

# Интернет вещей. (Internet of Things, IoT)

IoT = Сенсоры (датчики) + Данные + Сети + Услуги.

- Интернет вещей – это глобальная сеть компьютеров, датчиков (сенсоров) и исполнительных устройств (актуаторов), связывающихся между собой с использованием интернет протокола IP (Internet Protocol).



Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.

# Наиболее популярные категории Интернета Вещей



Приложения	Общая популярность (с примерами)	Оценка
		1 2 3
1 Smart Home		100% 61k 3.3k 430
2 Wearables		33k 2.0k 320
3 Smart City		41k 0.5k 80
4 Smart grid		41k 0.1k 60
5 Industrial internet		10k 1.7k 30
6 Connected car		5k 1.2k 50
7 Connected Health		2k 0.5k 5
8 Smart retail		1k 0.2k 1
9 Smart supply chain		0k 0.2k 0
10 Smart farming		1k 0.0k 1

## Наиболее популярные категории Интернета Вещей



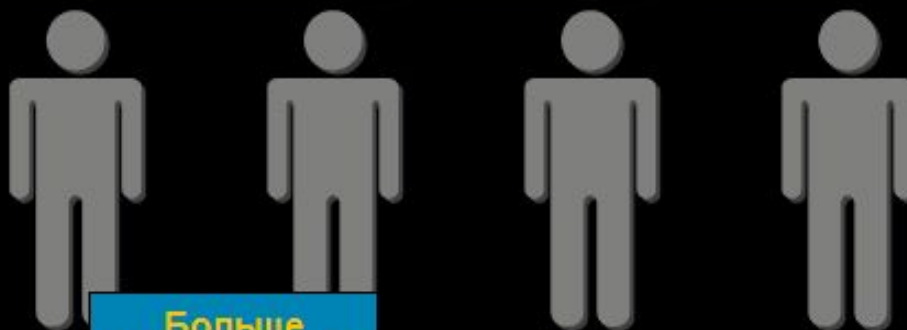
1. Ежемесячный мировой поиск приложения в Google. 2. Ежемесячные Твиты именем приложения и #ИОТ. 3. Ежемесячные посты в LinkedIn по ключевым словам. Данные: Google, Twitter, LinkedIn, IoT Analytics

1. Ежемесячный мировой поиск приложения в Google. 2. Ежемесячные Твиты именем приложения и #ИОТ. 3. Ежемесячные посты в LinkedIn по ключевым словам. Данные: Google, Twitter, LinkedIn, IoT Analytics



# Эпоха Интернета вещей уже наступила

Мировое население:	6,3 млрд	6,8 млрд	7,2 млрд	7,6 млрд
Подключенные устройства:	500 млн	~10 млрд	19 млрд	50 млрд



