



### РЭС гражданского назначения

Протокол ГКРЧ №06-18 от 11.12.2006

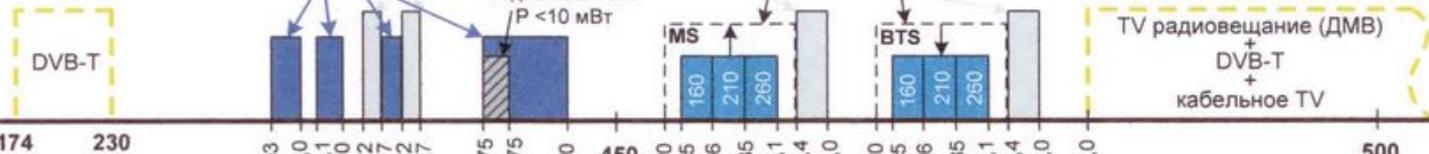
### TETRA

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



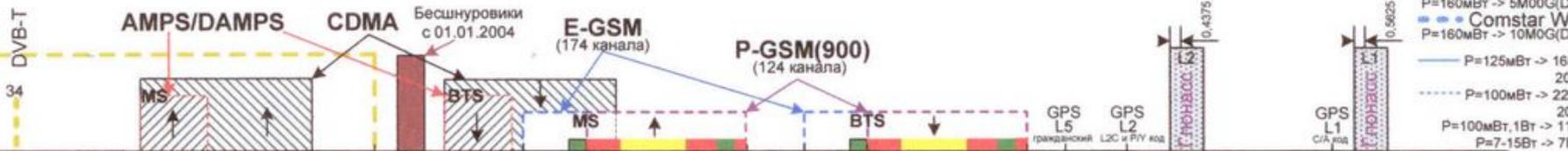
DVB-T  
34

### AMPS/DAMPS

### CDMA

### E-GSM (174 канала)

### P-GSM(900) (124 канала)



- 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 реальности P=100мВт, 20МОG1F
- Супер реальности 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

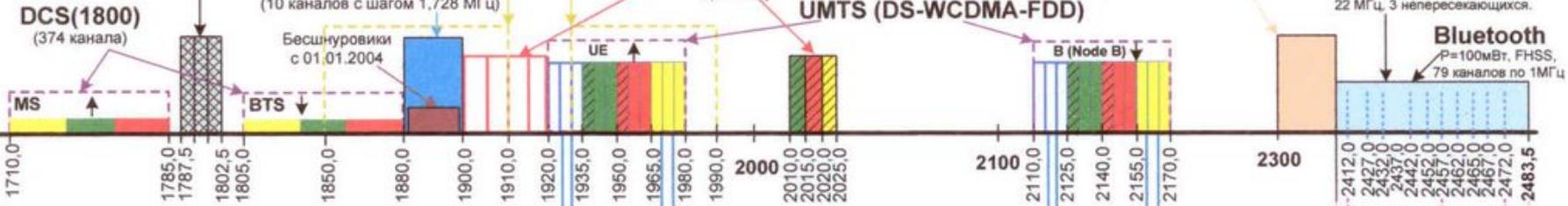
### DECT (10 каналов с шагом 1,728 МГц)

### UMTS (DS-WCDMA-TDD) 3,84 МГц

### UMTS (DS-WCDMA-FDD)

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.



### WIMAX

### MMDS P=30-50Вт, 5М75С3F, 6МО0D7W 7М25С3F

### 802.11y

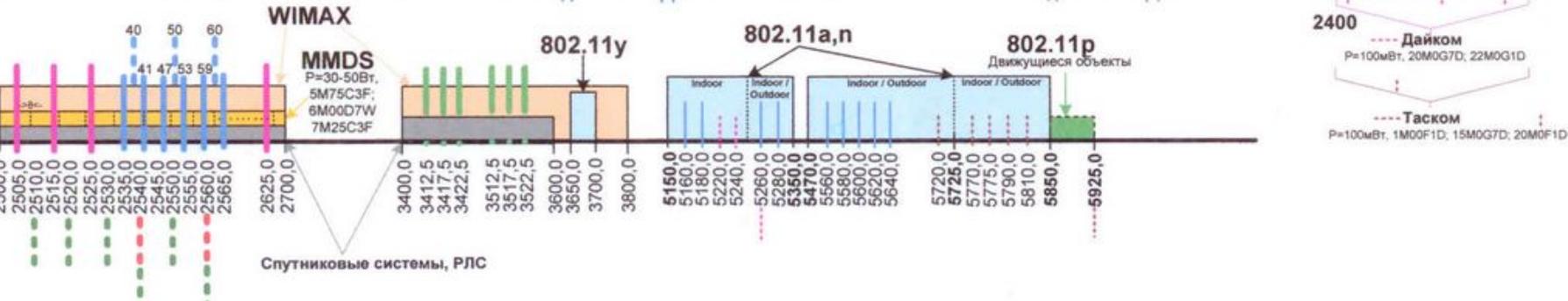
### 802.11a,n

### 802.11p Движущиеся объекты

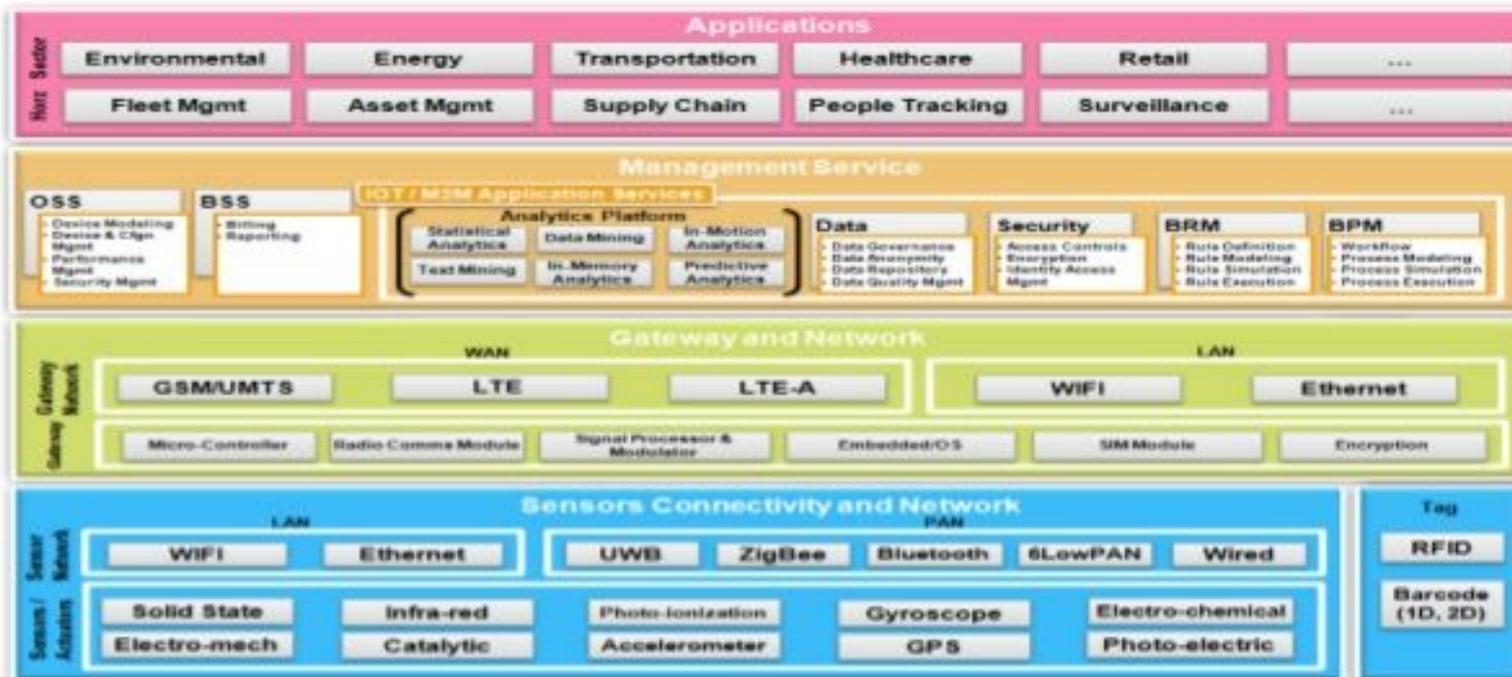
2400 Дайком P=100мВт, 20МОG7D, 22МОG1D

Таском P=100мВт, 1МОG7D, 15МОG7D, 20МОG1D - (5 ГГц)

