

# ГИИ, КОНЦЕПЦИИ USN, IOT

---

Лекция № 3, 4

# Рекомендации МСЭ-Т в области ГИИ

- Y.4105/Y.2221 МСЭ-Т (01/2010) – Требования для поддержки приложений всепроникающих сенсорных сетей (ВСС) и услуг в сетях NGN;
- Y.2026 МСЭ-Т (07/2012) - Функциональные требования и архитектура сети последующих поколений для обеспечения приложений и услуг повсеместно распространенной сенсорной сети;
- Y.2060 МСЭ-Т (06/2012) - Обзор Интернета Вещей;
- Y.4400/Y.2063 МСЭ-Т (07/2012) - Framework of the web of things (Веб Вещей);
- Y.2074 МСЭ-Т (01/2015) - Требования к устройствам интернета вещей и функционированию приложений интернета вещей в условиях бедствия;
- Y.3041 МСЭ-Т (04/2013) - Smart ubiquitous networks – Overview



Building automation



Industrial automation



Logistics



Transportation



Military



Agriculture



Growth of trees



Growth of animals



Environment data



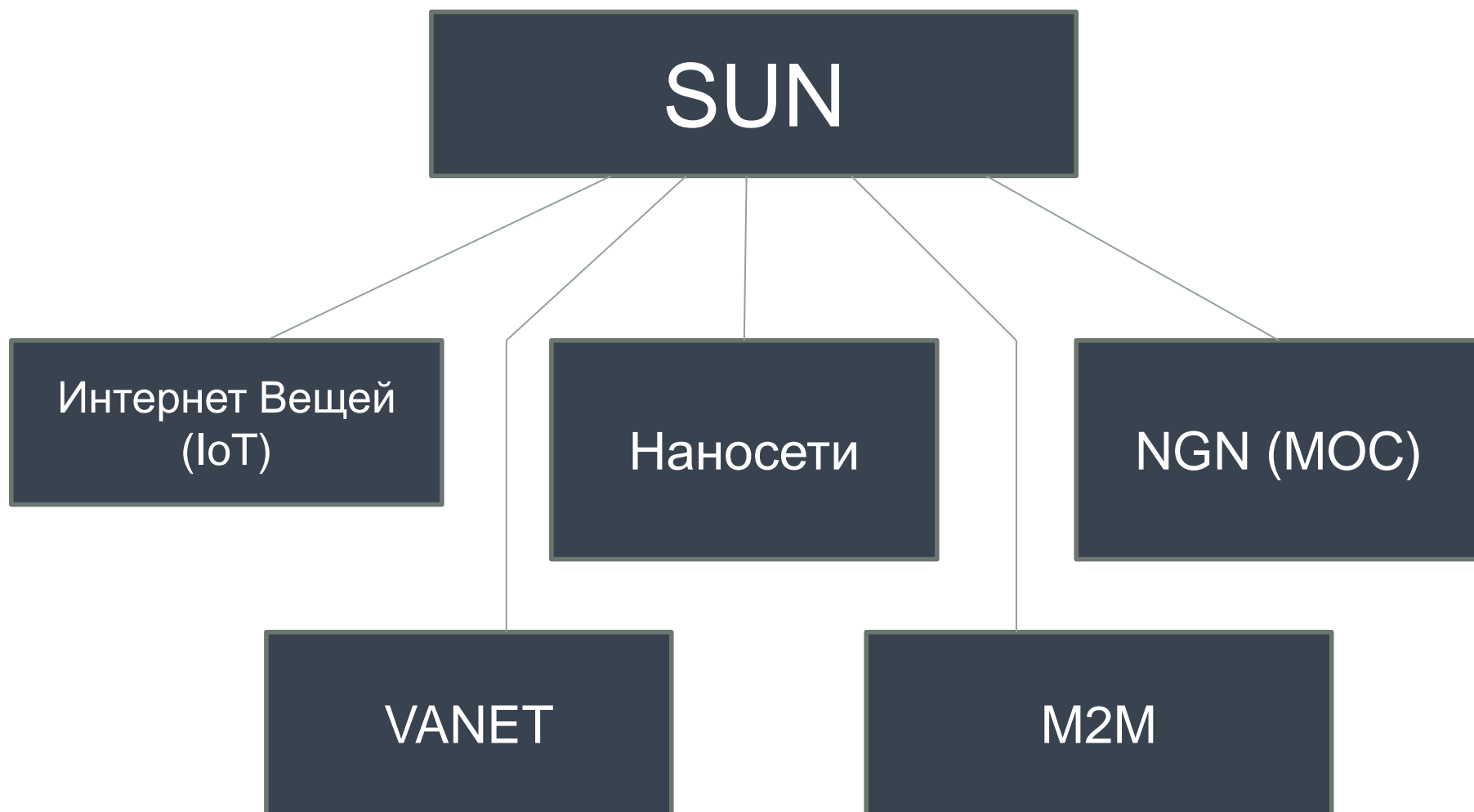
Body and intra body

**USN**

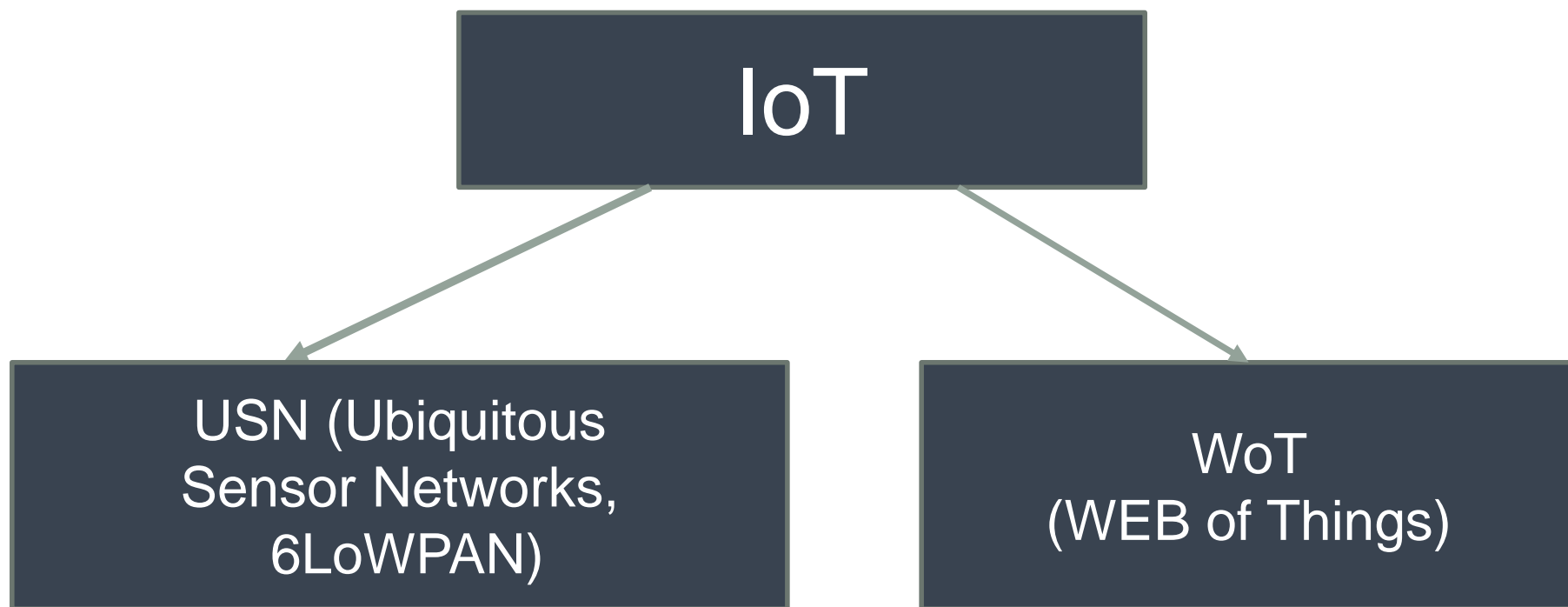
# Применение USN

- Управление кризисными и чрезвычайными ситуациями;
- Военное дело;
- Борьба с терроризмом;
- Управление домами;
- Управление предприятиями;
- Управление автомобилями;
- Управление телами...