Больше подключенных устройств, чем людей



**2016 год: 19 млрд устройств и 3,4 млрд пользователей Интернета**

Source: Cisco IBSG, 2011, Cisco VNI 2012

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

Технологические достижения





# Базовые принципы IoT

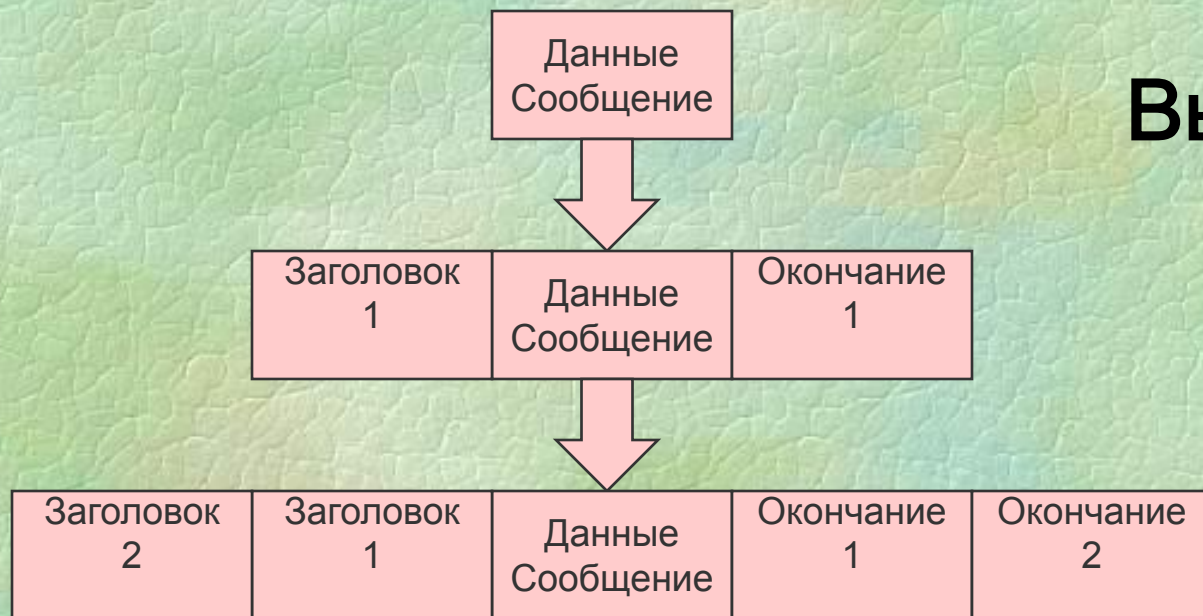
- Концепция IoT и термин для неё впервые сформулированы основателем исследовательской группы Auto-ID при Массачусетском технологическом институте Кевином Эштоном в 1999 году на презентации для руководства компании Procter & Gamble. В презентации рассказывалось о том, как всеобъемлющее внедрение радиочастотных меток RFID сможет видоизменить систему управления логистическими цепями в корпорации.
- Официальное определение Интернета вещей приведено в Рекомендации МСЭ-T Y.2060, согласно которому IoT – глобальная инфраструктура информационного общества, обеспечивающая передовые услуги за счет организации связи между вещами (физическими или виртуальными) на основе существующих и развивающихся совместимых информационных и коммуникационных технологий

