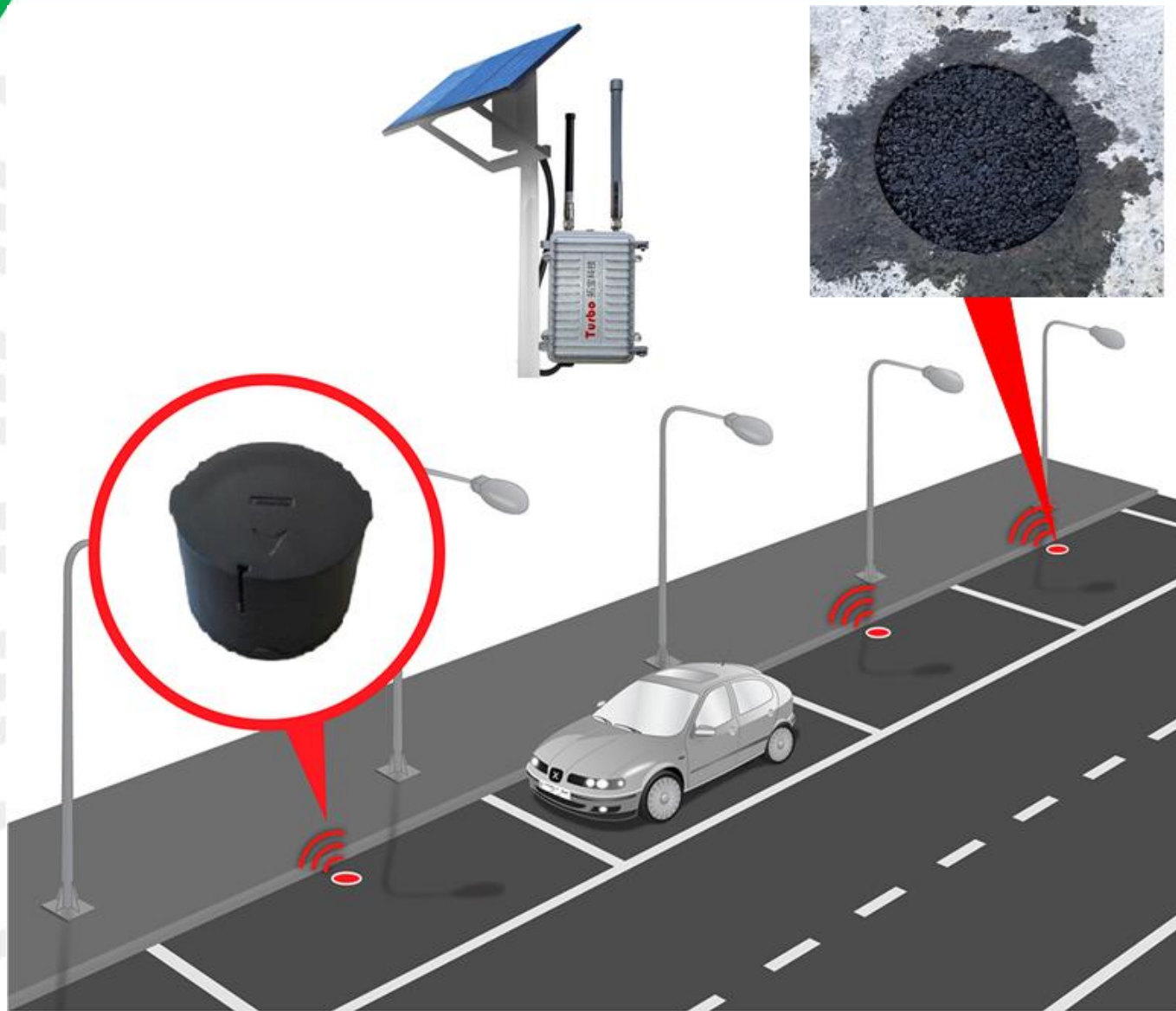


2G/3G/4G



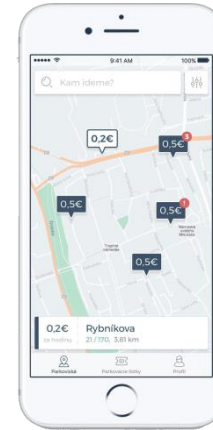
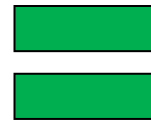
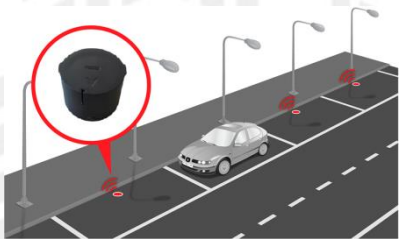