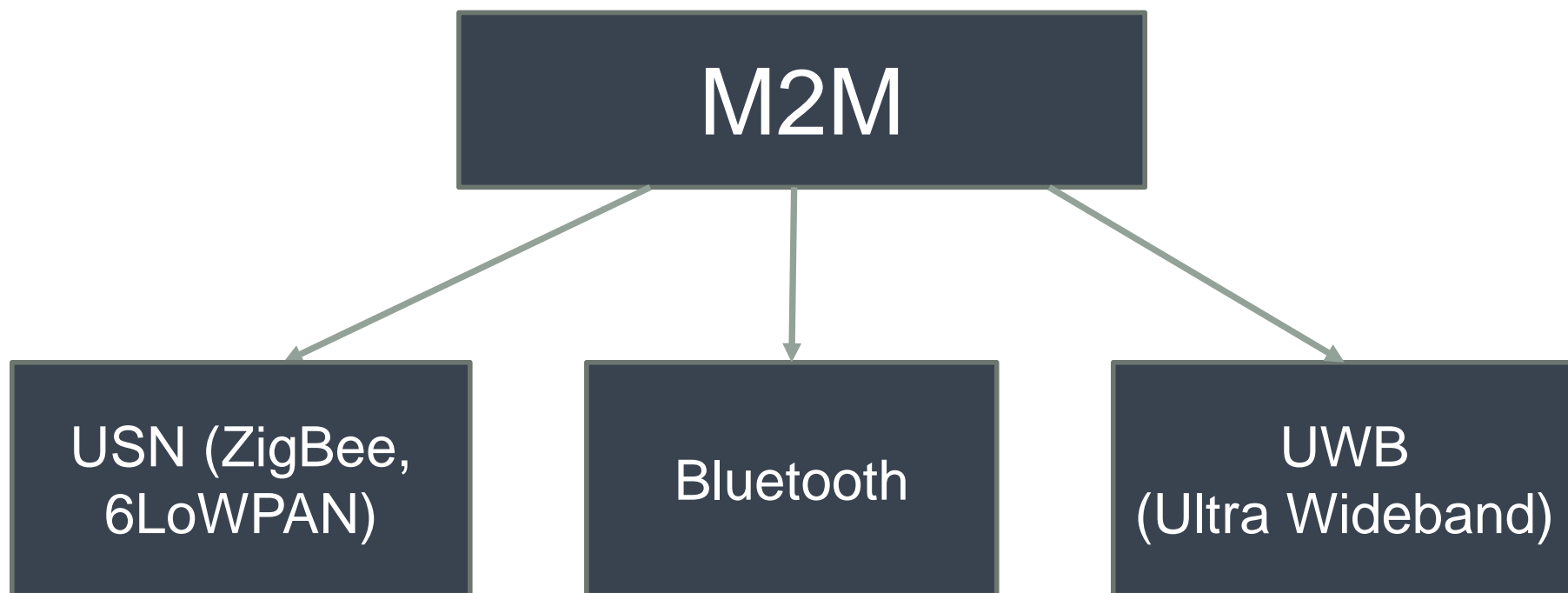
# Концепция SUN (Smart Ubiquitous Networks)



# Структура Интернета Вещей



# Структура M2M



# Изменение характеристик сети

## Численное:

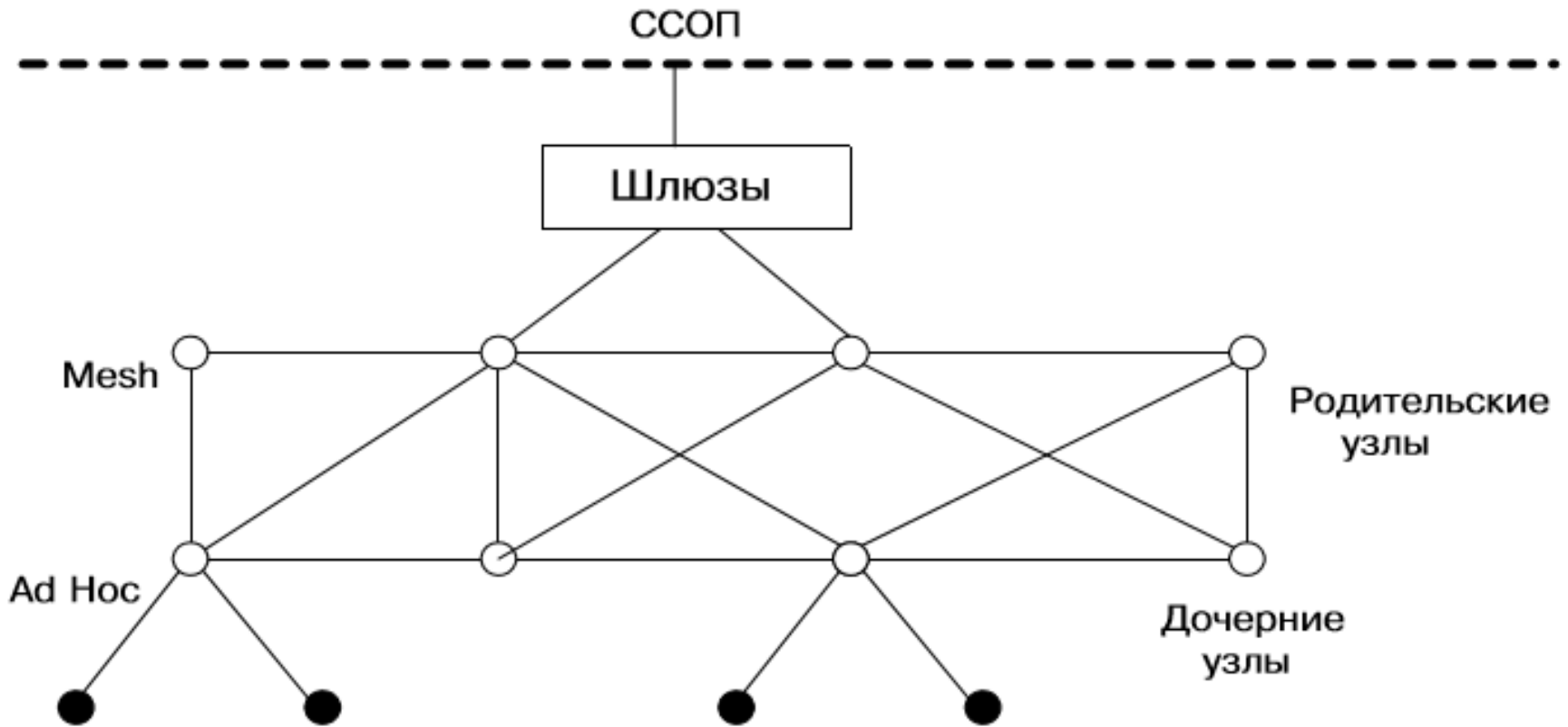
Миллиардная – Триллионная

## Структурное:

Инфраструктурная - Самоорганизующаяся



# Архитектура самоорганизующейся сети



Самоорганизующейся называется сеть, в которой число узлов является случайной во времени величиной и может изменяться от 0 до некоторого значения  $N_{\max}$ .

# Всепроникающие сенсорные сети

- Повсеместно распространенная сенсорная сеть **(Ubiquitous Sensor Network (USN))** [ITU-T Y.2221]:  
Концептуальная сеть, созданная поверх существующих физических сетей, в которой применяются измеренные данные и предоставляются услуги знаний любому лицу, в любом месте и в любое время, и в которой информация создается с использованием информированности о контексте.
- **Сенсорная сеть (Sensor Network)** [ITU-T Y.2221]:  
Сеть, состоящая из соединенных между собой сенсорных узлов, обменивающихся измеренными данными посредством проводной или беспроводной СВЯЗИ.