# Базовые принципы IoT





## Несколько уровней пакетов сообщений



Высший уровень

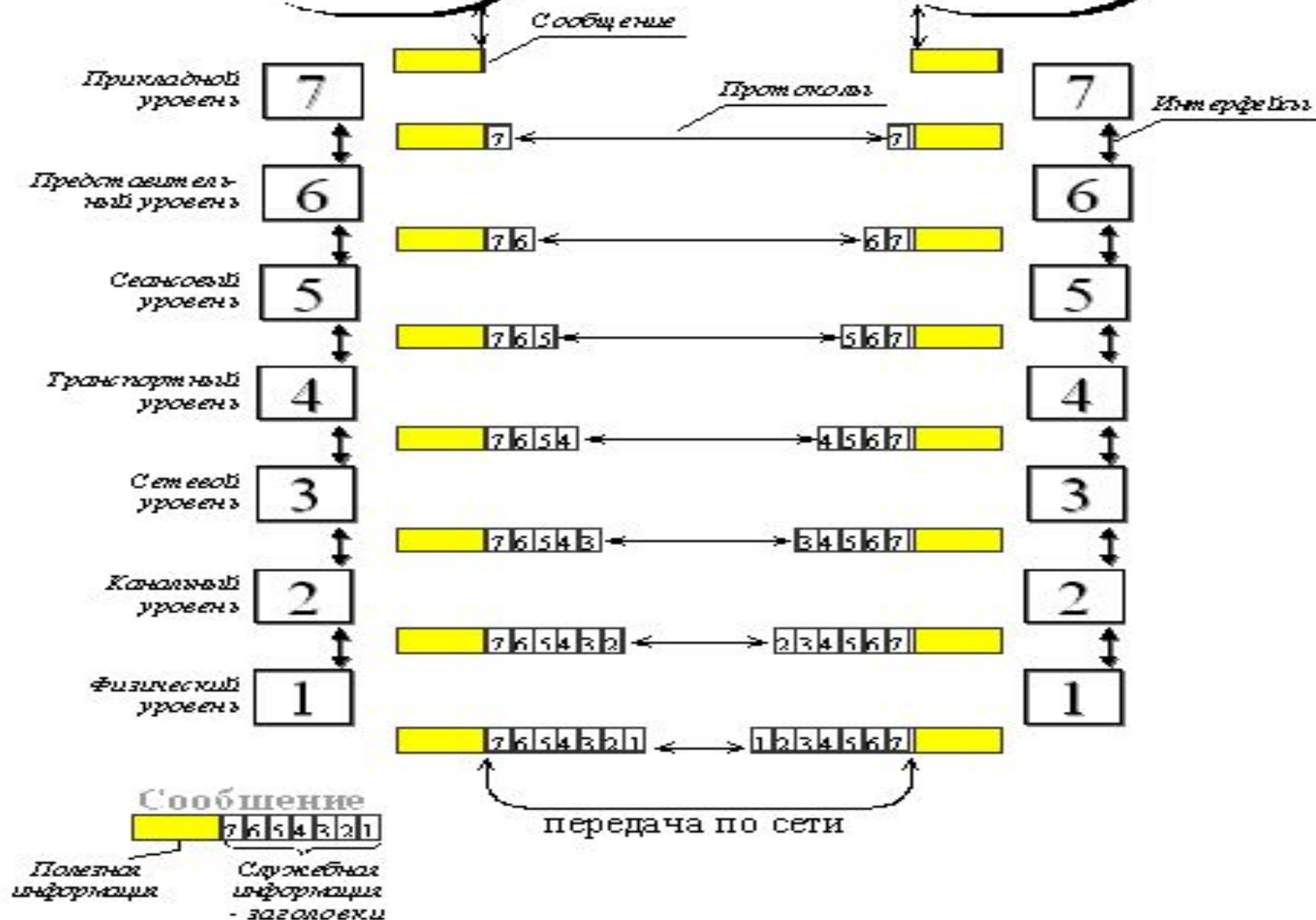
Низший уровень

Компьютер 1

Компьютер 2

Процесс А

Процесс В







# Эталонная модель IoT по Рекомендации Y.2060





Уровень архитектуры

Направления стандартизации

Стандарты безопасности





# Эталонная модель IoT

- **уровень устройств** включает возможности устройства и возможности шлюза. Возможности устройства предполагают прямой обмен с сетью связи, обмен через шлюз, обмен через беспроводную динамическую ad-hoc сеть, а также временный останов и возобновление работы устройства для энергосбережения. Возможности шлюза предполагают поддержку множества интерфейсов для устройств (шина CAN, ZigBee, Bluetooth, WiFi и др.) и для сетей доступа/транспортных сетей (2G/3G, LTE, DSL и др.). Другой возможностью шлюза является поддержка конверсии протоколов, в случае, если протоколы интерфейсов устройств и сетей отличаются друг от друга.
- **Уровень сети** выполняет две базовых функции. Возможности сети относятся к взаимодействию устройств и шлюзов. Транспортные возможности относятся к транспорту информации служб и приложений IoT, а также информации управления и контроля IoT. Грубо говоря, эти возможности соответствуют сетевому и транспортному уровням OSI.
- **Уровень поддержки услуг и поддержки приложений** предоставляет возможности, которые используются приложениями. Многие разнообразные приложения могут использовать общие возможности поддержки. К примерам относятся общая обработка данных и управление БД. Специализированные возможности поддержки — это конкретные возможности, которые предназначены для удовлетворения потребностей конкретного подмножества приложений IoT.
- **Уровень приложения** состоит из всех приложений, взаимодействующих с IoT-устройствами.



# Эталонная модель IoT, общие возможности управления

- управление устройствами: примеры включают обнаружение устройств, аутентификацию, дистанционную активацию и деактивацию устройств, конфигурацию, диагностику, обновление прошивки и/или ПО, управление рабочим статусом устройства;
- управление топологией локальной сети: примером является управление конфигурацией сети;
- управление трафиком и перегрузками: например, обнаружение условий перегруженности сети и реализация резервирования ресурсов для срочных и/или жизненно важных потоков трафик



