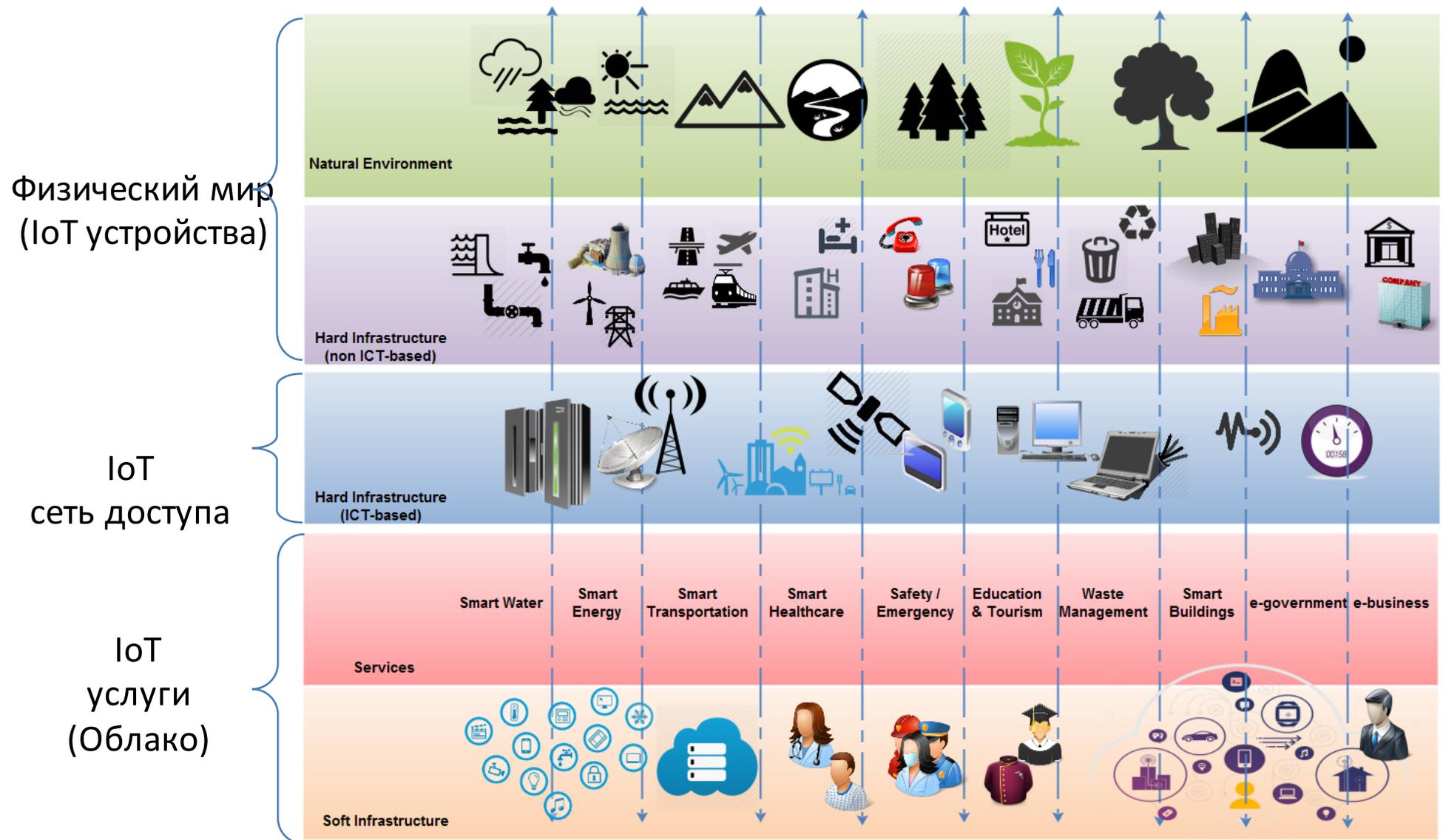


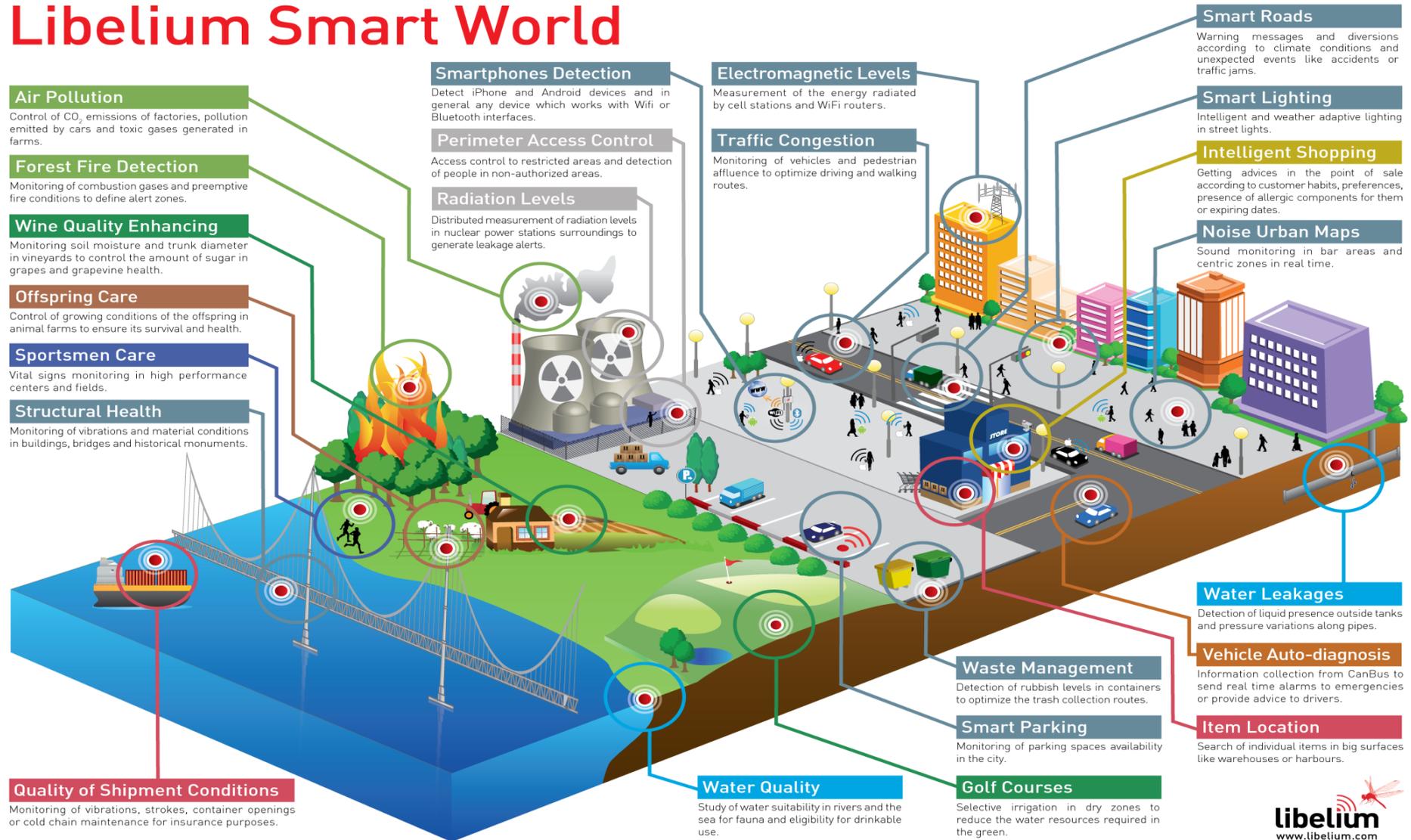
Концепция МСЭ Интернет вещей



Выделение спектра для IoT имеет определенную аналогию в прошлом

Пример IoT услуг согласно концепции Smart World

Libelium Smart World



Необходимые элементы: Устройства, Сеть, ЦОД (облако) и конечно Интернет!

Перспективные радиотехнологии для внедрения IoT

Стандарты LPLA & LPWA. Что делать регулятору?