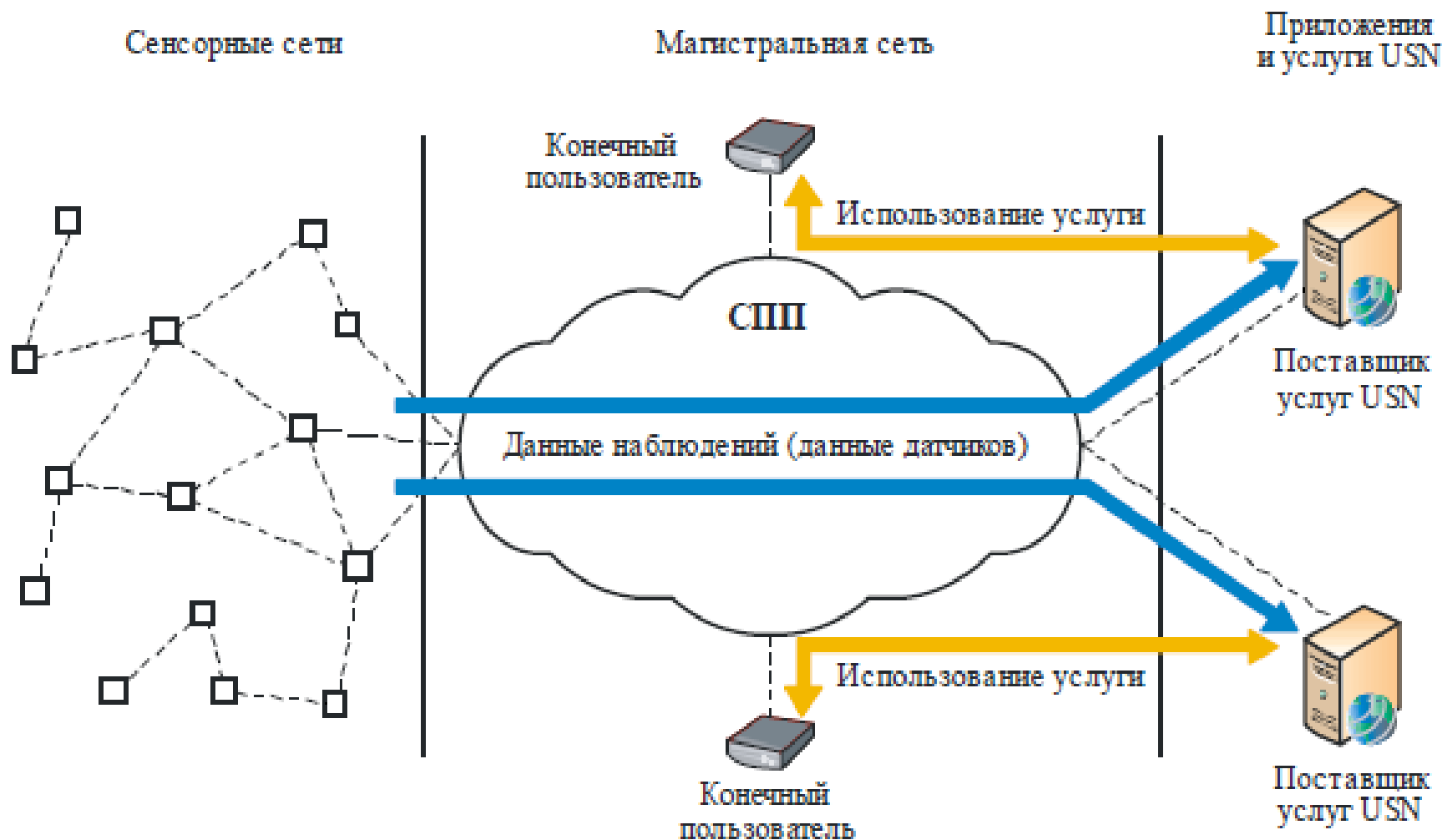
# Сенсорная сеть

- **Датчик (sensor)** [ITU-T Y.2221]: Электронное устройство, которое измеряет физическое состояние или химический состав и доставляет электронный сигнал, соответствующий наблюдаемой характеристике.
- **Сенсорный узел (sensor node)** [ITU-T Y.2221]: Устройство, состоящее из датчика(ов) и, дополнительно, исполнительного механизма(ов), которое имеет возможность обработки измеренных данных и образования сети.
- **Шлюз USN (USN gateway)** [ITU-T Y.2221]: Узел, в котором сенсорные сети присоединяются к другим сетям.
- **Конечный пользователь USN (USN end-user)** [ITU-T Y.2221]: Объект, который использует измеренные данные, предоставляемые приложениями и услугами USN. Этим конечным пользователем может быть система или человек.

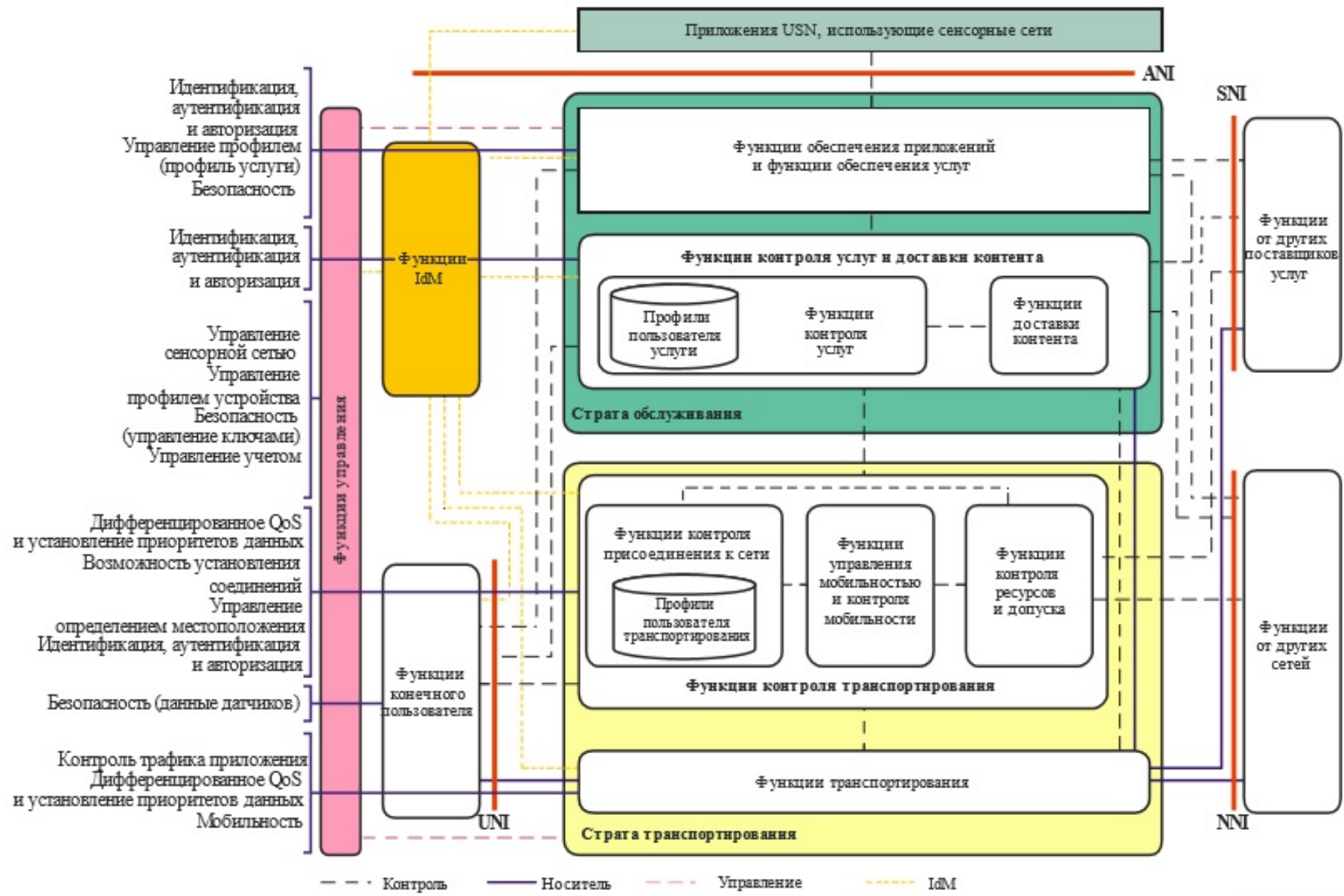
# Требования к USN

- Объединение большого числа сенсоров в сеть;
- Низкое потребление энергии;
- Самоорганизация сети.

# Общая архитектура USN. Y.2026



# Модель общей функциональной архитектуры



# Функции транспортного уровня

- **Контроль трафика приложений**: Функции сети доступа, граничные функции и базовые функции транспортирования используются для удовлетворения требования к контролю трафика приложения, которое предписывает управление объемом транзакций, генерируемых конечными пользователями USN.
- **Дифференцированный QoS и установление приоритетов данных**: Следует обеспечивать тщательное управление критически важными приложениями и услугами USN. Например, экстренное оповещение о пожаре должно быть надежным образом доставлено в жесткие сроки соответствующим национальным системам мониторинга бедствий. Функции доступа к сети, граничные функции и базовые функции транспортирования предоставляют возможности дифференцированного QoS и установления приоритетов данных.

# Функции уровня контроля транспортировки

- Дифференцированный QoS и установление приоритетов данных;
- Возможность установления соединений;
- Управление определением местоположения;
- Мобильность;
- Идентификация, аутентификация и авторизация.



# Функции уровня приложений

## Функции контроля услуг и доставки контента

- Функции контроля услуг (SFC) обеспечивают функции аутентификации и авторизации для конечных пользователей USN на уровне услуг.