Спутниковые системы, РЛС



# Architecture of IoT



Приложения

Управления

Сети и шлюзы

Сеть датчиков

## Основные свойства WoT:

1. Использует протокол HTTP в качестве приложения, а не в качестве транспортного механизма передачи данных, как он применяется для традиционных WWW-услуг.
2. Обеспечивает синхронную работу интеллектуальных (смарт) объектов через прикладной программный интерфейс REST (также известный как RESTful API) и в целом соответствует ресурсно-ориентированной архитектуре ROA (Resource-Oriented Architecture).
3. Предоставляет асинхронный режим работы интеллектуальных объектов с использованием в значительной степени стандартных Web-технологий, таких как Atom, содержащей формат для описания ресурсов на веб-сайтах и протокол для их публикации, или Web-механизмов передачи данных, таких как модель работы веб-приложения Comet, при которой постоянное HTTP-соединение позволяет веб-серверу отправлять данные браузеру без дополнительного запроса со стороны браузера. Эти характеристики WoT обеспечивают простое взаимодействие интеллектуальных объектов через Интернет, кроме того они реализуют единообразный интерфейс для доступа и поддержки функциональности смарт-объектов.

С концепцией WoT перекликается **идея Семантической паутины (Semantic Web)** – это направление развития Всемирной паутины WWW, целью которого является представление информации в виде, пригодном для машинной обработки. Термин «семантическая паутина» был впервые введен Тимом Бернерсом-Ли (изобретателем Всемирной паутины) в мае 2001 года. Концепция семантической паутины была принята и продвигается Консорциумом Всемирной паутины W3C (World Wide Web Consortium).

# Основные компоненты архитектуры сети Интернета nano-вещей:

- 1. Nano-узлы - миниатюрные и простейшие nano-устройства. Позволяют выполнять простейшие расчеты, имеют ограниченную память и ограниченную дальность передачи сигналов. Примерами nano-узлов могут быть биологические nano-сенсоры на человеческом теле или внутри него или nano-устройства, встроенные в повседневные окружающие нас вещи – книги, часы, ключи и т.д.
- 2. Nano-шлюзы – данные nano-устройства имеют относительно высокую производительность по сравнению с nano-узлами и выполняют функцию сбора информации от nano-узлов. Кроме того, nano-шлюзы могут контролировать поведение nano-узлов путем выполнения простых команд (вкл./выкл., режим сна, передать данные и т.д.).
- 3. Nano-микро интерфейсы – устройства, собирающие информацию от nano-шлюзов, и передающие её во внешние сети. Данные устройства включают в себя как nano-технологии коммуникаций, так и традиционные технологии для передачи информации в существующие сети.
- 4. Шлюз – данное устройство осуществляет контроль всей nano-сети через сеть Интернет. Например, в случае сети с сенсорами на теле человека данную функцию может выполнять мобильный телефон, транслирующий информацию о нужных показателях в медицинское учреждение.

## IoT как часть M2M

**M2M** – (англ. “**Machine-to-machine**”) - общее название технологий, которые позволяют машинам обмениваться информацией друг с другом, или же передавать её в одностороннем порядке.

- Безопасность и видеонаблюдение
- Мониторинг транспорта и грузов
- Торговые терминалы, банкоматы, вендинговые автоматы
- Телемедицина
- Системы учета и контроля электроэнергии, воды, газа, тепла
- «Умная» машина
- «Умный» дом



# Когнитивный интернет вещей.

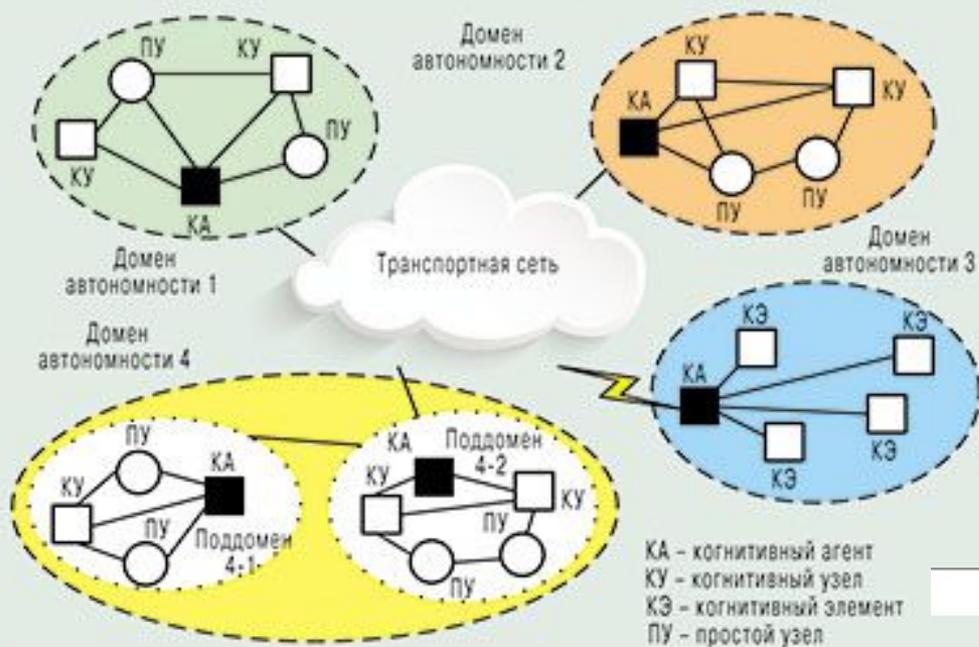
## Вещи все лучше адаптируются к людям

Интернет вещей (Internet of things, IoT) – как открытая парадигма – обогащается принципами когнитивности, которые предполагают кооперацию и «разумность» мириад взаимосвязанных объектов