IEEE 802.11ac

IEEE 802.11ah

ZigBee (IEEE 802.15)

Bluetooth LE (IEEE 802.15)

WiSun (IEEE 802.15)

Weightless

DASH7

6LoWPAN

..... и много других стандартов, разработанных отдельными компаниями

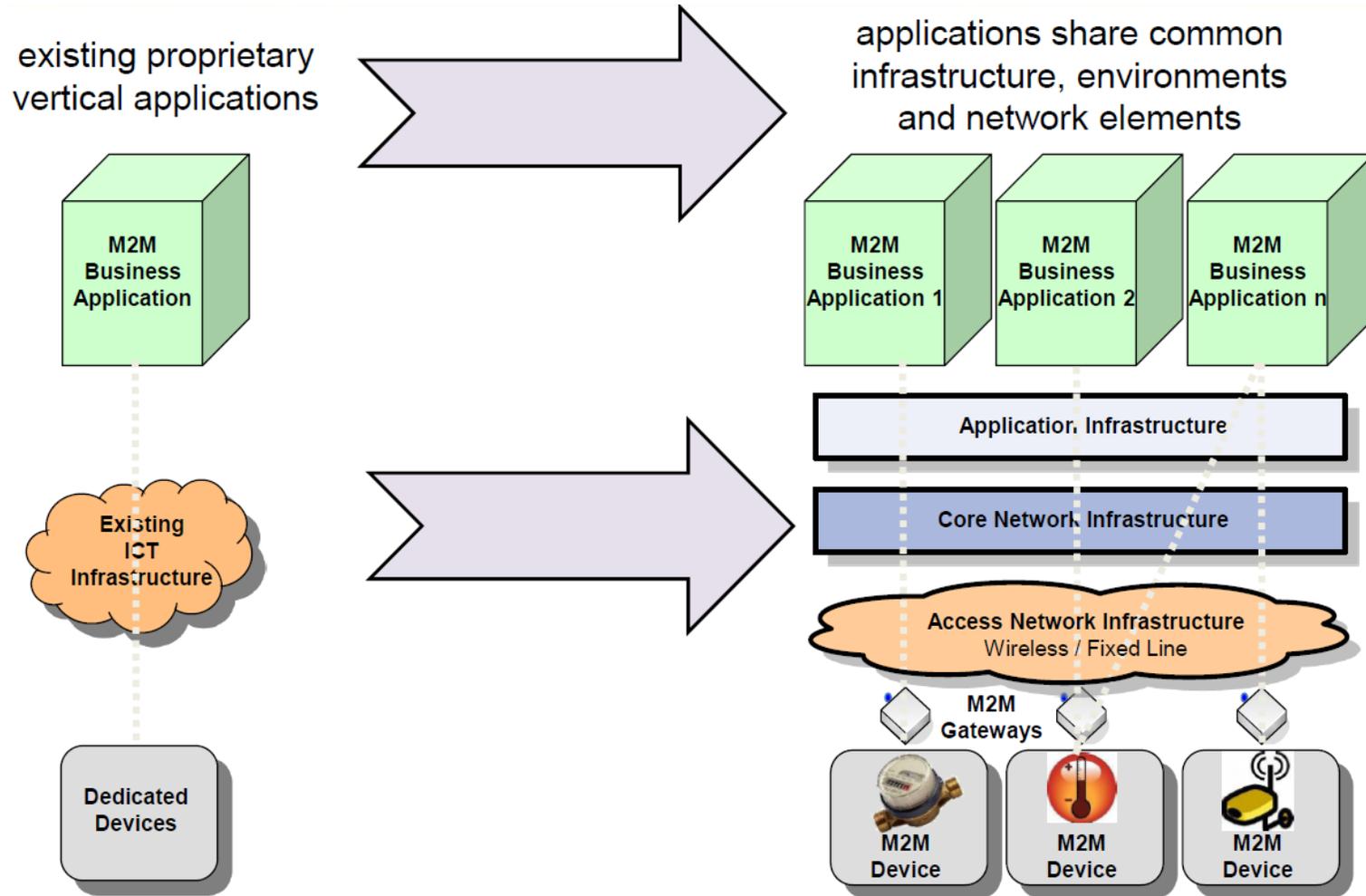
	SIGFOX	LoRa	clean slate	NB LTE-M Rel.13	EC-GSM Rel.13	LTE-M Rel.12/13	5G (планы)
Дальность	<13км	<11 км	<15 км	<15 км	<15 км	<11 км	<15 км
Полосы частот	ниже 1 ГГц	ниже 1 ГГц	ниже 1 ГГц	ниже 1 ГГц	ниже 1 ГГц	ниже 1 ГГц	ниже 1 ГГц
Скорость передачи	<100 bps	<10 kbps	<50 kbps	<150 kbps	10 kbps	<1 Mbps	<1 Mbps
Время жизни	>10 лет	>10 лет	>10 лет	>10 лет	>10 лет	>10 лет	>10 лет
Дата выхода	2015	2015	2016	2016	2016	2016	после 2020