## Функции обеспечения приложений и функции обеспечения услуг

- Функции обеспечения приложений и функции обеспечения услуг (ASF&SSF) предоставляют аутентификацию и авторизацию для доступа к услугам на уровне приложения.
- Управление профилем для регистрации и обнаружения услуг.
- Безопасность: Функции обеспечения приложений и функции обеспечения услуг предоставляют защиту контента (данных датчиков).

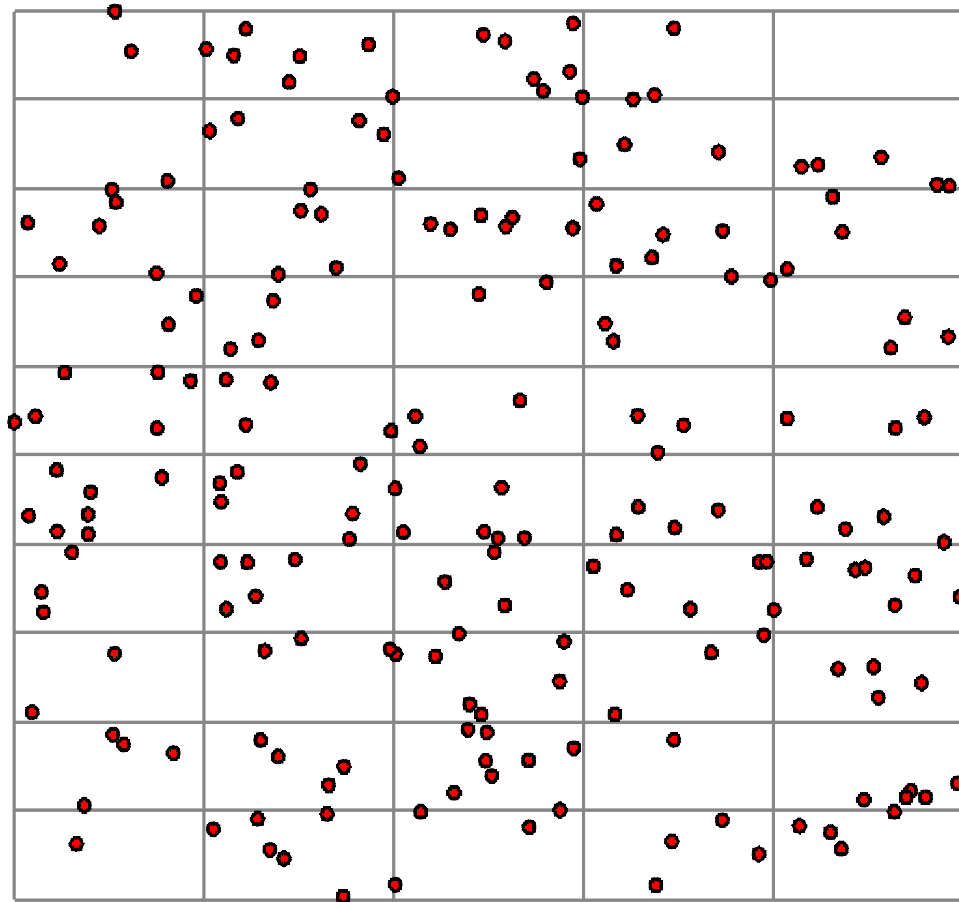
# Функции управления (1)

- **Управление сенсорной сетью:** Сенсорные сети на базе протокола IP и не на базе этого протокола, использующие различные типы проводных и/или беспроводных соединений, могут совместно функционировать в приложениях и услугах USN. Управление сенсорными сетями не на базе протокола IP нередко осуществляется через их шлюз. Сенсорные сети на базе IP охватывают случай одного сенсорного узла, непосредственно подключенного к СПП, хотя нередко управление осуществляется целым комплексом сенсорных сетей. Требуется, чтобы функции управления обеспечивали управление сенсорными сетями на базе протокола IP и не на базе этого протокола.

## Функции управления (2)

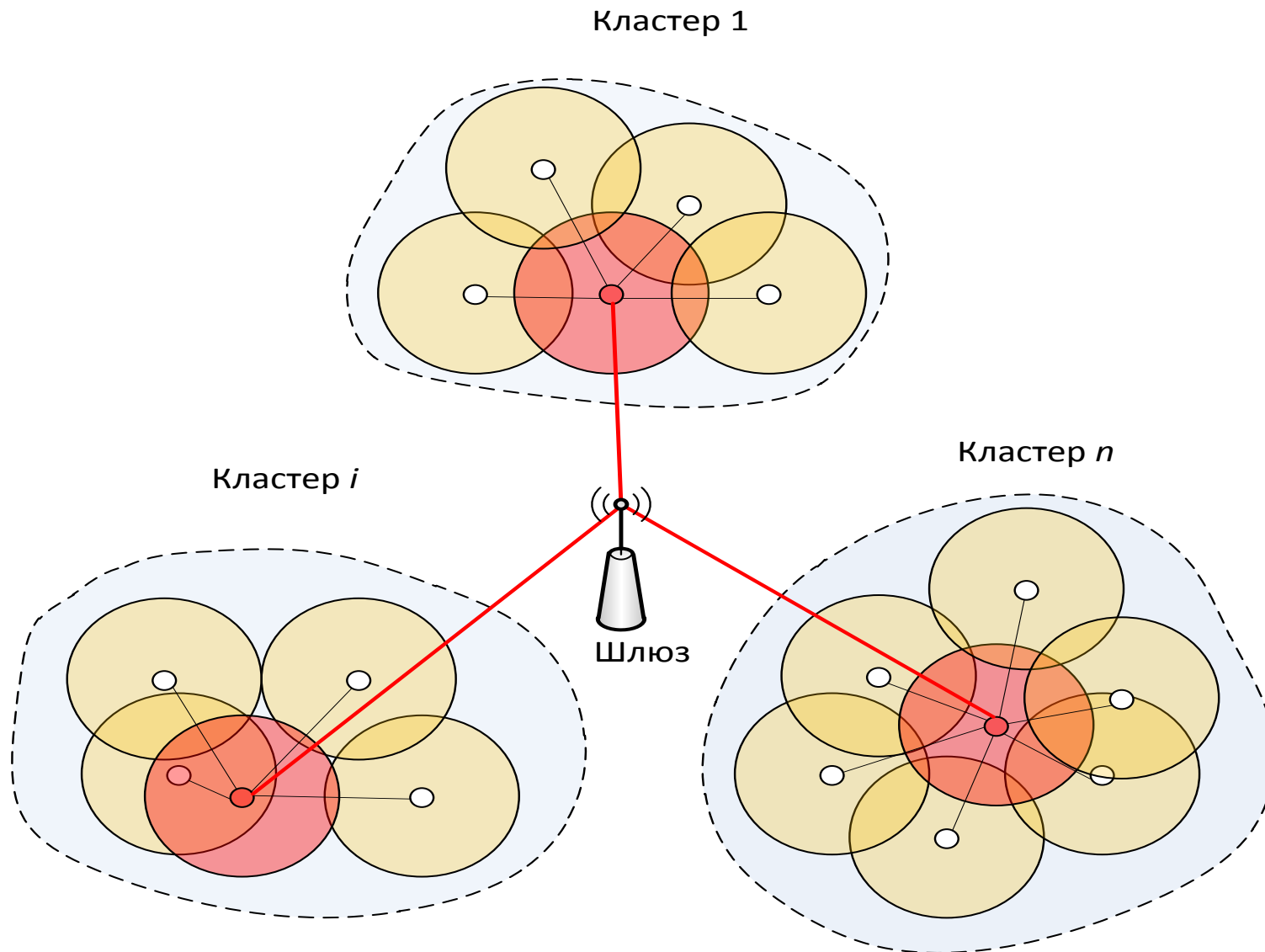
- **Управление профилем:** В приложениях и услугах USN должно обеспечиваться предоставление профиля устройства, содержащего информацию о сенсорных сетях и/или сенсорных узлах, и управление этим профилем. В связи с существованием многих типов датчиков, сенсорных узлов и сенсорных сетей, профили устройств будут содействовать управлению большим количеством гетерогенных узлов и сетей. Информация, входящая в профили устройств, может включать идентификатор сенсорной сети, идентификатор устройства и типы, возможности и местоположение устройств. Функции управления могут обеспечивать управление профилем устройства.