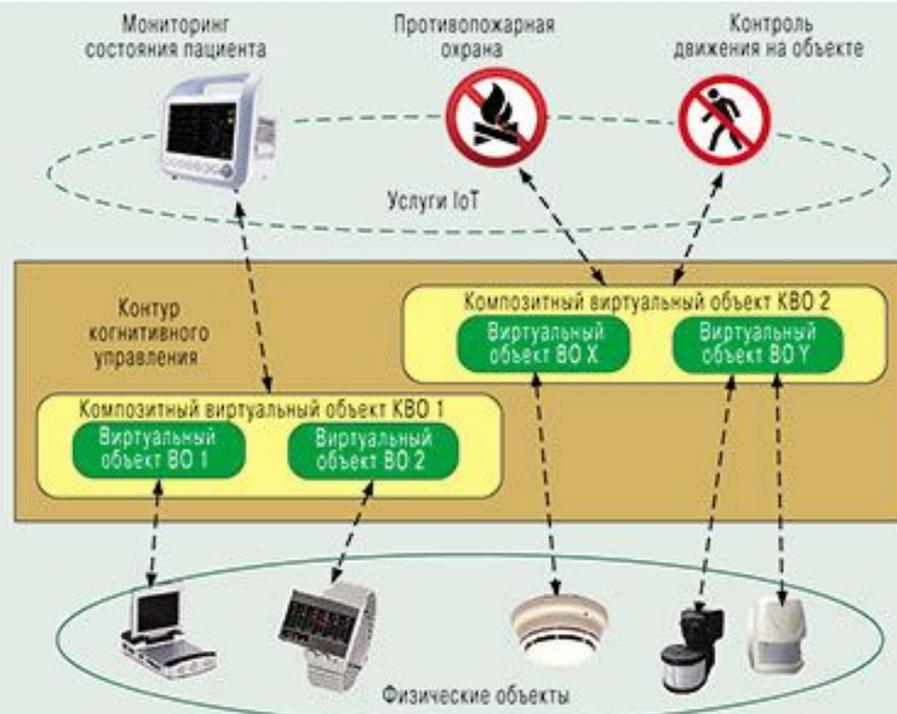
- **Когнитивность предполагает наличие у объекта следующих свойств:**
- способность к анализу своего состояния и к последующей реконфигурации с учетом состояния окружающих объектов и для достижения целей, обусловленных выполняемыми задачами;
- способность адаптировать свое состояние к имеющимся условиям или событиям на основе определенных критериев и знаний о своих предыдущих состояниях;
- возможность динамически изменять свою топологию и/или эксплуатационные параметры в соответствии с требованиями конкретного пользователя;
- самостоятельный выбор определенной конфигурации на основе правил и в условиях распределенного управления;
- возможность самостоятельно планировать свою работу в сложившейся ситуации.

- Идея когнитивности применительно к свойствам радиоэлектронных средств (РЭС) впервые была высказана еще в 1999 г., а позднее оформилась в виде концепции **когнитивного радио** (Cognitive Radio, CR). Суть CR заключается в том, что беспроводные абонентские устройства (например смартфоны) и связанные с ними сети могут быть достаточно автономны и «разумны» при выборе и использовании доступных радиоресурсов и сетевых коммуникаций. «Правила поведения» таких устройств зависят от потребности пользователей в определенных услугах. При этом РЭС должны обеспечивать оптимальное и помехозащищенное использование радиоресурсов.
- Устройства когнитивного радио с помощью зондирования могут идентифицировать временно свободные части радиочастотного спектра, которые ранее выделялись для использования другим средствам. Когнитивные РЭС временно занимают такие свободные полосы или радиоканалы для приема и передачи информации, не создавая в выбранном диапазоне помех радиоэлектронным средствам. Описываемые свойства когнитивных радиосетей (Cognitive Radio Network, CRN) проявляются в первую очередь за счет использования программного управления сетями и сетевыми элементами.
- Для получения услуг в когнитивных радиосетях пользователь может использовать терминал, основанный **на принципе программного управления протоколами и параметрами интерфейсов радиодоступа, – SDR (Software-Defined Radio)**. У таких устройств широкие технические возможности выбора различных сетей связи для получения требуемых услуг. Абонентские SDR-устройства имеют возможность работы во многих стандартах беспроводной связи – GSM/GPRS/EDGE, UMTS, Wi-Fi, LTE – и использовать диапазон частот телевидения, как это предусмотрено стандартом IEEE 802.22–2011. Следует отметить, что принципы SDR и свойства когнитивности распространяются также на оборудование базовых станций и могут быть применимы в устройствах IoT.

**Рис. 1.** Архитектура когнитивного интернета вещей



**Рис. 2.** Схема когнитивного управления в СIoT



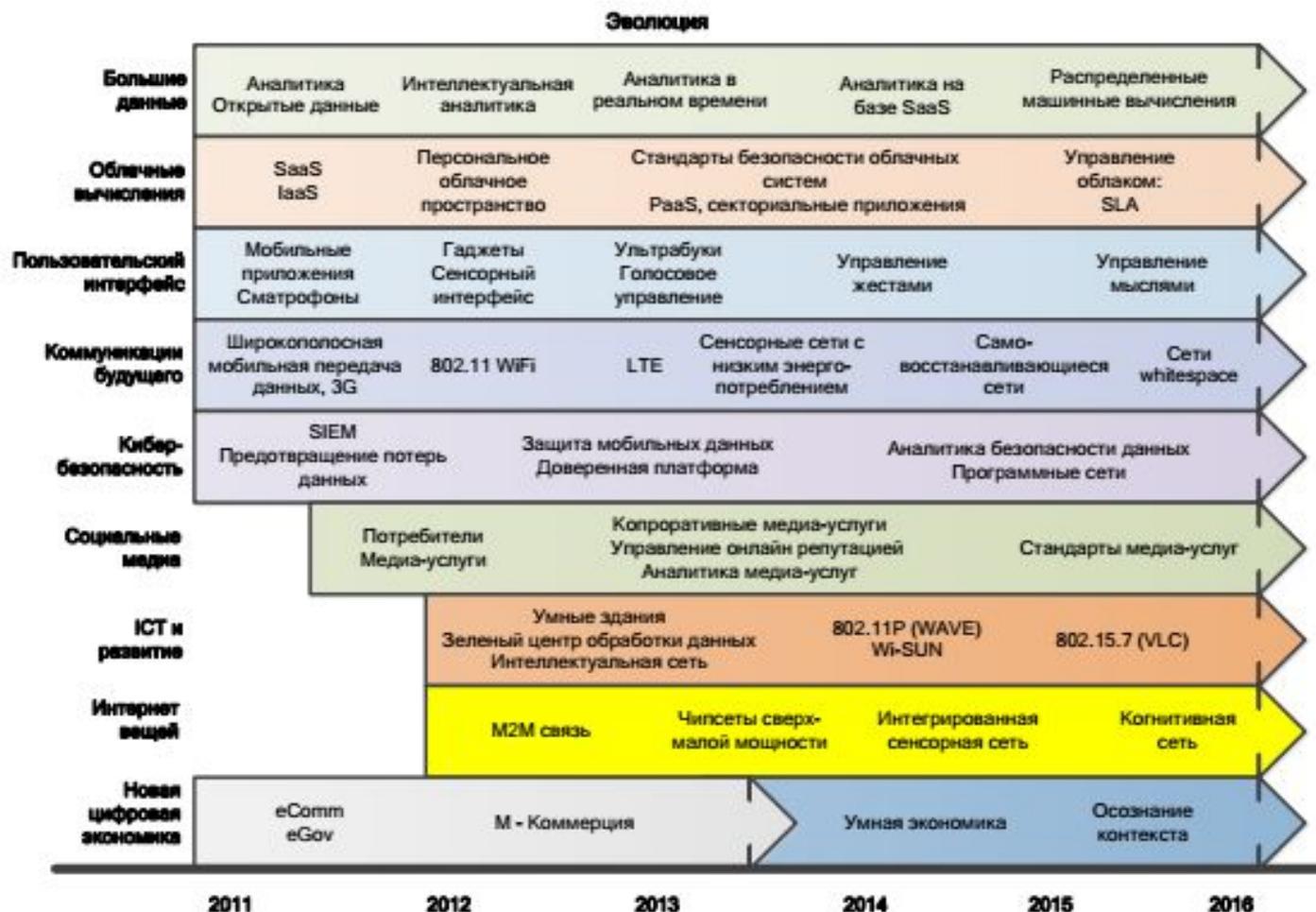
## СIoT использует схему когнитивного управления.