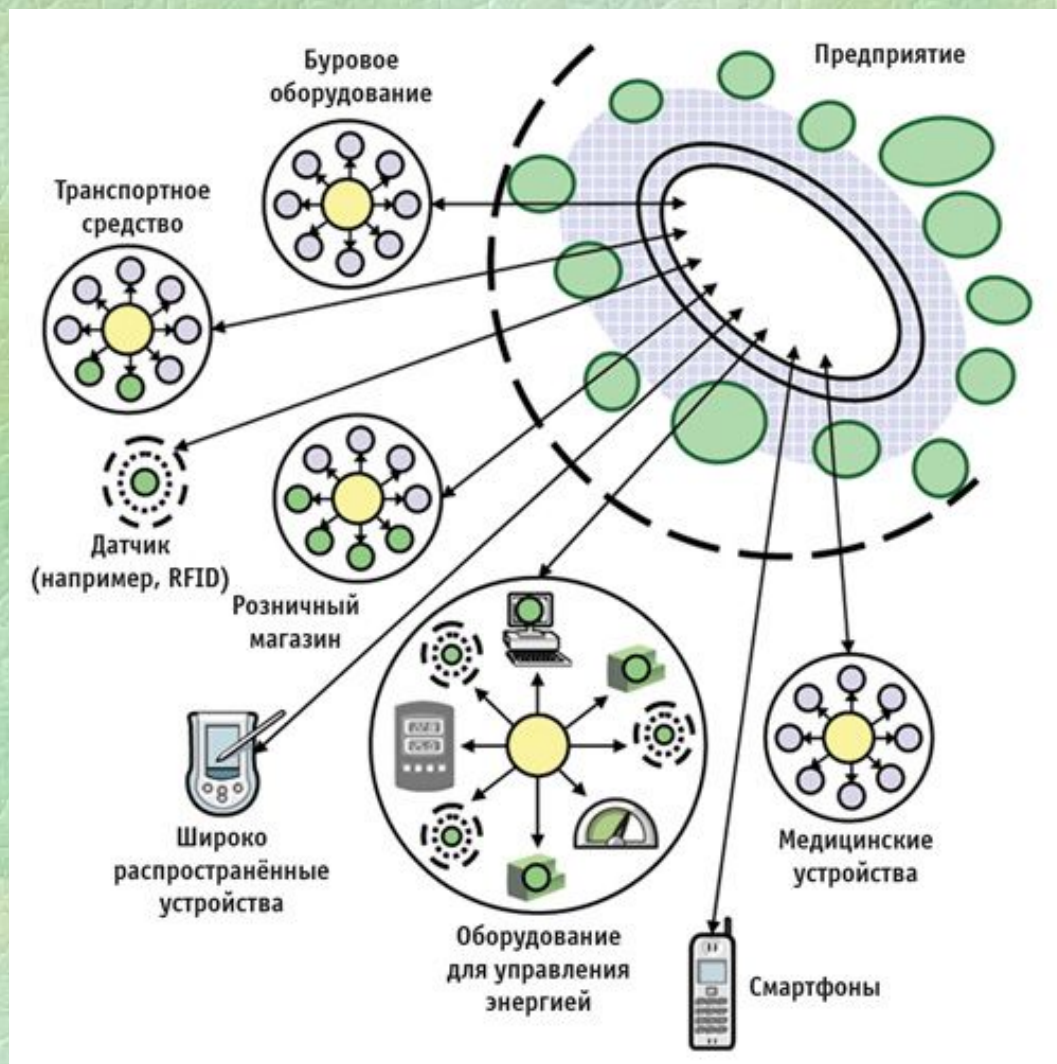


# Протоколы интернет-вещей

- в рамках концепции Интернета вещей существуют следующие участки: сенсорный узел – сенсорный узел (самый распространенный протокол DDS), сенсорный узел – сервер (CoAP, MQTT, XMPP, STOMP), сервер – сервер (AMQP). Существует множество протоколов передачи данных, в качестве примера приведены самые популярные.
- DDS (Data Distribution Service) – реализует шаблон публикации-подписки для отправки и приема данных, событий и команд среди конечных узлов. Узлы-издатели создают информацию, «topic» (темы, разделы: температура, местоположение, давление) и публикуют шаблоны. Узлам, заинтересовавшимся в данных разделах, DDS прозрачно доставляет созданные шаблоны. В качестве транспорта – UDP. Также DDS позволяет управлять параметрами QoS (качество обслуживания).
- CoAP (Constrained Application Protocol) – с точки зрения пользователя похож на протокол HTTP, но отличается малым размером заголовков, что подходит для сетей с ограниченными возможностями. Использует архитектуру клиент-сервер и подходит для передачи информации о состоянии узла на сервер (сообщения GET, PUT, HEAD, POST, DELETE, CONNECT). В качестве транспорта – UDP.
- XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) – давно используется в сети Интернет для передачи сообщений в режиме реального времени, благодаря формату XML подходит для использования в сетях IoT. Работает поверх архитектур издатель-подписчик и клиент-сервер. Также используется для адресации устройств в небольших сетях (адресация вида «name@domain.com»).
- MQTT (Message Queue Telemetry Transport) – осуществляет сбор данных от множества узлов и передачу на сервер. Основывается на модели издатель-подписчик с использованием промежуточного сервера – брокера (приоритезация сообщений, формирование очередей и др.). В качестве транспорта – TCP. На основе MQTT был сформирован специализированный протокол MQTT-SN для сенсорных сетей.