# Пуассоновское сенсорное поле



- Протокол ZigBee
- 64 000 сенсорных узлов

# Архитектура кластерной беспроводной сети



# Алгоритмы маршрутизации USN

- Самоорганизация;
- Энергетическая эффективность;
- Гибкость;
- Масштабируемость;
- Толерантность к отказам;
- Точность и качество.

# Классификация алгоритмов маршрутизации в USN

- **По типу сетевой структуры:**
  - Одноуровневая;
  - Иерархическая;
- **На основе знаний о ресурсах:**
  - На основе остаточной энергии;
  - На основе точности расположения;
- **По типу управления протоколами:**
  - Централизованное;
  - Географическое;
  - На основе QoS;
  - На основе теории очередей.

# Иерархическая маршрутизация

- Эффективное снижение энергозатрат - в каждый момент времени энергию затрачивают только активные узлы. За счет агрегации данных головной узел кластера уменьшает поток заявок во внешнюю сеть.
- Возможность балансировки нагрузки в зависимости от энергоемкости узлов.
- Позволяет достаточно просто реализовать расписание передачи, приема и чтения информации и избежать коллизий.
- Проста в реализации - разделение соединений на внутрикластерные и внешние, что ведет к уменьшению числа сообщений в кластере.
- Позволяет упростить рассылку запросов по сравнению с одноуровневой.



# Алгоритмы выбора головного узла в кластере (1)

- Алгоритм случайного выбора головного узла - **LEACH** (Low-Energy Adaptive Cluster Hierarchy).  
Иерархический алгоритм адаптивной кластеризации с низким потреблением энергии предполагает обеспечение баланса расхода энергии в беспроводной сенсорной сети.
- Алгоритм **HEED** (Hybrid Energy – Efficient Distribution) с предопределенным выбором головного узла.  
Алгоритм HEED ставит вероятность выбора узла головным в зависимость от его существующей энергоспособности, и решение принимается в зависимости от энергетических затрат.

# Алгоритмы выбора головного узла в кластере (2)

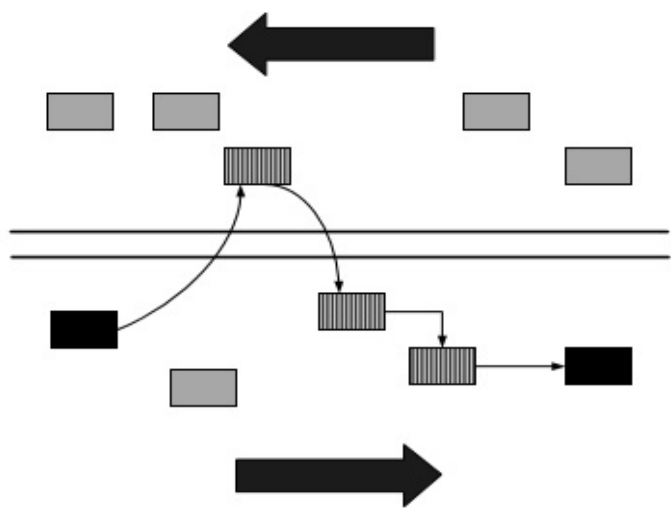
- Алгоритм **ERA** (Energy Residue Aware) случайного выбора головного узла. Алгоритм осведомленности об остаточной энергии ERA включает в анализ вопроса выбора головного узла в кластере затраты на осуществление взаимодействия.
- Алгоритмы **PEGASIS** (Power-Efficient Gathering Sensor Information Systems) и иерархический PEGASIS предусматривают алгоритмы организации сенсорных узлов в последовательную цепочку и периодическое обновление первого узла в цепочке так же, как это предусмотрено в кластерных USN.
- Алгоритм циклической очередности выбора головного узла в кластере **RRCH** (Round-Robin Cluster Head). После фиксации кластера для выбора головного узла в нем на протяжении его функционирования используется известный метод циклической очередности, головной узел задает расписание для членов кластера.

# VANET

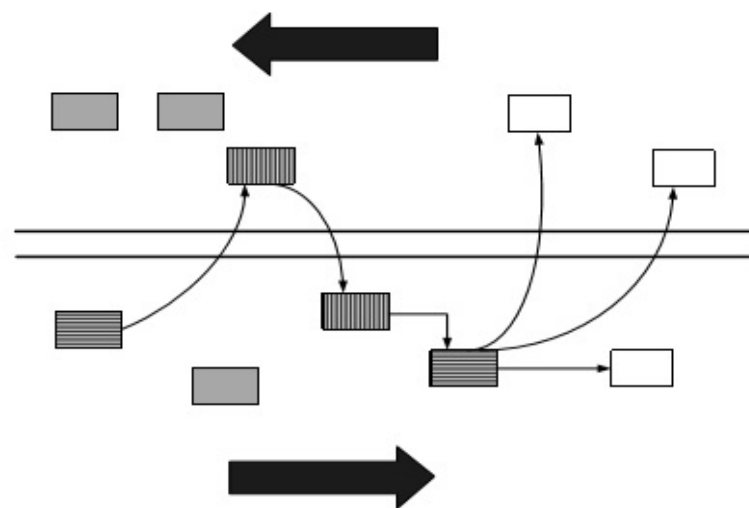
- Vehicular Ad Hoc Network – Сети автомобильного транспорта.
- Виды взаимодействия:
  - V2V (Vehicular to Vehicular), транспортное средство – транспортное средство;
  - V2I (Vehicular to Infrastructure), транспортное средство – инфраструктура;
  - V2H (Vehicular to Home), транспортное средство – дом;
  - V2G (Vehicular to Grid), транспортное средство – вычислительные ресурсы.

# Сценарии связи в VANET

- точка – точка,
- точка – много точек,
- геонаправленный,
- геошироковещательный.



**Геонаправленный  
сценарий**



**Геошироковещательный  
сценарий**

# Приложения сетей VANET

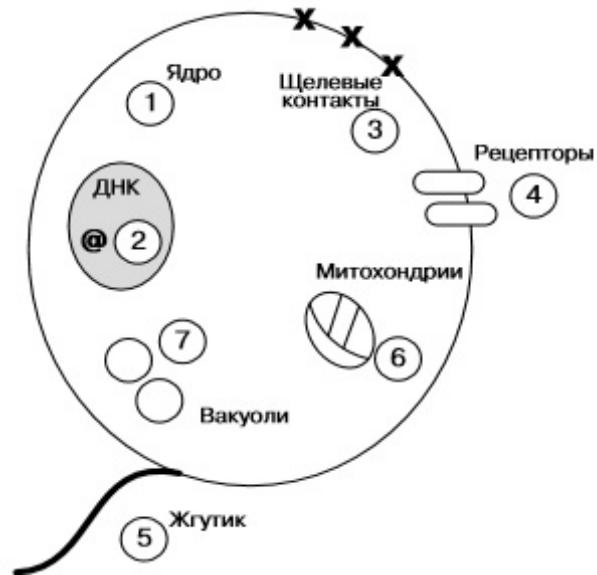
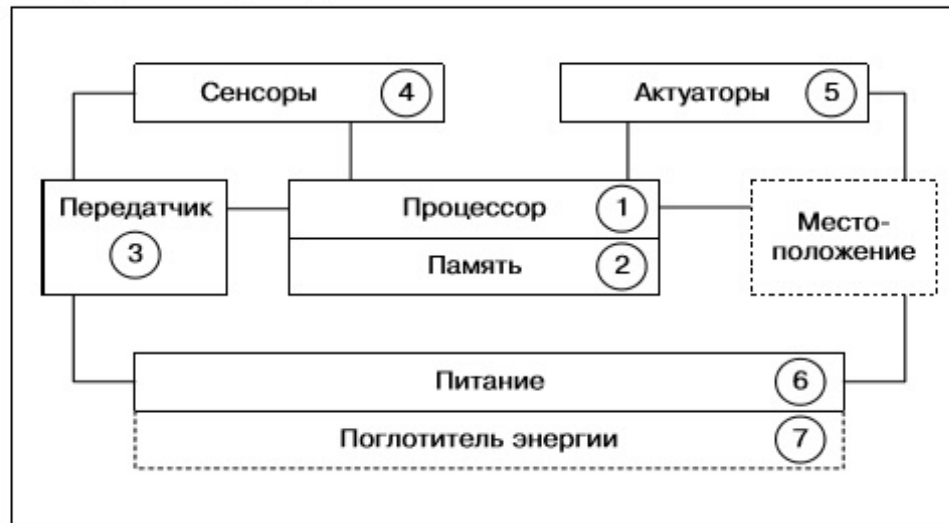
- Группа 1. Приложения, ориентированные на техобслуживание автомобиля:
  - удаленная диагностика,
  - перезагрузка данных и программного обеспечения автомобиля.
- Группа 2. Приложения, ориентированные на дорожную безопасность:
  - помощь при авариях,
  - поддержка водителя в сложных дорожных ситуациях.
- Группа 3. Приложения, ориентированные на пассажиров:
  - доступ в Интернет,
  - аудиовизуальные услуги, в том числе IPTV.
- Группа 4. Приложения, ориентированные на оптимизацию дорожного трафика:
  - помощь в навигации, например, рекомендации по объезду временных препятствий,
  - управление скоростью.
- Группа 5. Приложения, ориентированные на автомобиль:
  - логистика,
  - парковка.