NB-IoT Rel.13 (red text with arrows pointing to clean slate and NB LTE-M)

EC-GSM Rel.13 (red text with arrows pointing to EC-GSM and LTE-M)

Гармонизация стандартов и полос частот или технейтральность?

IoT – новый подход к стандартизации



Стандартизация – от вертикального подхода к горизонтальному

Классификация IoT для регулирования использования спектра

Licensed spectrum

- 3GPP Releases 12/13
 - › LTE evolution for Massive MTC
- 3GPP Release 13
 - › New narrowband air interface (NB-IoT)
 - › Extended coverage GSM-IoT (EC-GSM-IoT)

License-exempt spectrum

- | Short Range | Long Range |
|------------------------|--------------|
| › Bluetooth Low Energy | › Sigfox |
| › IEEE802.11ah | › Weightless |
| › IEEE802.15.4 | › Ingenu |
| › ZigBee | › LoRaWAN |
| › Z-Wave | › ... |
| › ... | |

Industrie 4.0, Cyber-physical systems & networking, Industrial Internet of Things, Critical infrastructures



Factory Automation
 $\leq 1 \text{ ms}, 10^{-8}$



Motion Control
 $\leq 1 \text{ ms}, 10^{-9}$



Remote Control
5-100 ms, 10^{-6}



Smart Grid
3-5 ms, 10^{-6}



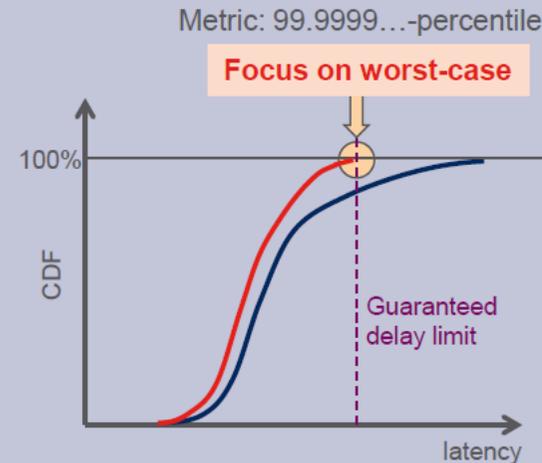
Tactile Internet