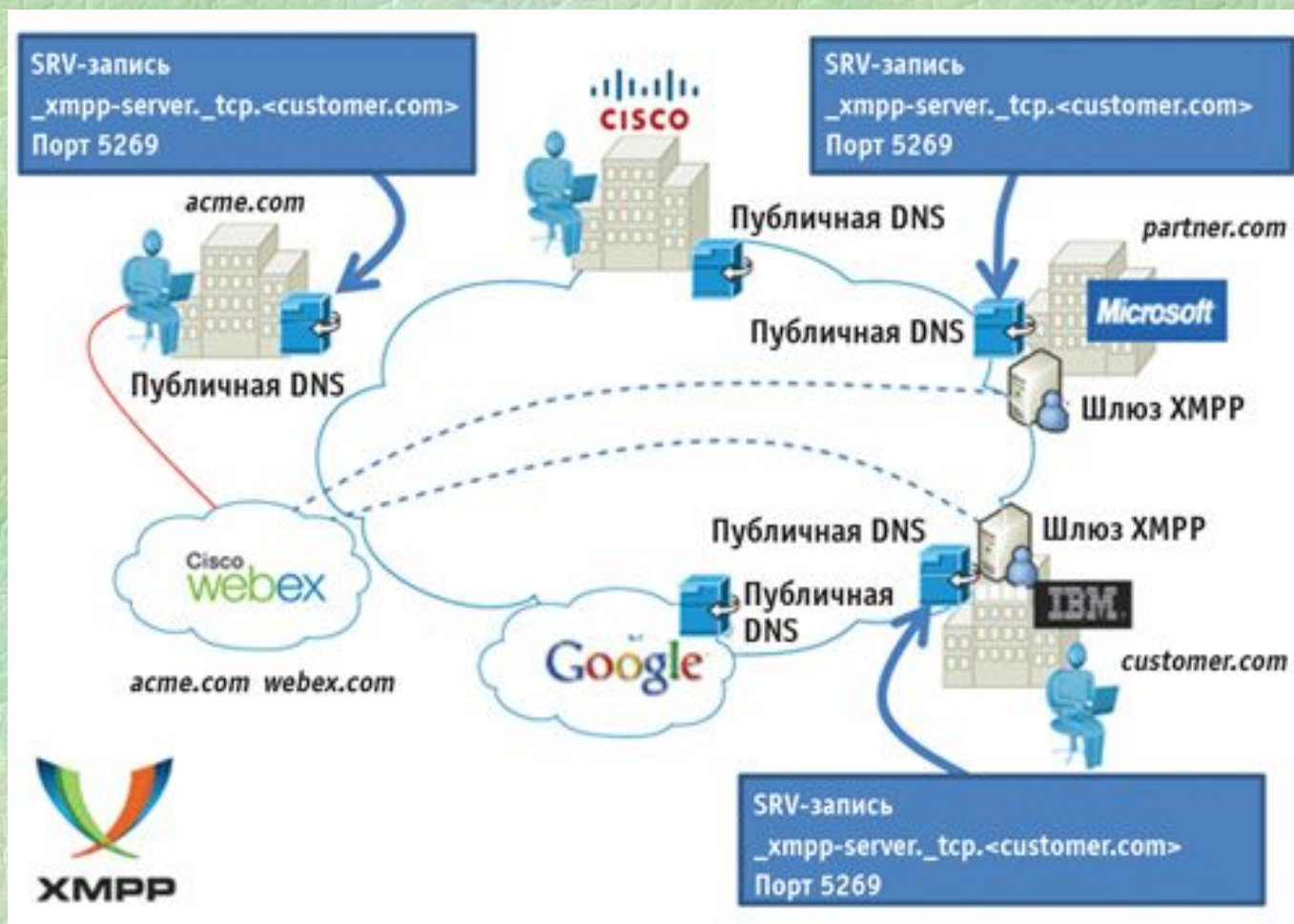


# Протокол MQTT (Message Queue Telemetry Transport) обслуживает сбор данных с устройств





Протокол XMPP поначалу назывался Jabber. Он был разработан для системы мгновенного обмена сообщениями для связи между людьми с помощью текстовых сообщений