# Молекулярные наносети

- Наносеть представляет собой самоорганизующийся сеть, в которой в качестве узлов сети используются наномашинны, а информация и сигнализация могут быть переданы, в том числе, и путем перемещения микрочастиц вещества.
- Наномашина – устройство, состоящее из компонентов наноуровня, способное выполнять на этом уровне специфические задачи, такие как передача данных, вычисление, хранение данных, измерения (сенсоры) и/или воздействия (актуаторы).
- Примером наномашинны может служить клетка, которая в своей структуре повторяет микроробот (или наоборот).

# Структуры микроробота и клетки

Микроробот (узел)



# Классификация молекулярных наносетей

- Наносети, в которых информация передается на расстояния в нано- и микрометры. Для передачи информации исследуются возможности положительных ионов кальция;
- Наносети, в которых информация передается на расстояния в микро- и миллиметры. Для передачи информации используются бактерии, например, жгутиковые;
- Наносети, в которых информация передается на метры и более. Для этой группы предусматривается проведение исследований передачи информации с помощью феромонов, пыльцы и спор растений, трансдукции (сенсорного преобразования) света...



# Классификация видов связи

Передатчик	Передатчик
Живой организм	Живой организм
Синтезированный феромон	Живой организм
Живой организм	Искусственный приемник
Синтезированный феромон	Искусственный приемник

# Приложения наносетей

- чрезвычайные ситуации, например, с целью локализации пострадавших,
- мониторинг окружающей среды, сельскохозяйственных угодий,
- охранные системы, например, при отсутствии возможности стабильного энергоснабжения.

# Интернет Вещей. Y.2060

- **Интернет Вещей (Internet of Things, IoT)** – Глобальная инфраструктура для информационного общества, которая обеспечивает возможность предоставления более сложных услуг путем соединения друг с другом (физических и виртуальных) Вещей на основе существующих и развивающихся функционально совместимых информационно-коммуникационных технологий.
- **Вещь** (применительно к Интернету Вещей) означает предмет физического мира (физические вещи) или информационного мира (виртуальные вещи), который может быть идентифицирован и интегрирован в сети связи.

# Формула Интернет Вещей

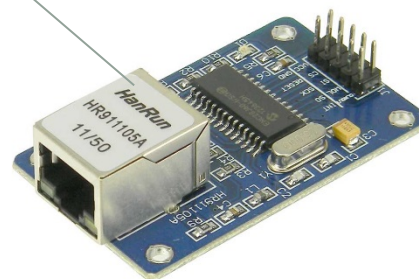
IoT = Сенсоры (датчики)+Данные+Сети+Услуги