1 ms, 10^{-8}



Process Automation
100 ms, 10^{-8}

Numbers are examples, requirements vary within one application area

Ultra-reliable low latency communication



Три категории IoT – Лицензируемые, Не лицензируемые и Специальные

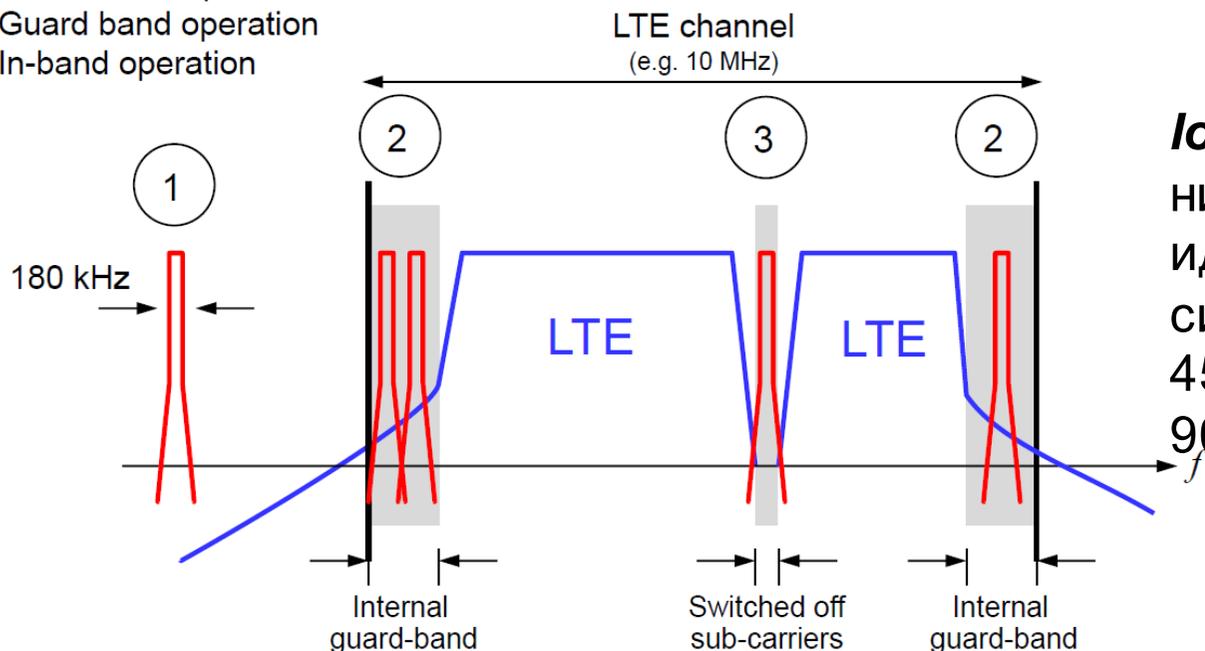
IoT как лицензируемые системы

**Широкополосные системы
на основе LTE**

Ширина канала - *1.4 МГц и 3 МГц*

**Узкополосные системы M2M
на основе стандарта GSM и/или
на основе стандарта NB-IoT**
Ширина канала - *200 кГц*

- 1) Stand-alone operation
- 2) Guard band operation
- 3) In-band operation



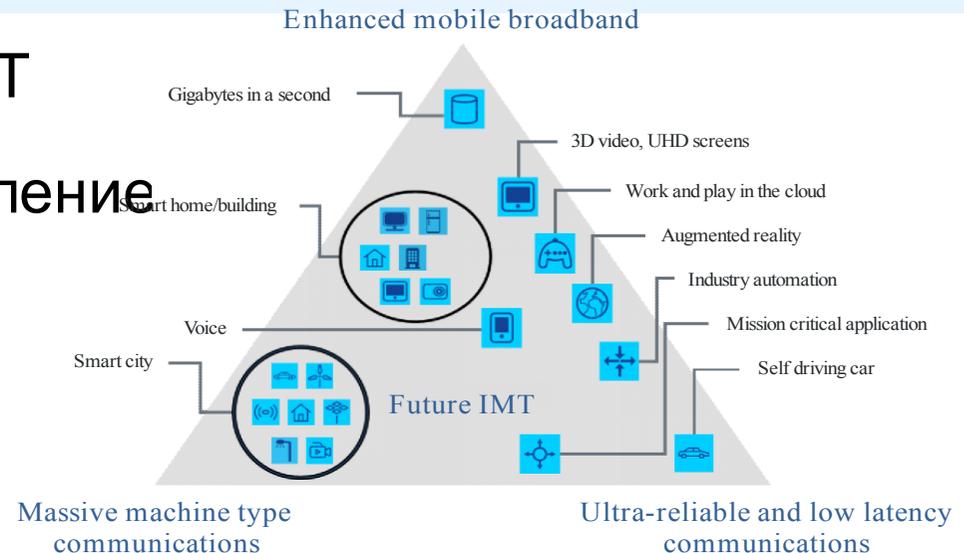
IoT спектр – весь спектр
ниже 1 ГГц , который
идентифицирован для
систем IMT в Регламенте.
450 МГц, 700 МГц, 800 МГц,
900 МГц

Для гармонизации в РСС - 450 МГц и 700 МГц (733-736 МГц / 788-791 МГц)

Реализация IoT на основе IMT-2020 (5G)

5G : ориентируется на рынок IoT

5G : сеть в сети, низкое потребление энергии, масштабируемость.



Системы 5G могут внедряться в существующих полосах подвижной службы до ВКР-19:

- например, 4800-4990 МГц, 5925-6425 MHz и др.!
- размер блока от 200 МГц и выше, размер канала от 40 МГц !