DDS (Data Distribution Service – сервис распределения данных) обслуживает устройства, которые непосредственно используют данные устройства



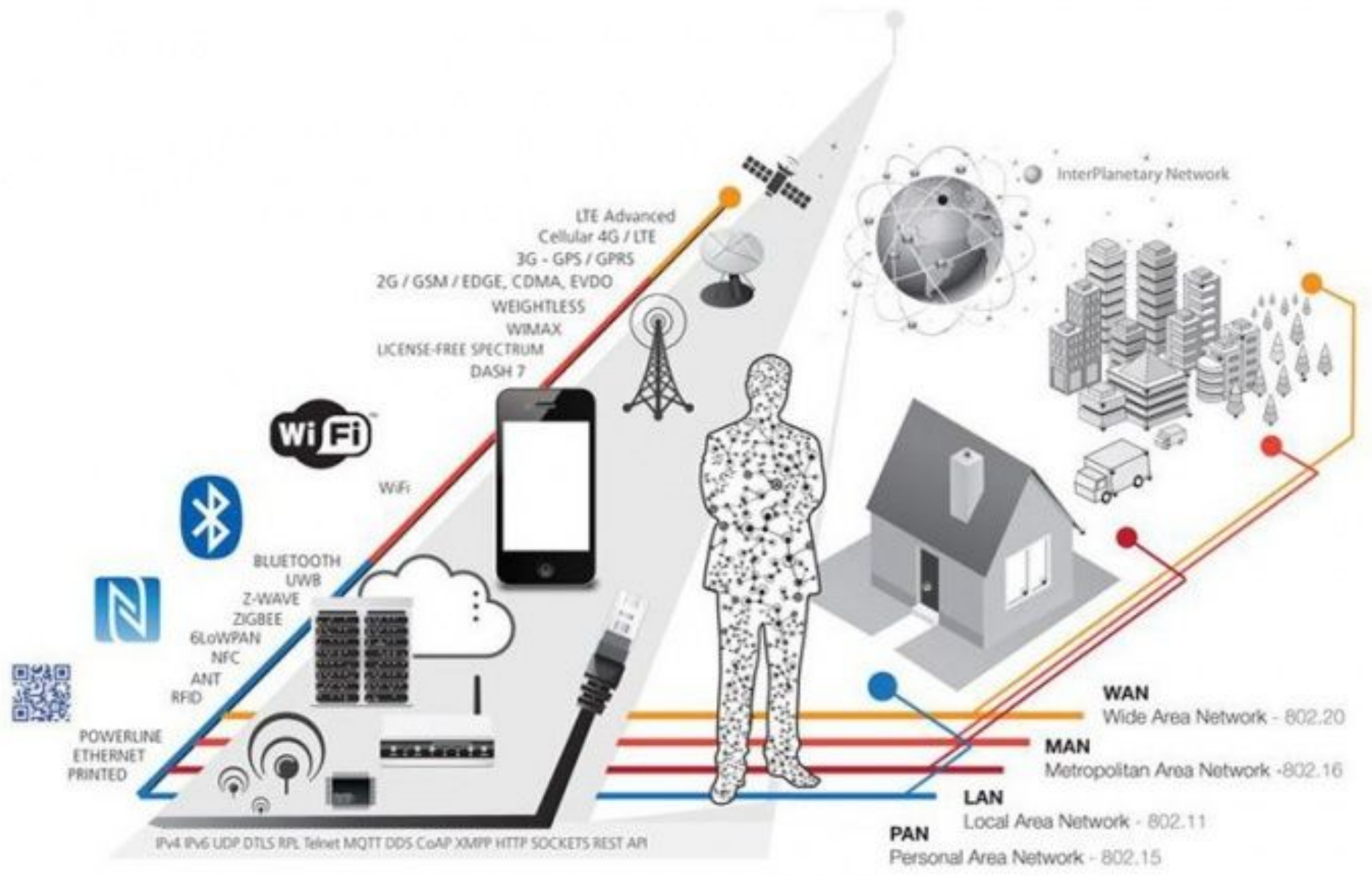


# DDS

- Устройства запрашивают данные иначе, чем IT-инфраструктура. Во-первых, устройства работают быстро. Масштаб «реального времени» часто измеряется в микросекундах. Устройствам нужно осуществлять связь с другими устройствами, используя сложные пути, поэтому простые и надёжные двухточечные TCP-потоки данных ограничивают возможности такой передачи. Взамен этого DDS обеспечивает детализированный контроль качества сервиса (QoS), многоадресную передачу, перестраиваемую надёжность и всеобъемлющую избыточность. Кроме того, сильной стороной DDS является разветвление данных. Протокол DDS обеспечивает мощные способы фильтрации и отбора данных по адресам назначения, причём число синхронных получателей данных может исчисляться тысячами.
- Для использования данных от устройств звездообразная сеть совершенно не годится. Вместо этого DDS реализует прямую шинную связь между устройствами на базе реляционной модели данных.