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

# Простыми словами...



Компьютер

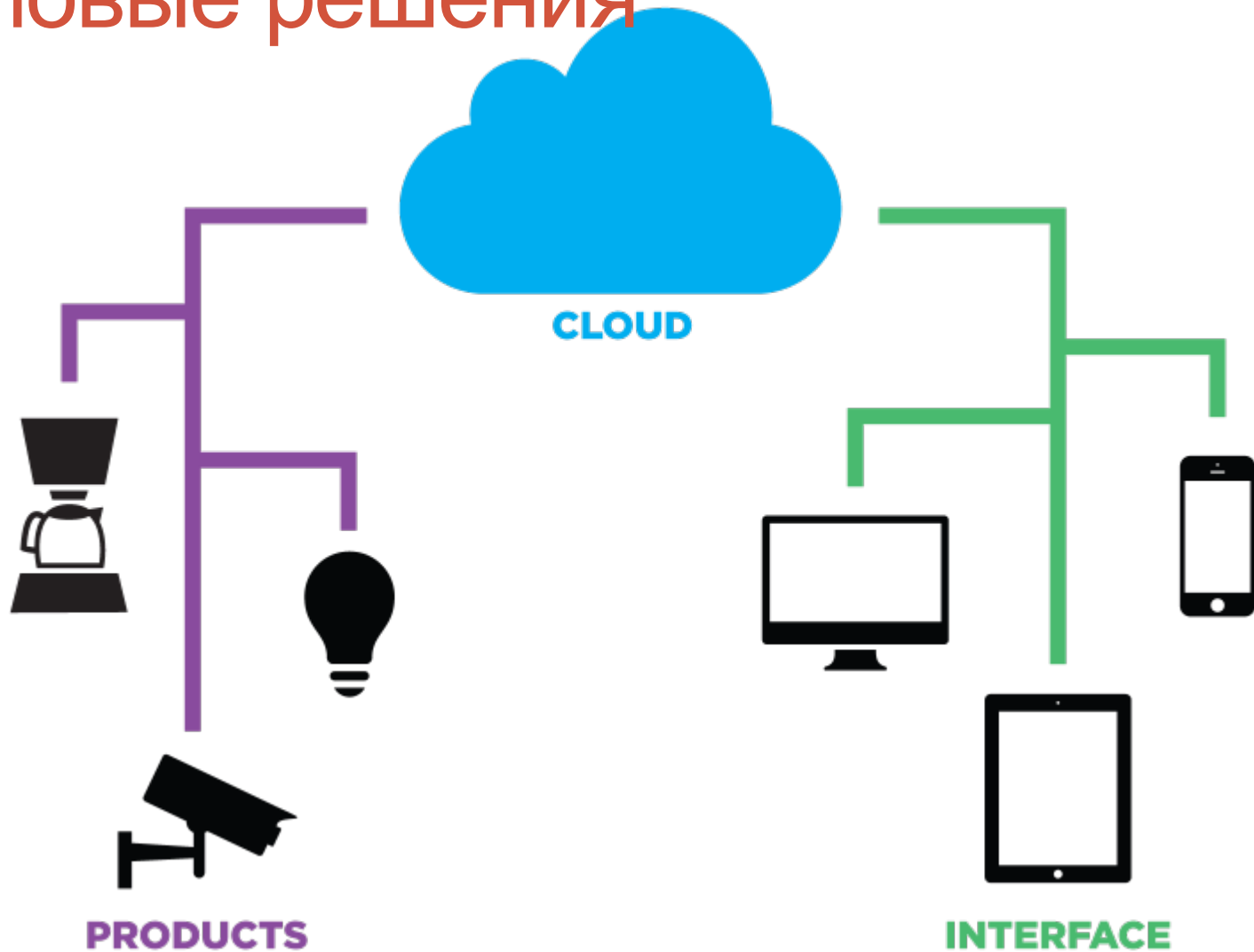


Устройство



Датчик

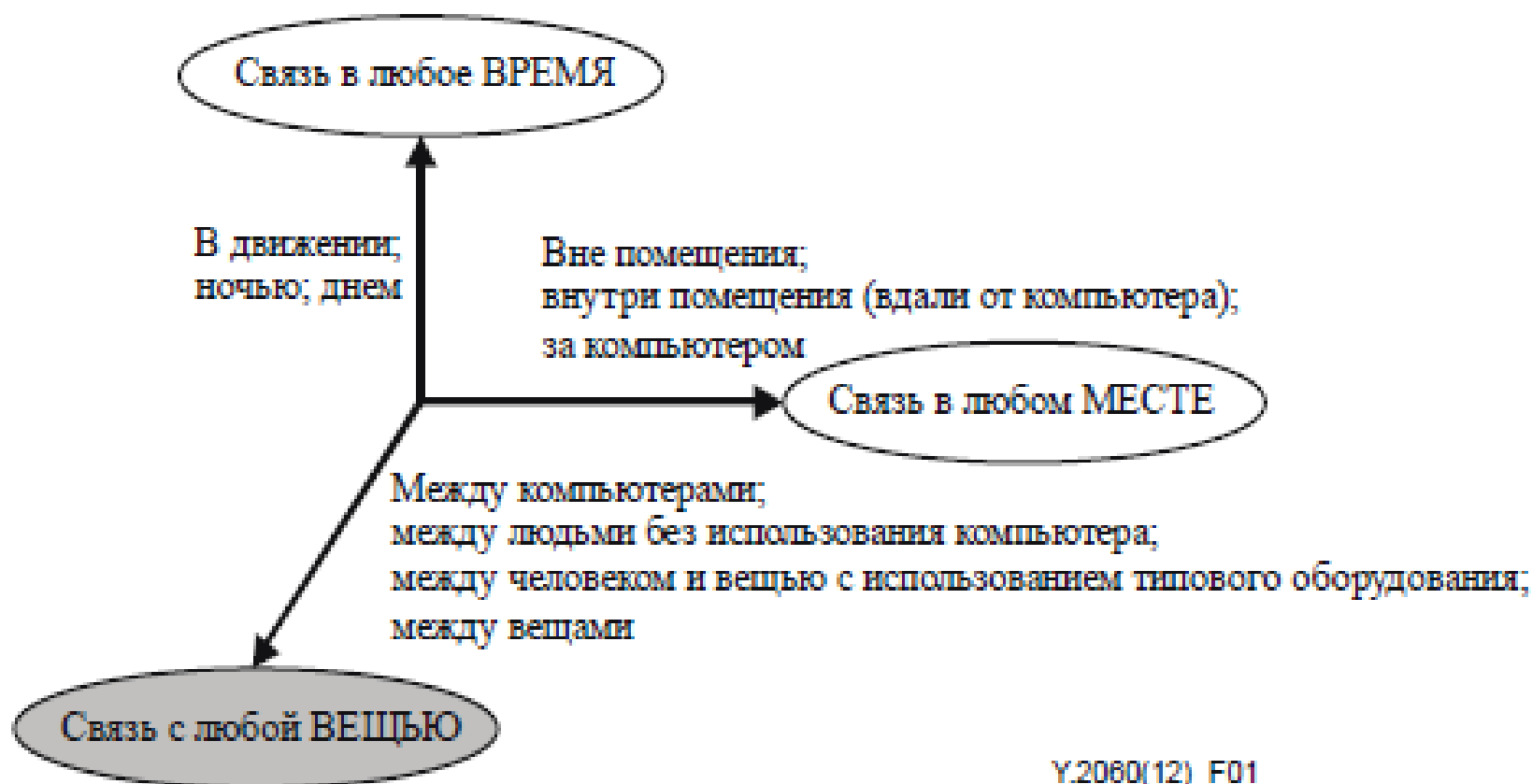
# Типовые решения



# Понятие интернета вещей

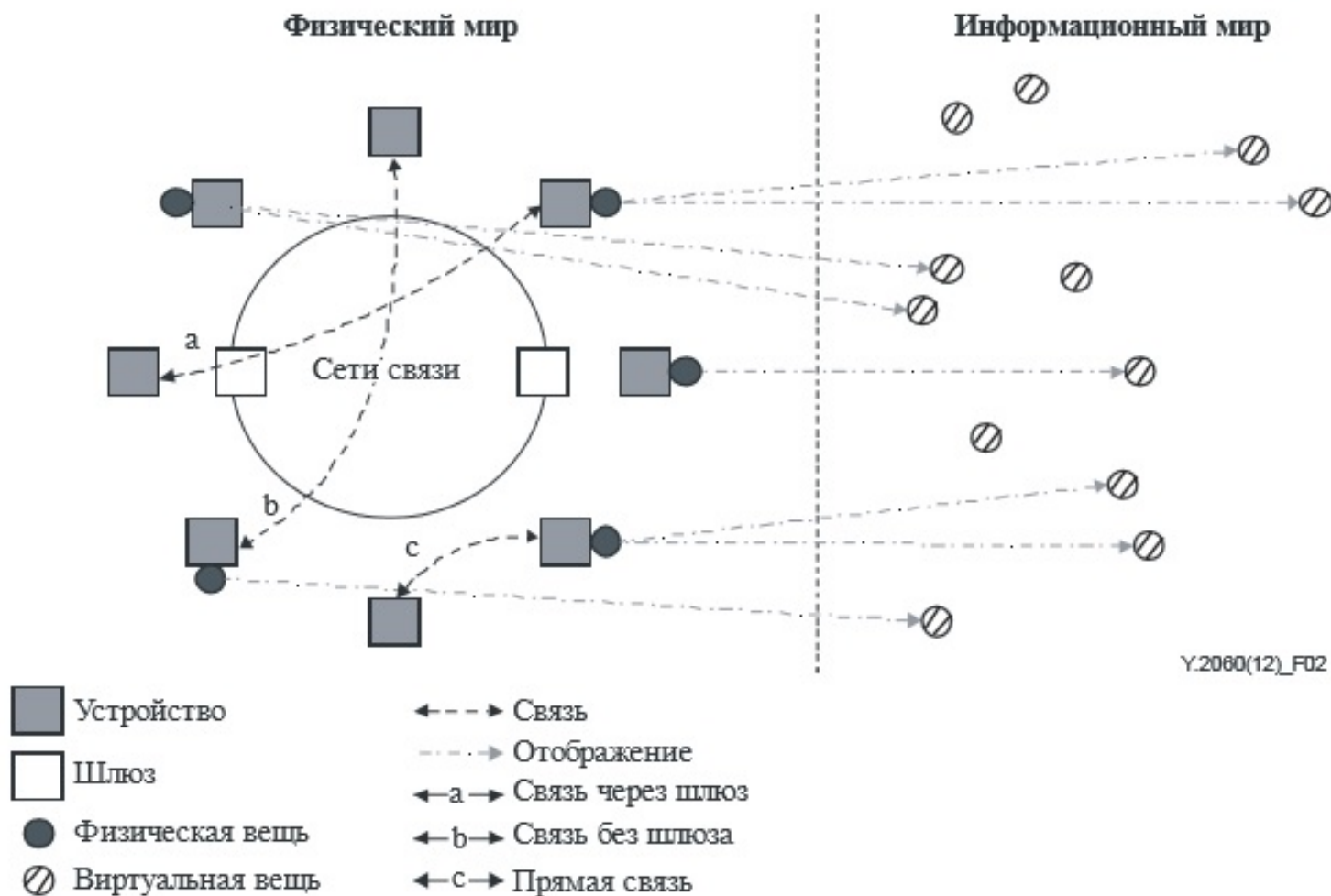
- В широком смысле интернет вещей (IoT) можно воспринимать как перспективную концепцию, имеющую технологические и социальные последствия.
- С точки зрения технической стандартизации IoT можно рассматривать как глобальную инфраструктуру для информационного общества, которая обеспечивает возможность предоставления более сложных услуг путем соединения друг с другом (физических и виртуальных) вещей на основе существующих и развивающихся функционально совместимых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).
- Благодаря задействованию возможностей идентификации, сбора, обработки и передачи данных, в IoT обеспечивается наиболее эффективное использование "вещей" для предоставления услуг для всех типов приложений при одновременном выполнении требований безопасности и неприкосновенности частной жизни.

# Новый аспект, добавленный в Интернете Вещей





# Технический обзор IoT



Y.2060(12)\_F02

# Типы устройств и их взаимосвязь с физическими вещами (1)



# Типы устройств и их взаимосвязь с физическими вещами (2)

- **Устройство переноса данных**: устройство переноса данных подключается к физической вещи и непрямым образом соединяет эту физическую вещь с сетями связи.
- **Устройство сбора данных**: под устройством сбора данных понимается считывающее/записывающее устройство, имеющее возможность взаимодействия с физическими вещами. Взаимодействие может осуществляться непрямым образом с помощью устройств переноса данных или напрямую с помощью носителей данных, подключенных к физическим вещам.

# Типы устройств и их взаимосвязь с физическими вещами (3)

- **Сенсорное и исполнительное устройство**: сенсорное и исполнительное устройство может обнаруживать или измерять информацию, относящуюся к окружающей среде, и преобразовывать ее в цифровые электрические сигналы. Оно может также преобразовывать цифровые электрические сигналы, поступающие от информационных сетей, в действия. Как правило, сенсорные и исполнительные устройства образуют локальные сети, обмениваются друг с другом данными с помощью проводных или беспроводных технологий связи и используют шлюзы для подключения к сетям связи.
- **Устройство общего назначения**: устройство общего назначения обладает встроенными возможностями обработки и связи и может обмениваться данными с сетями связи с использованием проводных или беспроводных технологий. Устройства общего назначения включают оборудование и приборы, относящиеся к различным областям применения IoT, например станки, бытовые электроприборы и смартфоны.