- СIoT основано на концепции виртуального объекта, который является представлением физического объекта. Виртуальный объект динамически создается (удаляется) с помощью программных средств, описывая тем самым динамику изменений объекта физического. Для выполнения определенных приложений виртуальные объекты в предлагаемой схеме могут автоматически объединяться в композитные (сложносоставные) виртуальные объекты (рис. 2).
- Композитные объекты представляют множество семантически совместимых, взаимодействующих виртуальных объектов и предлагаемых ими услуг, что позволяет реализовывать IoT-услуги согласно заявленным требованиям. Такие объединенные объекты могут повторно использовать существующие индивидуальные объекты вне их «родного» контекста, или домена. Композитный объект позволяет поддерживать характеристики и обеспечивать конфигурацию отдельных виртуальных объектов в изменяющихся условиях или в контексте их применения.
- Завершающей частью рассматриваемой схемы является введение так называемой логики услуг, которая позволяет транслировать требования приложений или пользователей IoT композитному виртуальному объекту, который будет предоставлять услугу.

# В результате в схеме когнитивного управления СIoT появляется три общесистемных уровня:

- 1) уровень виртуальных объектов;
- 2) уровень композитных виртуальных объектов;
- 3) уровень услуг.
- На уровне виртуальных объектов когнитивность обеспечивает самоуправление и самостоятельную конфигурацию для постоянного взаимодействия с физическим объектом, а также для управления информационными потоками.
- На уровне композитных виртуальных объектов когнитивность позволяет принимать решения об использовании различных объектов. Для этого осуществляется мониторинг или поиск виртуальных объектов и связанных с ними физических объектов.
- Когнитивность на уровне услуг необходима для обработки требований приложения IoT и для отбора композитного виртуального объекта уровнем ниже. В результате система СIoT может действовать как бы от имени и по поручению пользователя на основании анализа базы знаний о его предпочтениях и по результатам машинного обучения.

# Эволюция Интернет вещей и коммуникаций

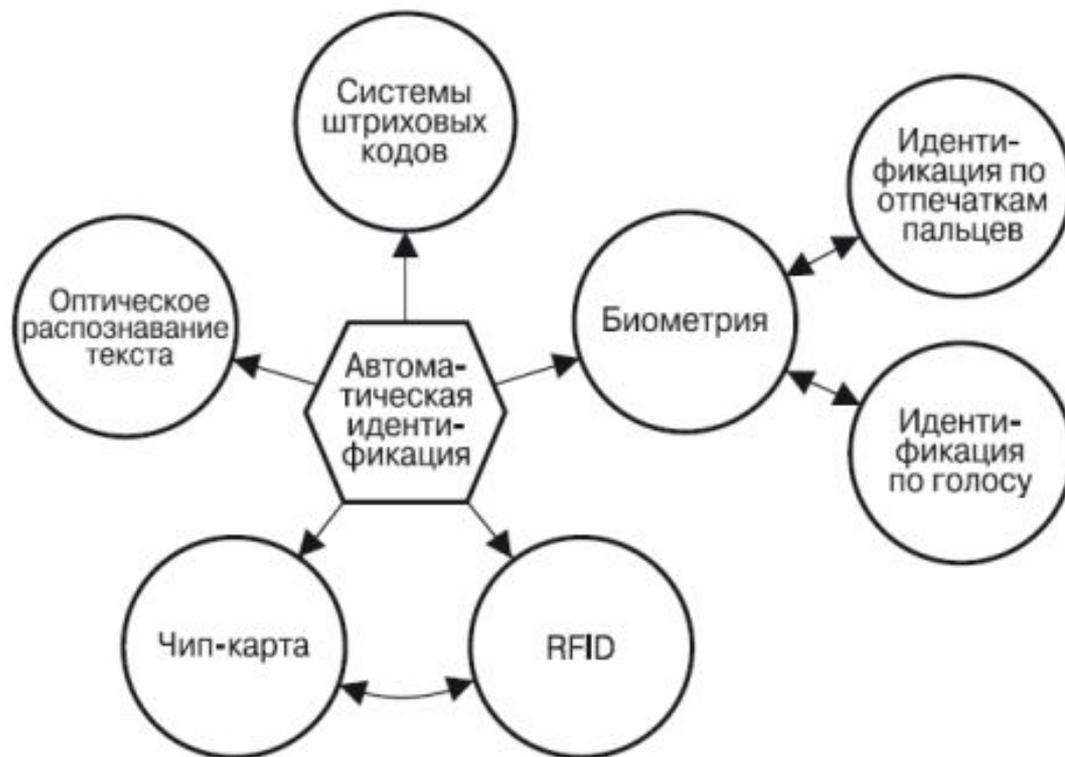


# Двигатели и барьеры Интернет вещей

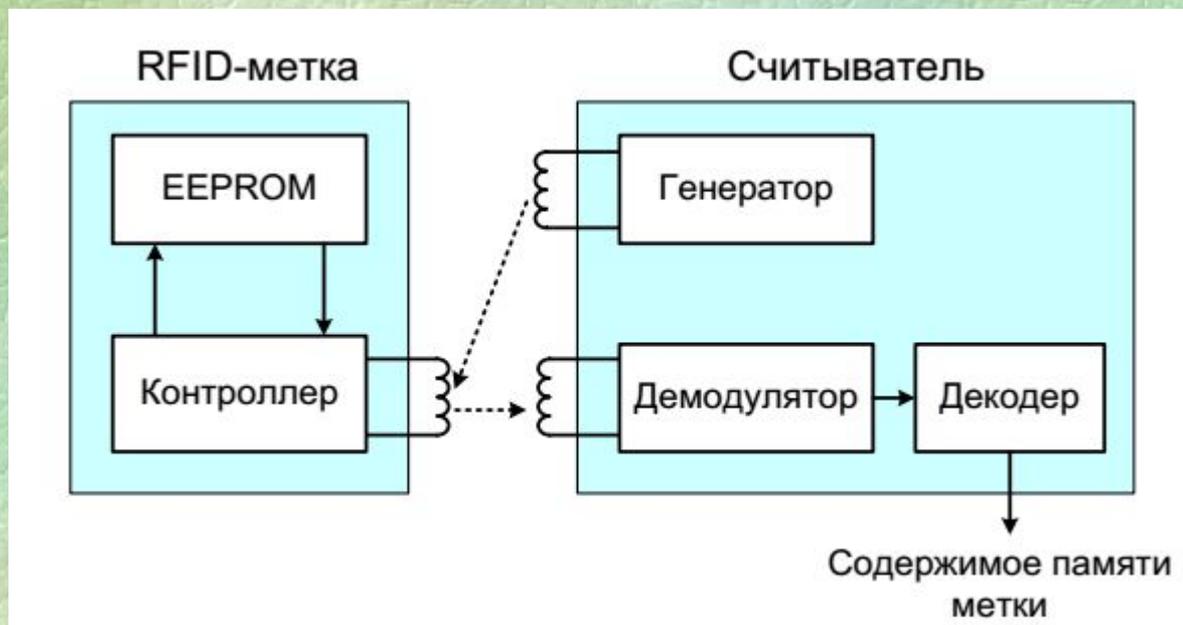
<b>Драйверы</b>	<b>Барьеры</b>
Стремительное развитие инфокоммуникационных технологий	Необходимость принятия общих стандартов
Мода на смартфоны, планшеты и другие мобильные устройства	Медленный переход к протоколу IPv6
Логистика и управление поставками	Риск закрытости частных сетей
Повышение безопасности и удобства автотранспорта	Несовместимость ряда компонентов
Необходимость сохранения окружающей среды и снижения энергозатрат	Проблема защиты персональных данных и безопасности
Развитие сферы контроля за контрафактной продукцией и защиты от краж	Сравнительно высокая стоимость внедрения
Поддержка государств и действия инноваторов	

# РАДИОЧАСТОТНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ RFID

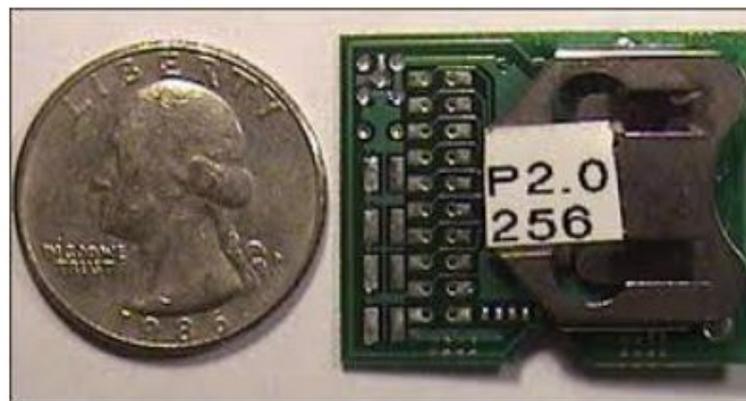
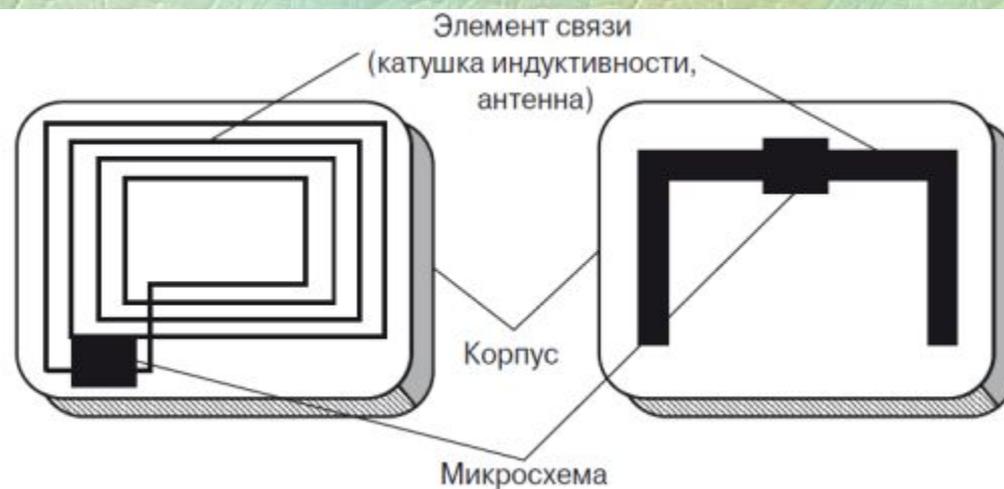
- Радиочастотная идентификация RFID (Radio Frequency IDentification) – общий термин, используемый для обозначения систем, которые беспроводным путем посредством радиоволн считывают идентификационный номер (в форме уникального серийного номера) какого-либо предмета или человека. RFID относится к обширной области технологий автоматической идентификации (Auto-ID), которые включают в себя также штриховые коды, оптические считыватели и некоторые биометрические технологии, как например, сканирование сетчатки глаза.



Любая RFID-система состоит из считывающего устройства (ридера) и небольших идентифицирующих устройств (RFID-меток), которые содержат обычно резонансный LC-контур, контроллер и электрически стираемое перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory). Содержимое памяти специфично для каждой метки и позволяет идентифицировать носителя метки (человека или объект).

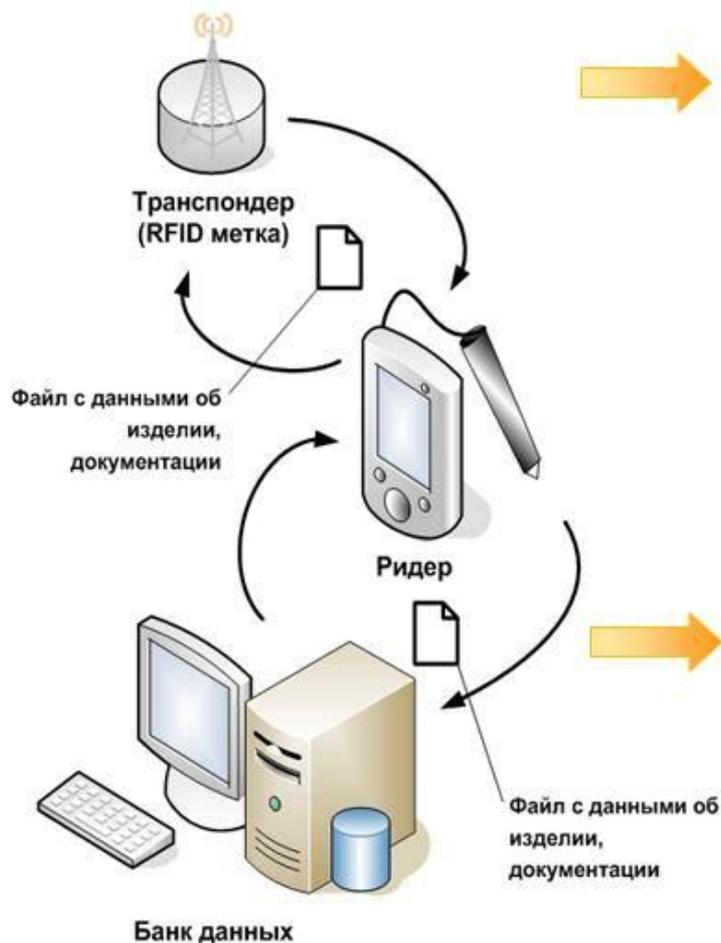


- Большинство RFIDметок состоит из двух частей. Первая – интегральная схема для хранения и обработки информации, модулирования и демодулирования радиочастотного сигнала и некоторых других функций. Вторая – антенна для приёма и передачи сигнала. RFID система работает по следующему принципу: радиосигнал посылается считывателем транспондеру (метке), который принимает его и отражает (пассивная метка) или генерирует выходной сигнал (активная метка).. Конструктивно RFID-метка обычно состоит из микрочипа прикрепленного к радиоантенне.

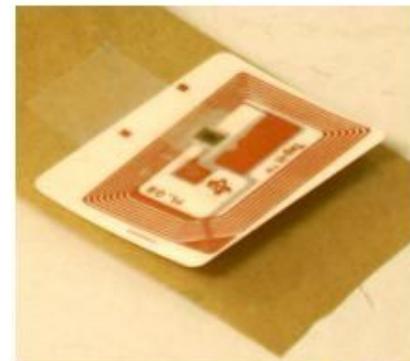


# Состав технического обеспечения RFID-технологий.

Типовые радиочастотные метки для применения на изделиях и документах



MINI-TAGspecial



Tag-It

Типовые средства записи/считывания данных

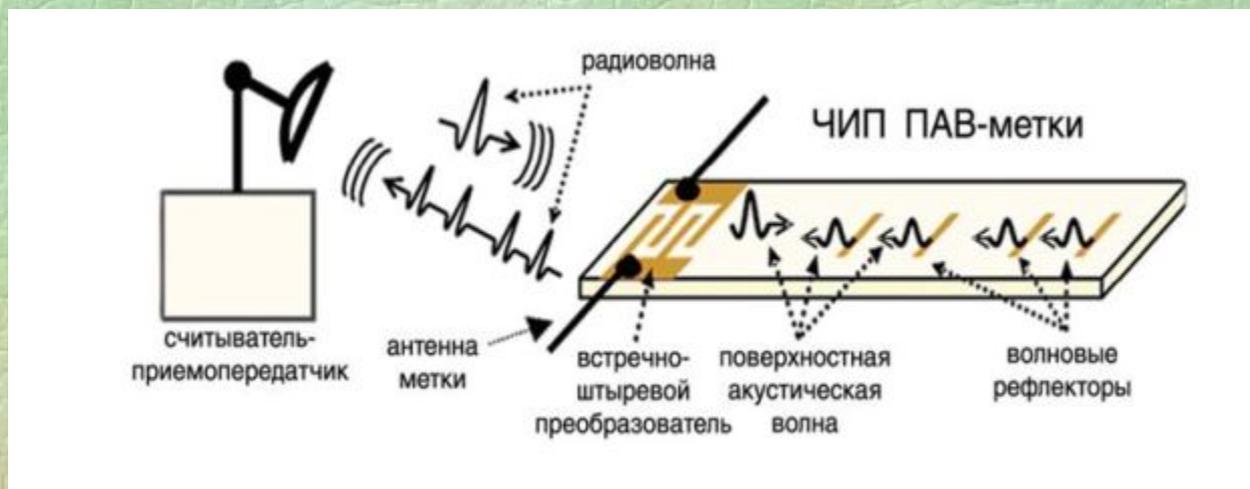


Casio DT-X10 Serie



MyShared  
HP iPAQ

Метки SAW-типа, работающие на принципе поверхностной акустической волны ПАВ (Surface Acoustic Wave – SAW).