- Подобно тому, как база данных управляет доступом к хранимым данным, шина данных управляет доступом к данным и обновлениями одновременно многими пользователями. Это именно то, что нужно высокопроизводительным устройствам, чтобы они работали вместе, как единая система.
- Высокопроизводительные системы интегрированных устройств используют протокол DDS. Это единственная технология, которая обеспечивает гибкость, надёжность и скорость, необходимые для построения сложных приложений реального времени. Эти приложения включают в себя военные системы, ветроэлектростанции, интегрированные системы больниц, системы диагностической визуализации, системы сопровождения ресурсов и автомобильные системы испытаний и обеспечения безопасности. Протокол DDS с высокой скоростью соединяет устройства внутри работающей распределённой системы.



# Варианты подключения к существующим сетям





### РЭС гражданского назначения

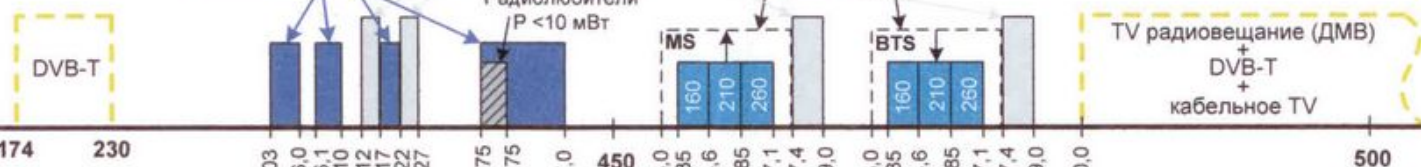
Протокол ГКРЧ №06-18 от 11.12.2006

### TETRA

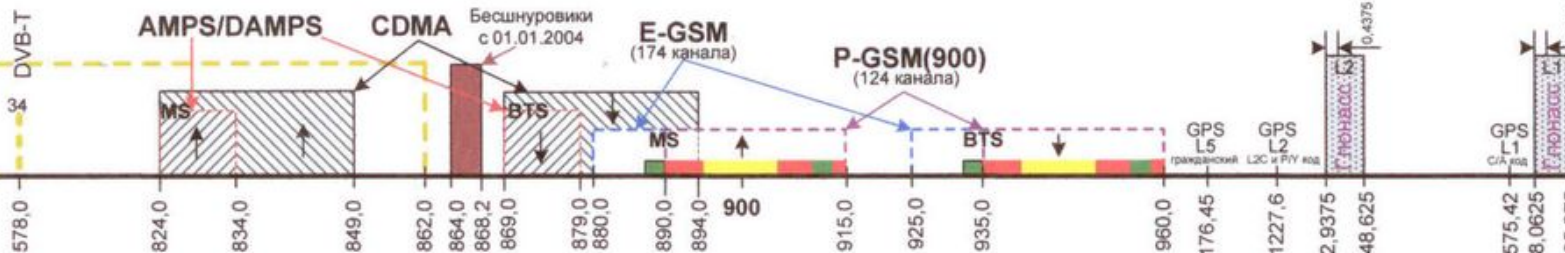
Протокол ГКРЧ №06-15 от 26.06.2006

### IMT-TC-450 (CDMA)

- Не используется операторами
- Мегафон
- MTC
- Билайн
- SKY LINK
- CDMA-2000



полоса 1,23 МГц  
 f=2116,25/1926,25  
 f=2120,00/1930,00  
 f=2159,75/1969,75  
 f=2164,00/1974,00