# Основные характеристики IoT (1)

- **Возможность установления соединений**: любую вещь можно присоединить к глобальной информационно-коммуникационной инфраструктуре.
- **Услуги, связанные с вещами**: IoT способен предоставлять услуги, связанные с вещами, в рамках присущих вещам ограничений, таких как защита неприкосновенности частной жизни и семантическая согласованность между физическими вещами и соответствующими им виртуальными вещами. Для предоставления услуг, связанных с вещами, в рамках присущих вещам ограничений, изменятся технологии и физического, и информационного мира.
- **Гетерогенность**: в IoT устройства являются гетерогенными и базируются на различных аппаратных платформах и сетях. Они могут взаимодействовать с другими устройствами или платформами услуг через различные сети.

# Основные характеристики IoT (2)

- **Динамические изменения**: динамические изменения характерны для состояния устройств, например спящий режим и пробуждение, подключенное и/или неподключенное состояние, а также контекста устройств, в том числе местоположения и скорость. Кроме того, может динамически изменяться количество устройств.
- **Огромный масштаб**: количество устройств, которыми необходимо управлять, и которые обмениваются данными друг с другом, как минимум на порядок превзойдет количество устройств, подключенных к интернету в настоящее время. Произойдет существенное увеличение доли информационного обмена, инициированного устройствами, по сравнению с долей информационного обмена, инициированного людьми. Повысится значение управления создаваемыми данными и их интерпретации в прикладных целях. Это относится к семантике данных, а также к их эффективной обработке.

# Требования к IoT (1)

- **Соединение на основе идентификации:** требуется обеспечить, чтобы в IoT соединение между той или иной вещью и IoT устанавливалось на основе идентификатора этой вещи.
- **Функциональная совместимость:** требуется, чтобы обеспечивалась функциональная совместимость гетерогенных и распределенных систем в целях предоставления и потребления самых разных видов информации и услуг.
- **Организация автономных сетей:** для адаптации к различным прикладным областям, различным средам передачи данных и большому количеству устройств самых разных типов.

# Требования к IoT (2)

- **Предоставление автономных услуг:** требуется, чтобы услуги могли предоставляться с помощью автоматического сбора, передачи и обработки данных вещей на основе правил, задаваемых операторами или настраиваемых абонентами.
- **Возможности, основанные на определении местоположения:** автоматически, не нарушая требований безопасности.
- **Безопасность:** в IoT каждая вещь имеет соединение, что приводит к серьезным угрозам безопасности, таким как угрозы конфиденциальности, аутентичности и целостности как данных, так и услуг.
- **Высококачественные и высокозащищенные услуги, связанные с организмом человека.**



# Требования к IoT (3)

- **Защита неприкосновенности частной жизни:** У многих вещей есть владельцы и пользователи. Данные измерений вещей могут содержать личную информацию об их владельцах или пользователях. Требуется, чтобы в IoT обеспечивалась защита неприкосновенности частной жизни при передаче, накоплении, хранении, интеллектуальном анализе и обработке данных.
- **Автоматическое конфигурирование:** позволяющее оперативно создавать, формировать или приобретать основанные на семантике конфигурации в целях беспрепятственной интеграции и взаимодействия присоединенных вещей с приложениями, а также удовлетворения требований приложений.
- **Управляемость:** Как правило, приложения IoT работают в автоматическом режиме, без участия людей, однако весь процесс их работы должен поддаваться управлению соответствующими сторонами.

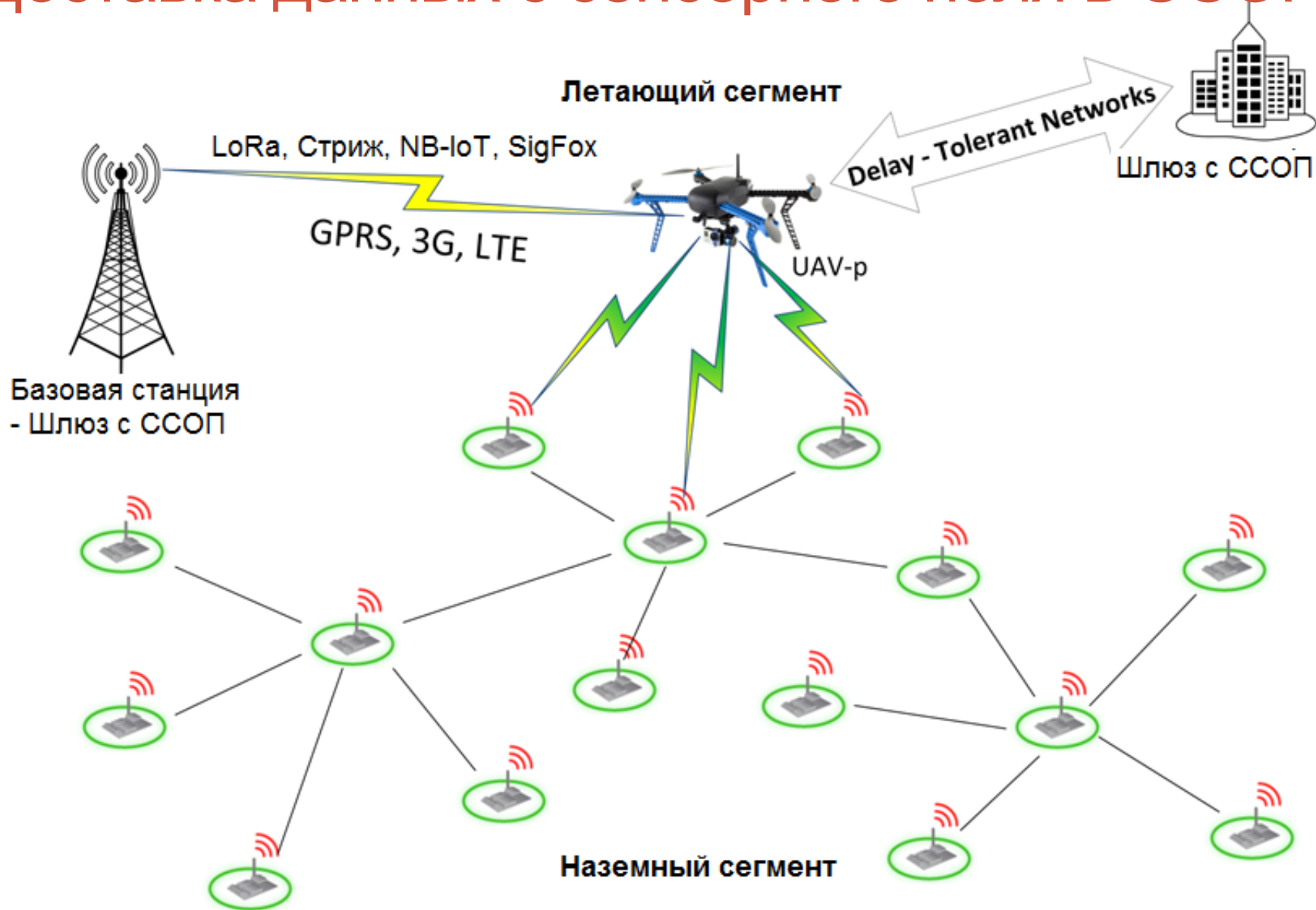
# Эталонная модель IoT



# Уровень поддержки услуг и поддержки приложений

- **Общие возможности поддержки** – это типовые возможности, которые могут использоваться различными приложениями IoT, такими как обработка или хранение данных. Эти возможности могут быть активированы специализированными возможностями поддержки, например, для создания других специализированных возможностей поддержки.
- **Специализированные возможности поддержки** – это конкретные возможности, которые предназначены для удовлетворения требований разнообразных приложений. В действительности, они могут состоять из ряда групп четко определенных возможностей, для того чтобы предоставлять разные функции поддержки разным приложениям IoT.

# Доставка данных с сенсорного поля в ССОП



# Применение летающих сенсорных сетей

- Контроль экологических параметров окружающей среды;
  - Мониторинг движения транспортных средств;
  - Контроль за возникновением пожаров;
  - Контроль за отказами механизмов и несущих конструкций зданий;
  - Мониторинг проникновения на контролируемые объекты;
  - Мониторинг состояния здоровья пожилых граждан и больных пациентов;
  - Мониторинг сельскохозяйственных угодий;
- и др.

# Промышленный Интернет Вещей



Разновидность Интернета Вещей – концепция вычислительной сети, объединяющей промышленные производственные системы на уровне технологических процессов, кибер-физических машин и интеллектуальных систем управления

Ожидаемый вклад в экономику: \$14,2 триллиона к 2030 году (рост мирового ВВП на 11 %)

# Технологическая архитектура промышленного Интернета Вещей