ВКР-19 пункт 1.13 - гармонизировать спектр выше 24 ГГц для IMT-2020:

для Района 1 - 24.25-27.5 ГГц, 31.8-33.4 ГГц, 40.5-43.5 ГГц

для Района 2 - ???

для района 3 - ???

Плосы для гармонизации в РСС для 5G – 31.8-33.3 ГГц, 40.5-43.5 ГГц

IoT как не лицензируемые и специальные системы

IoT как устройства SRD

Существующие диапазоны: 433 МГц, 868 МГц, 2.4 ГГц Полос ниже 1 ГГц недостаточно.

Возможные полосы частот: 870-876 / 915-921 МГц.

Стандарт: IEEE 802.11xx, SigFox, LoRaW и т. д.

Дополнительные потребности : 3-5 МГц в диапазоне ниже 1 ГГц.

Специальные применения IoT

Для ITS - два конкурирующих стандарта ITS-G5 (IEEE 802.11p) и LTE-V2X в полосе частот 5875-5905 МГц. Можно отметить также интерес к расширению этой полосы за счет полос частот 5855-5875 МГц и 5905-5925 МГц.

Для WIA - потребности в спектре - около 80 МГц, т.е. 2 x 40 МГц в диапазоне 1,4 ГГц ... 6 ГГц.

Полосы для гармонизации в РСС – 870-876/915-921 МГц, 5875-5905 МГц

Предварительные выводы по регулированию спектра для IoT

1. Требуется ли выделять лицензируемый спектр для сетей IoT? - **Да, как лицензируемый, так и нелицензируемый спектр.**

2. В полосах частот какой службы следует выделять спектр для IoT? - **В полосах частот подвижной службы**

3. Можно ли использовать спектр, который уже выделен для подвижных сетей?

- **Да, в зависимости от регуляторных условий по использованию спектра.**

4. Какому типу применений следует выделять спектр для создания сетей IoT?

- **ITS, Индустриальный IoT, критическая инфраструктура**

Текущая ситуация с внедрением IoT в России

INDUSTRIAL Internet of Things



CONSUMER Internet of Things



Landscape in Russia Internet of Things

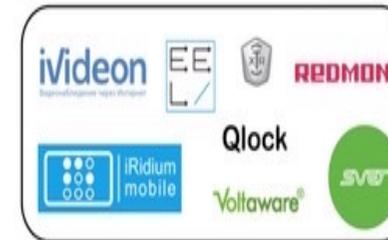
Smart Transport



eHealth



Smart Home



Smart Pay



Other



Industrial IoT



IoT Platforms



IoT устройства:

- RFIDs** – 13&865&921 МГц ...
- авторадары** – 77 ГГц
- Тревога** – 433&865 МГц ...
- Движение** - 10&24 ГГц ...
- радары** – 10&25 ГГц ...
- положение** – GLONASS, GPS
-

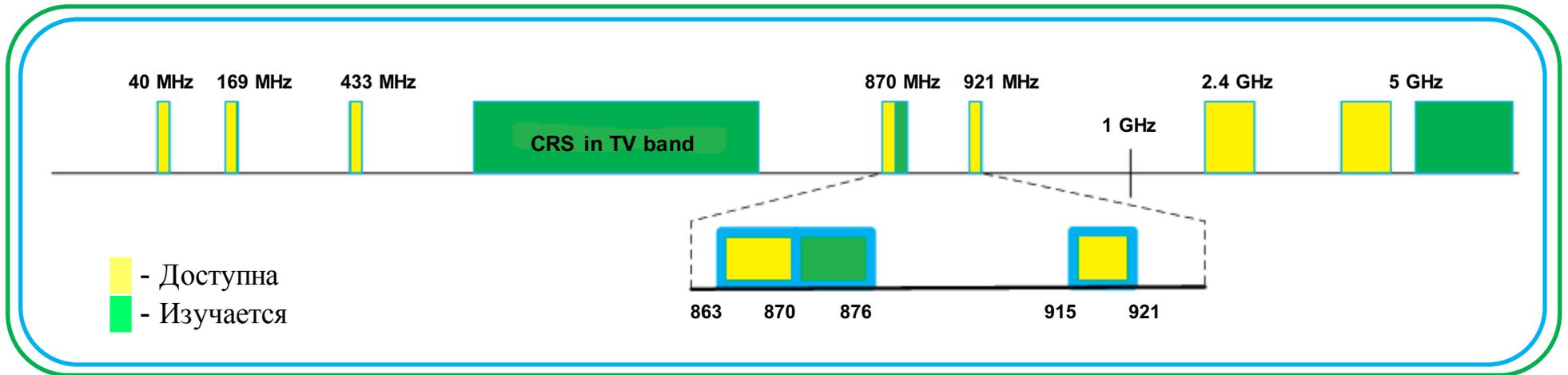
IoT сети:

- LPWA** – 868 МГц
- LPLA** – 2.4&5 ГГц
- ITS** – 5.8&64 ГГц
- Сотовые** – GSM, IMT
- Медицина** – 403 МГц ...
- Датчики** – 433 МГц, 868 МГц, 2.4 ГГц

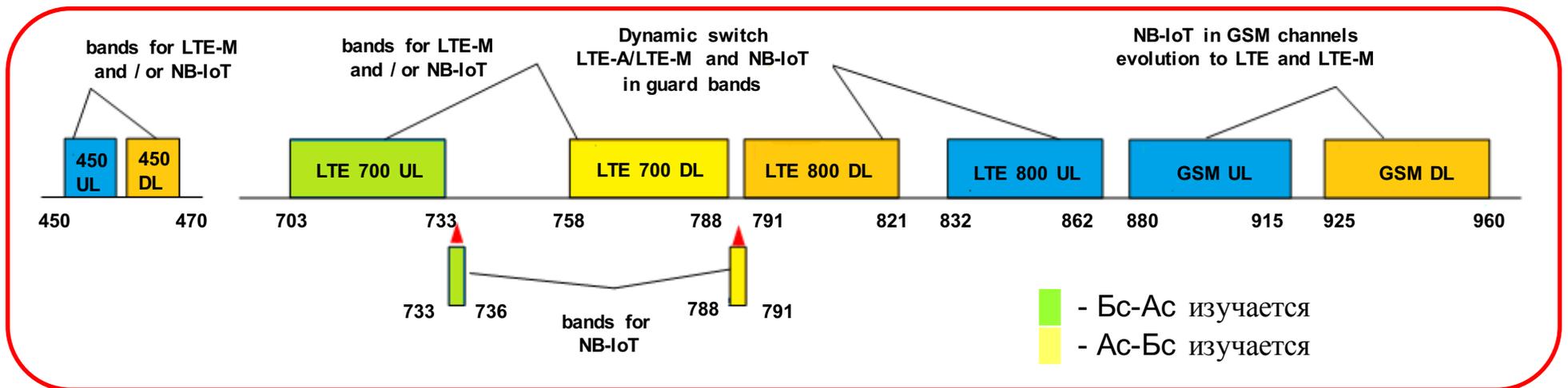
Есть ли нехватка спектра для IoT? Каковы требования к спектру для IoT?