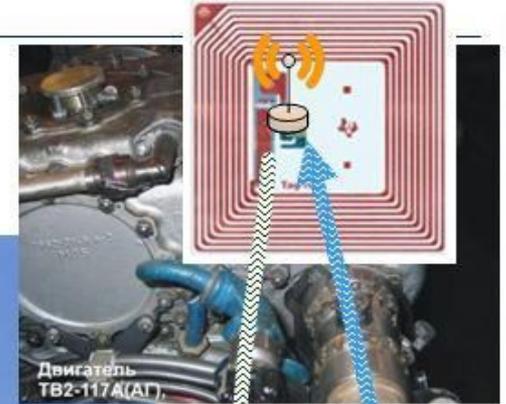


Частоты	Основные характеристики	Область применения
HF 13,56 МГц (высокая частота)	<p>Соответствие общемировым стандартам</p> <p>Размер метки больше, чем UHF</p> <p>Дистанция считывания 1,2 м</p> <p>Низкая погрешность при чтении защитных ворот</p> <p>Цена меток выше, чем UHF</p> <p>Вблизи металлов работают недостаточно эффективно</p>	<p>Платежные карты и карты лояльности (смарт-карты)</p> <p>Контроль доступа</p> <p>Борьба с подделкой</p> <p>Различные решения для поштучного отслеживания книг, багажа, одежды и т.д.</p> <p>“Умные полки”</p> <p>Опознавание людей и личный контроль</p>
UHF 860-930 МГц (сверхвысокая частота)	<p>Несовместимы из-за различия существующих региональных правил и нормативов</p> <p>Размер метки меньше, чем у HF</p> <p>Имеют больший, чем у HF- метки, диапазон считывания (более 3 м)</p> <p>Цена меток ниже, чем HF</p> <p>Получают развитие благодаря усилиям участников розничных цепочек поставок товаров</p> <p>Чувствительность к жидкостям и металлам</p>	<p>Логистика и цепочки поставок, включая:</p> <p>Управление запасами</p> <p>Складской менеджмент</p> <p>Отслеживание активов</p>

Для извлечения данных, хранящихся на RFID-метке, используется считывающее устройство – ридер (англ., reader). Типичный ридер имеет одну или несколько антенн, которые излучают радиоволны и принимают сигналы от метки



# Оборудование RFID





# Применение

Сфера применения RFID-технологии практически не ограничена:

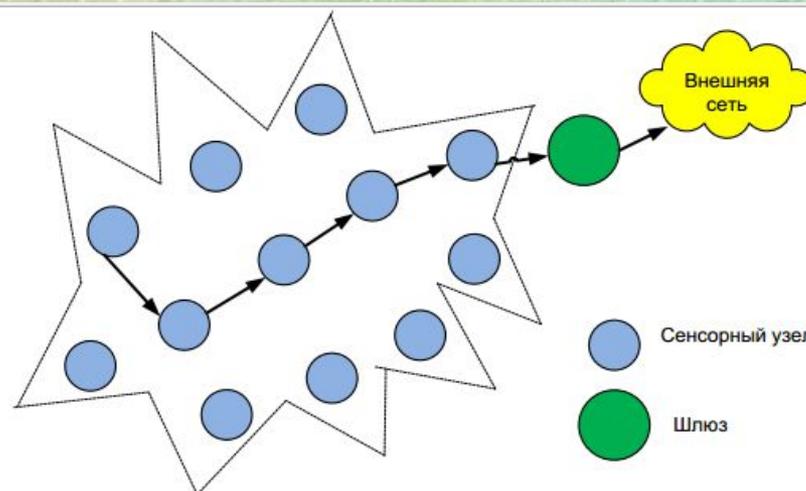
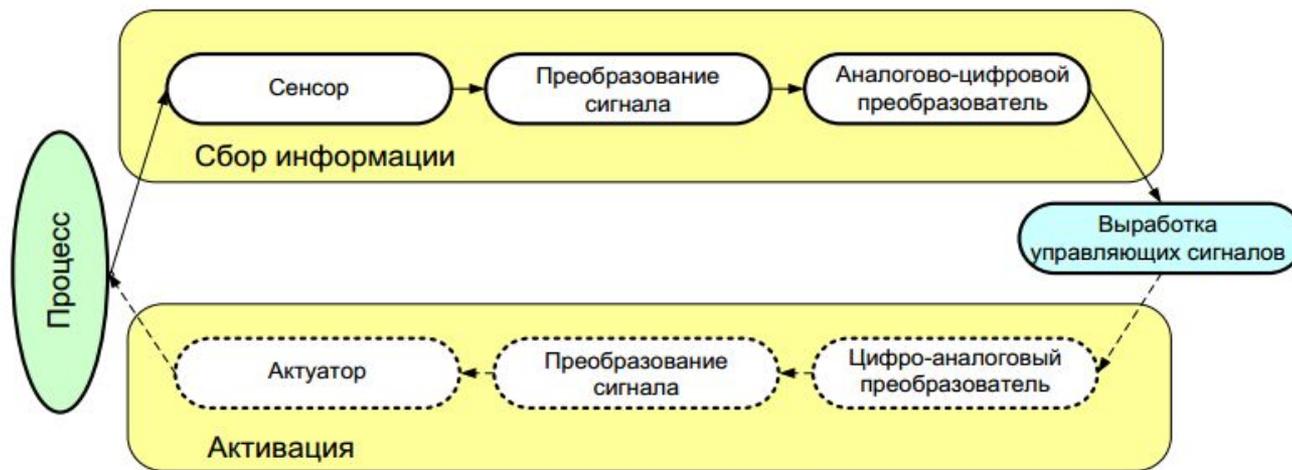
- Логистическая (автоматизация складского учета; учет готовой продукции . RFID в оптовых продажах со склада);
- защита от фальсификации;
- защита от хищения.
- системы контроля доступа и учета рабочего времени;
- электронные билеты на спортивные и развлекательные мероприятия; прокат инвентаря;
- продажа топлива на АЗС;
- RFID-теги как платежное средство;
- идентификация транспорта
- учет его въезда – выезда;
- защиты лекарств и паспортов от подделок.
- Некоторые библиотеки внедрили RFID в свои системы книгообмена.



# БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ WSN (Wireless sensor networks)

- **Сенсор** (англ., sensor) – устройство, которое воспринимает контролируемое воздействие (свет, давление, температуру и т. п.), измеряет его количественные и качественные характеристики и преобразует данные измерения в сигнал. Сигнал может быть электрический, химический или другого типа. **Датчик** (англ., transducer) – устройство, которое используется для преобразования одного вида энергии в другой. Следовательно, сенсор также является датчиком, который преобразует физическую информацию в электрическую, которая может быть передана вычислительной системе или контроллеру для обработки.
- **Актуатор** (англ., actuator) – исполнительное устройство, которое реагирует на поступивший сигнал для изменения состояния управляемого объекта. В актуаторе происходит преобразование типов энергии, например, электрическая энергия, либо энергия сжатого (разреженного) воздуха (жидкости, твёрдого тела) преобразуется в механическую.
- **Сенсорный узел** (англ., sensor node) – это устройство, которое состоит, по крайней мере, из одного сенсора (может также включать один или нескольких актуаторов), и имеет вычислительные и проводные или беспроводные сетевые возможности.
- **Сенсорная сеть** – система распределенных сенсорных узлов, взаимодействующих между собой, а также с другими сетями для запросов, обработки, передачи и предоставления информации, полученной от объектов реального физического мира с целью выработки ответной реакции на данную информацию.
- **Примеры сенсорных сетей:** всепроникающие сенсорные сети (USN – Ubiquitous Sensor Network), сети для транспортных средств (VANET – Vehicular Ad Hoc Network), муниципальные сети (HANET – Home Ad hoc Network), медицинские сети (MBAN(S) – Medicine Body Area Network (services)) и др.

# БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ WSN



Маршрутизация информации в сенсорной сети

# БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ WSN

- **Самоорганизующаяся** (лат. *ad hoc* – «по месту») сеть связи – сеть, в которой число узлов является случайной величиной во времени и может изменяться от 0 до некоторого максимального значения. Взаимосвязи между узлами в такой сети также случайны во времени и образуются для передачи информации между подобными узлами и во внешнюю сеть связи.
- **Беспроводная сенсорная сеть (БСС)** (англ. WSN – Wireless Sensor Network) – распределённая, самоорганизующаяся сенсорная сеть множества сенсоров и исполнительных устройств, объединённых между собой посредством радиоканалов.

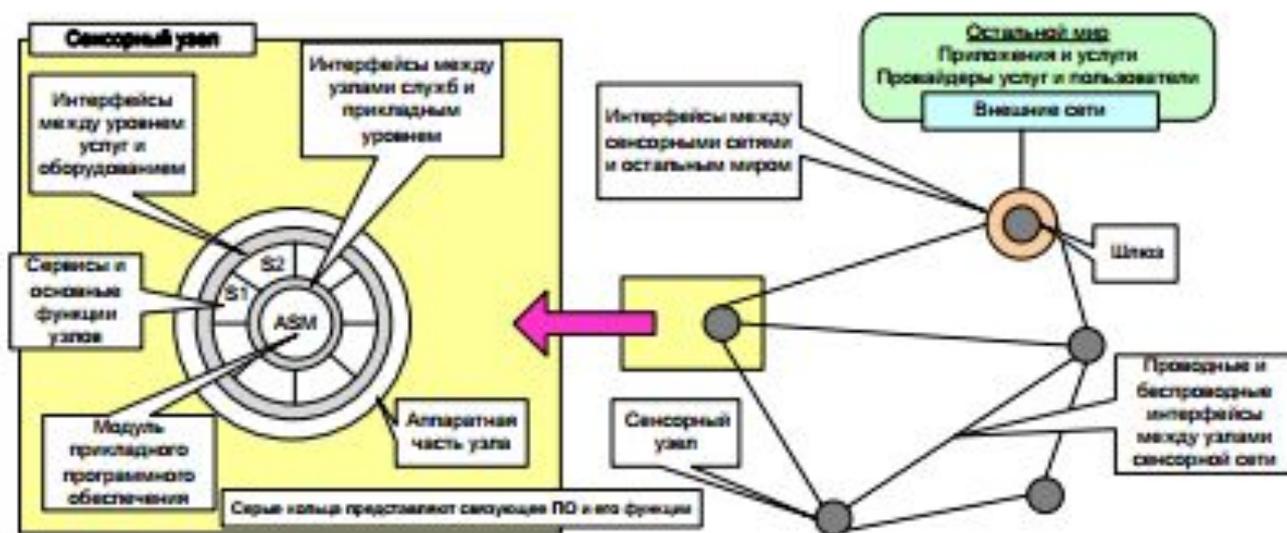
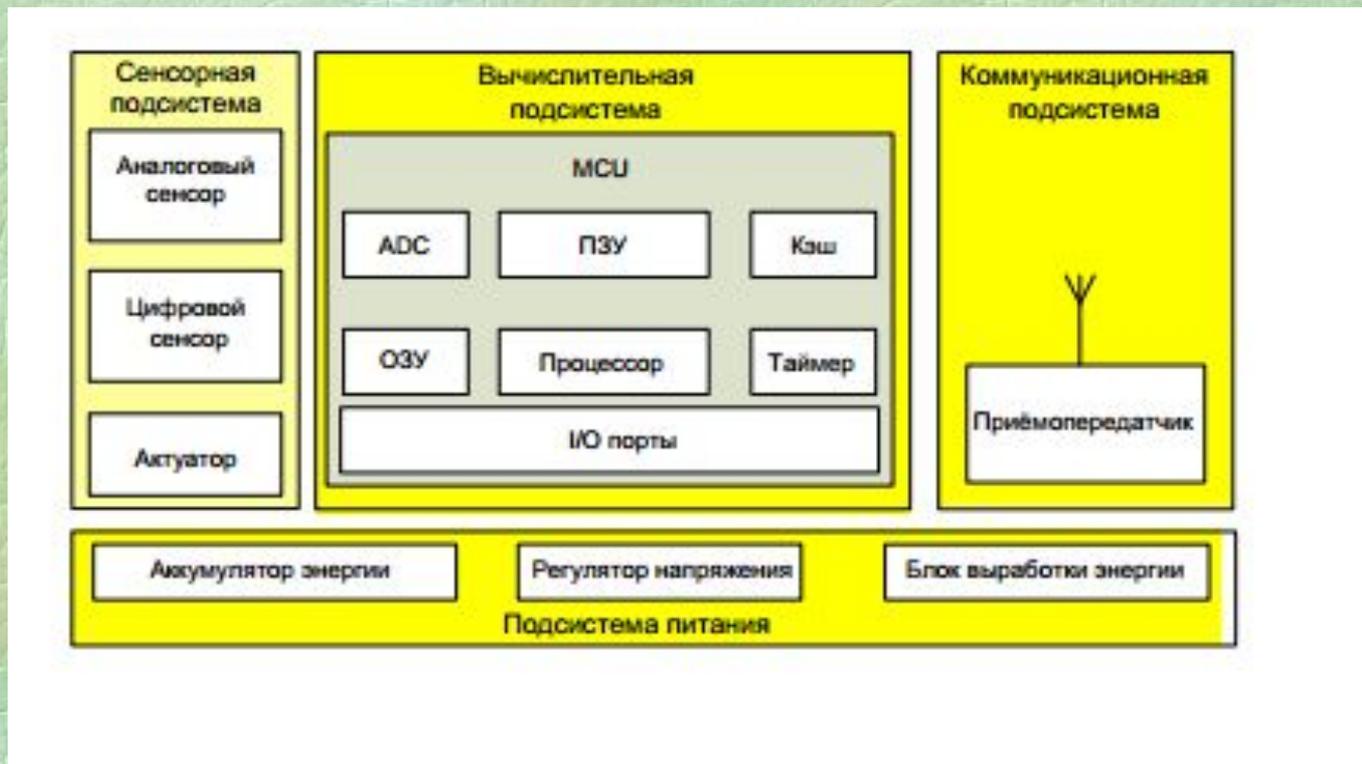