- Скартел (Йота) P=160мВт, 60мВт, 10МОG(D)7W
- Comstar WiMAX P=1,5Вт, 2Вт -> 6МОG(D)7W P=160мВт -> 5МОG(D)7W
- Comstar WiMAX P=160мВт -> 10МОG(D)7W
- P=125мВт -> 16М6D4D; 20МОG1D
- P=100мВт -> 22МОG1D; 20МОG1D
- P=100мВт, 1Вт -> 11М6G1D
- P=7-15Вт -> 7М60G1D

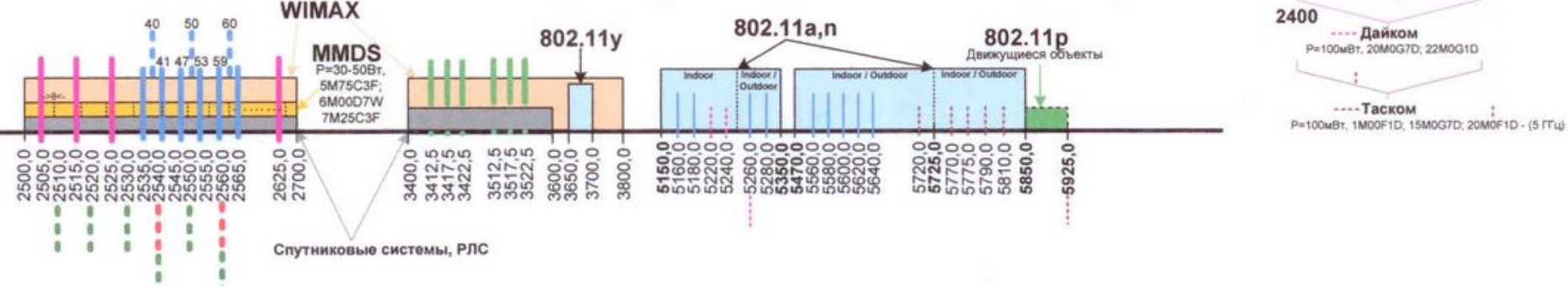
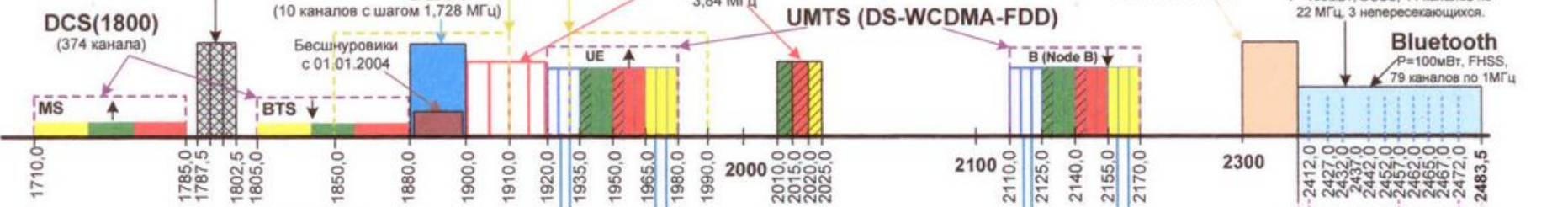
- Супер реалисти P=100мВт, 20МОG1F
- Супер реалисти P=500мВт, 10МОG1F
- ИнтерПроект P=100мВт, 5МОG(D)7W

РЭС беспроводного доступа IBurst ООО «НГФ «Гейзер», (3 канала по 5 МГц) Решение ГКРЧ 06-17-03-001

PCS(1900) США, 299 канала

WIMAX или LTE Решение ГКРЧ 08-24-02-001 Полоса 30-40 МГц

802.11b,g,n Решение ГКРЧ 07-20-03-001 P=100мВт, DSSS, 14 каналов по 22 МГц, 3 непересекающихся.



Спутниковые системы, РЛС