Текущая ситуация с полосами частот для IoT в России

Возможные не лицензируемые полосы частот для IoT в России



Возможные лицензируемые полосы частот для IoT в России



Выделение спектра для IoT требуется в полосах подвижной службы

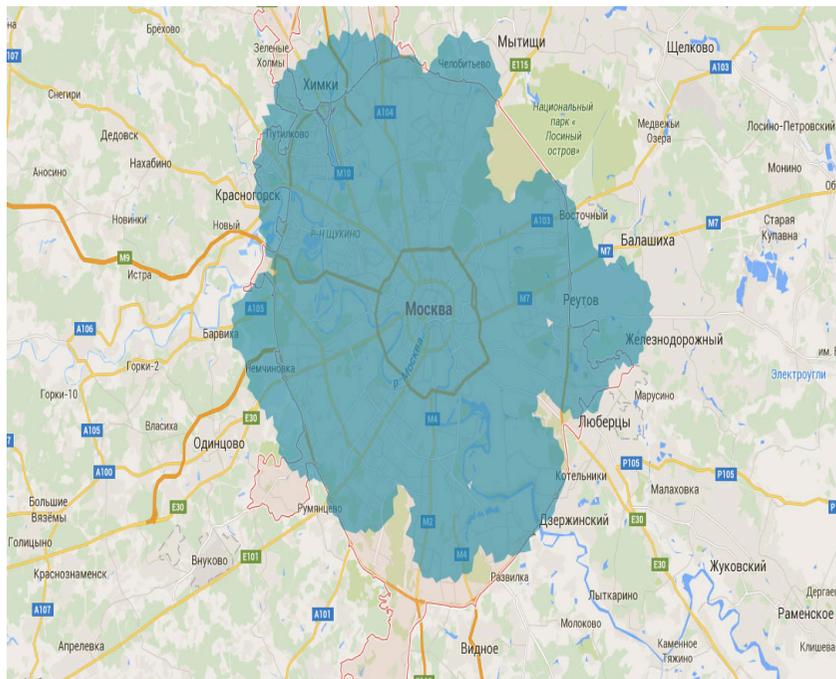
Примеры реализации IoT сетей в России

Сеть для реализации IoT - выделение для отдельной сети

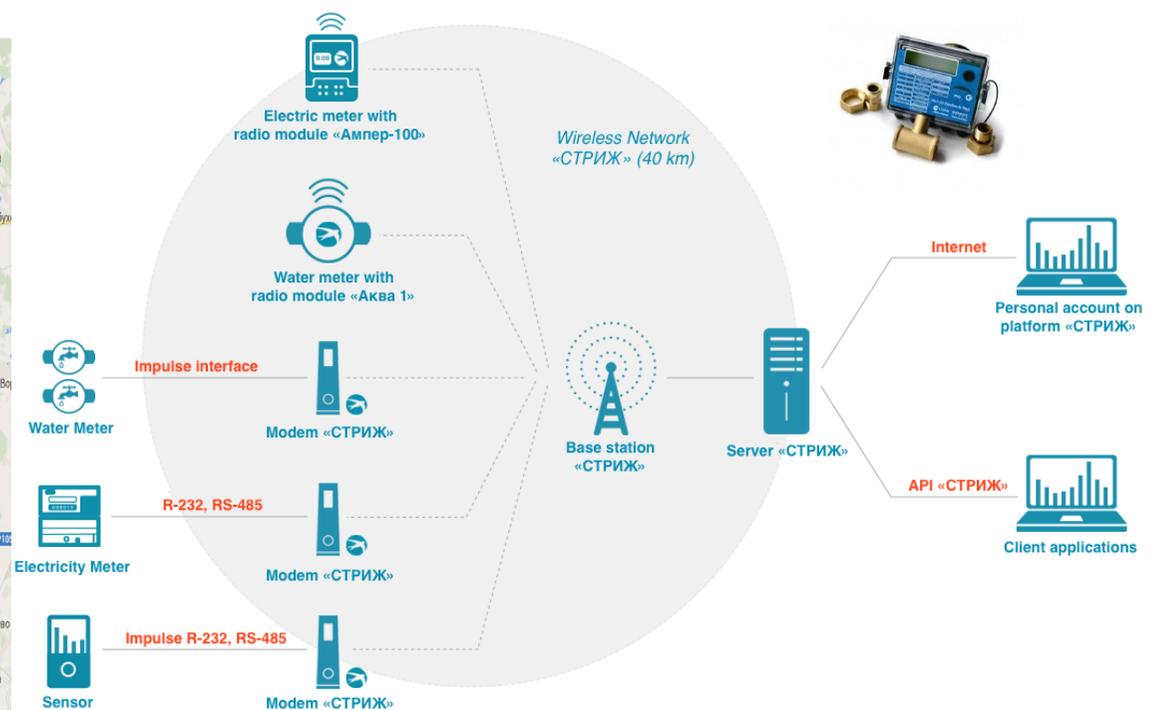
- ИТС в полосе 5.8 ГГц
- GSM в полосах 900&1800 MHz для терминалов POS

Сеть в нелицензируемой полосе для IoT - совмещение в полосе частот

- Сеть *Стриж* в полосе частот 868 МГц для датчиков IoT



Покрытие 100% Москвы
70 Базовых станций,
500 кГц в диапазоне 868 МГц



Сети для IoT создаются и в выделенных сетях и в специальных сетях !!!

IoT standards comparison