Рис. 3.3 – Основные элементы и интерфейсы сенсорной сети

# БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ WSN

## Узлы беспроводной сенсорной сети



# Способы передачи данных в БСС

Таблица 3.2 – Полосы частот ISM, определенные ITU-R

Диапазон частот		Полоса	Центральная частота	Область применения
6.765 МГц	6.795 МГц	30 КГц	6.780 МГц	Локальное применение
13.553 МГц	13.567 МГц	14 КГц	13.560 МГц	
26.957 МГц	27.283 МГц	326 КГц	27.120 МГц	
40.660 МГц	40.700 МГц	40 КГц	40.680 МГц	
433.050 МГц	434.790 МГц	1.84 МГц	433.920 МГц	Европа, Африка, Ближний Восток, Россия
902 МГц	928 МГц	26 МГц	915 МГц	Северная и Южная Америка
2.4 ГГц	2.5 ГГц	100 МГц	2.45 ГГц	
5.725 ГГц	5.875 ГГц	150 МГц	5.8 ГГц	
24 ГГц	24.25 ГГц	250 МГц	24.125 ГГц	
61 ГГц	61.5 ГГц	500 МГц	61.25 ГГц	Локальное применение
122 ГГц	123 ГГц	1 ГГц	122.5 ГГц	Локальное применение
244 ГГц	246 ГГц	2 ГГц	245 ГГц	Локальное применение

В России на основании Решения Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) № 08-24-01-001 от 28.04.2008 и № 07-20-03-001 от 07.05 2007 в качестве ISM выделены частотные диапазоны LPD (англ. Low Power Device) 433,075 – 434,750 МГц, PMR (англ. Private Mobile Radio) 446,00625 – 446,09375 и 868,7 – 869,2 МГц. Эти радиочастоты могут использоваться без оформления специального разрешения ГКРЧ и совершенно бесплатно при условии соблюдения требований по ширине полосы, излучаемой мощности (до 10 мВт в районе частоты 434 МГц, до 500 мВт в районе частоты 446 МГц и до 25 мВт в районе частоты 868 МГц) и назначению радиопередающего изделия.

# Способы передачи данных в БСС

- Для безлицензионного использования сверхширокополосных сигналов в Российской Федерации решением ГКРЧ от 15 декабря 2009 г. № 09-05-02 выделен диапазон 2,85...10 ГГц. При этом спектральная плотность мощности СШП приемопередатчика при работе в помещении не должна превышать -47...-45 дБм/МГц . Использование сверхширокой полосы частот (не менее 500 МГц) позволяет UWB достичь скорости передачи до 480 Мбит/с на расстоянии до 3 м. На дистанциях до 10 м технология позволяет достичь лишь 110 Мбит/с.

Таблица 3.3 – Характеристики радиотехнологий БСС

Технология (стандарт)	ZigBee (IEEE 802.15.4)	WiFi (IEEE 802.11b)	Bluetooth (IEEE 802.15.1)
Частотный диапазон	2.4-2,483 ГГц	2.4-2,483 ГГц	2.4-2,483 ГГц
Пропускная способность, кбит/с	250	11000	7131,1
Размер стека протоколов, кбайт	32-64	более 1000	более 250
Время непрерывной	100-1000	0,5-5	1-10

работы от батареи, дни			
Максимальное число узлов в сети	65536	10	7
Диапазон действия, м	10-100	20-300	10-100
Области применения	Удаленный мониторинг и управление	Передача мультимедийной информации	Замещение проводного соединения

# Типовые архитектуры и топологии БСС

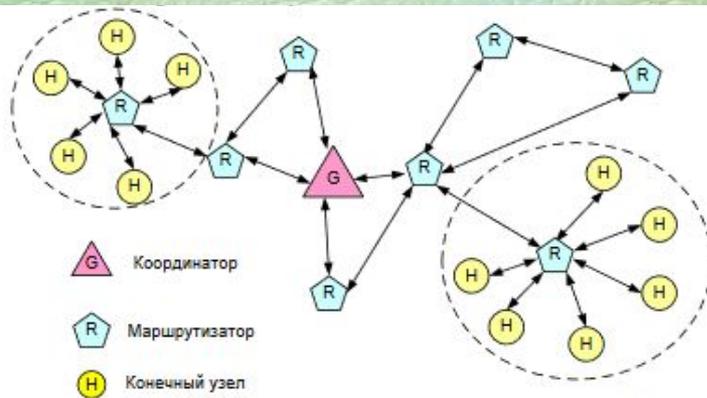


Рис. 3.7 – Кластерная структура БСС

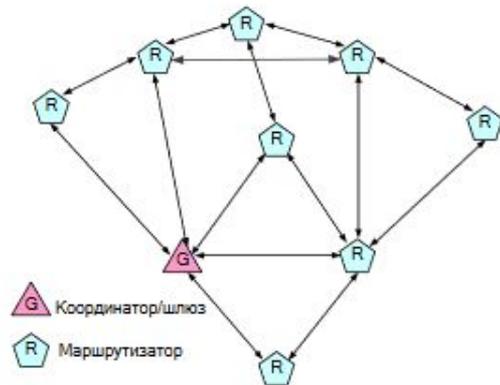


Рис. 3.8 – Ячеистая структура БСС

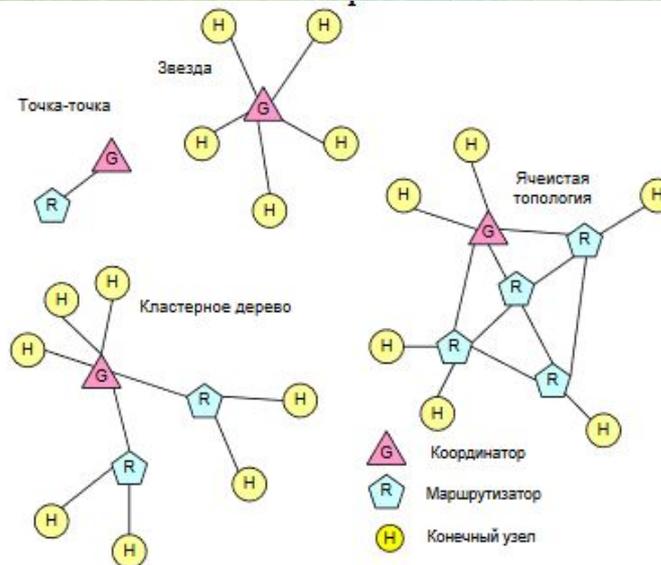


Рис. 3.9 – Возможные топологии сенсорной сети

# Режимы работы БСС

- **1. Проактивные сети.** Узлы такой сети периодически включают свои сенсоры и передатчики, снимают показания и передают их на базовую станцию. Таким образом, они делают "моментальную фотографию" своего окружения с некоторой периодичностью и используются обычно для приложений, требующих регулярного мониторинга некоторых значений.
- **2. Реактивные сети.** Узлы реактивных сетей с некоторой периодичностью снимают показания, однако не передают их, если полученные данные попадают в определенную область нормальных показаний. В то же время сведения о неожиданных и резких изменениях в показаниях датчиков или их выходе за диапазон нормальных значений незамедлительно передаются на базовую станцию. Этот вид сети предназначен для работы с приложениями реального времени.
- **3. Гибридные сети.** Это комбинация двух вышеперечисленных типов, где сенсорные узлы не только периодически отправляют снятые данные, но и реагируют на резкие изменения в значениях.

# Протоколы маршрутизации в БСС

- Протоколы маршрутизации в БСС решают следующие задачи:
- 1. Самоорганизация узлов сети (самоконфигурирование, самовосстановление и самооптимизация).
- 2. Маршрутизация пакетов данных и адресация узлов.
- 3. Минимизация энергопотребления узлов сети и увеличение общего времени жизни всей сети.
- 4. Сбор и агрегация данных.
- 5. Регулирование скорости передачи и обработки данных в сети.
- 6. Максимизация зоны покрытия сети.
- 7. Обеспечение заданного качества обслуживания (QoS).
- 8. Защита от несанкционированного доступа.



Рис. 3.10 – Классификация протоколов маршрутизации БСС