Умные парковки



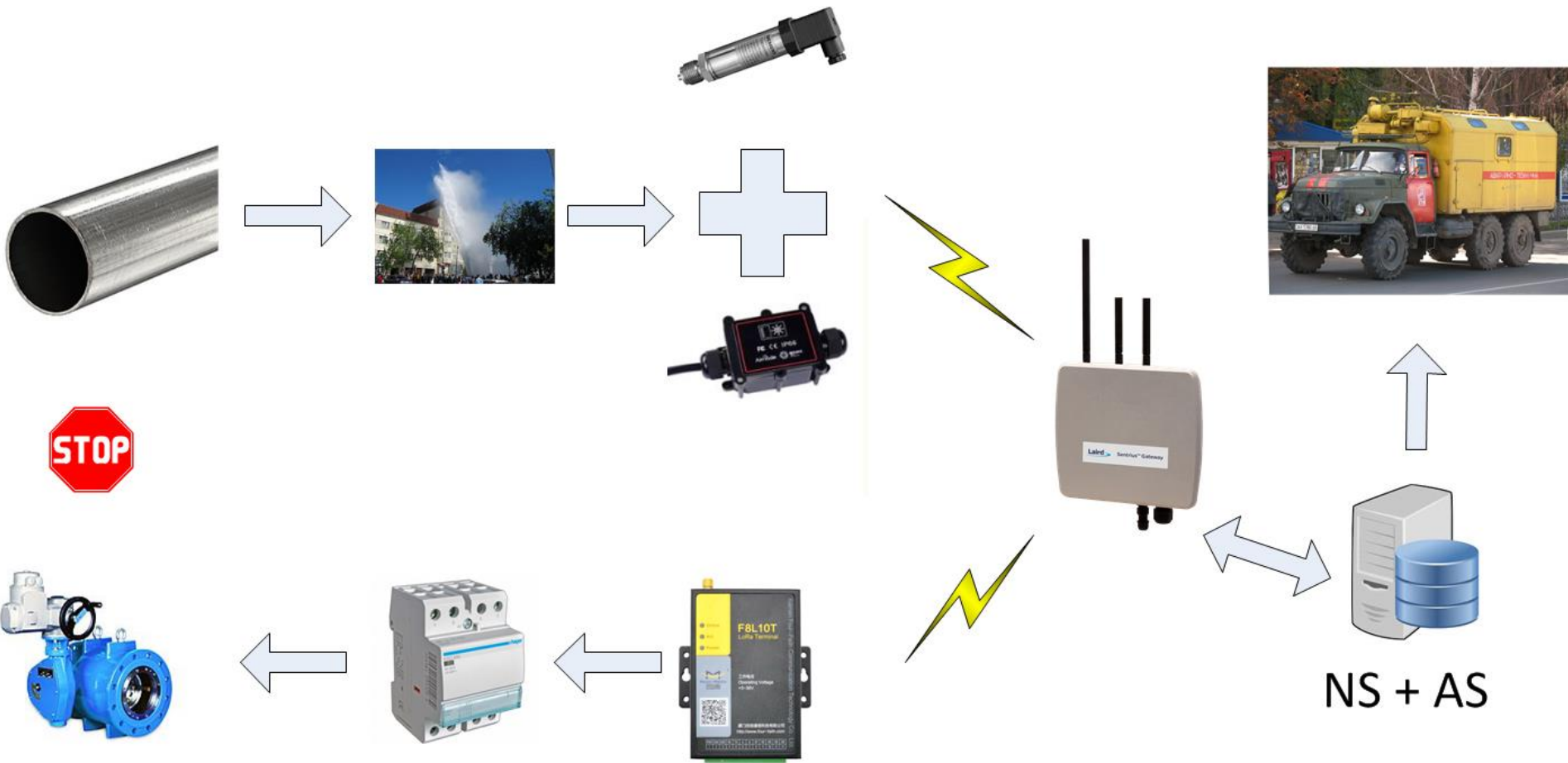


Умные парковки, Gen.2





Контроль протечек магистральных трубопроводов



In my dreams I have a plan
If I got me a wealthy man
I wouldn't have to work at all, I'd fool around and
have a ball

ABBA, Money, Money, Money

- Pay Per Message – просто, но неоднозначное восприятие рынком
- Подписка – сервисная модель
- Ценность для клиента имеют не сообщения как таковые, а информация

- Доставка оборудования и материалов (БС, ПО, сенсоры, сетевая инфраструктура, материалы ЛКС)
- Планирование и проектирование сетевой инфраструктуры и ЛКС
- Радиоизыскания и радиопланирование
- Монтаж и пусконаладочные работы
- Послепродажное обслуживание, сервис и техническая поддержка
- Обучение и повышение квалификации

**Спасибо за
внимание!**