

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
СПб ГУТ)))

ВСЕПРОНИКАЮЩИЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ

Лекция 5

Протоколы сетевого и транспортного уровня для сенсорных сетей

Выборнова Анастасия Игоревна

Концепция всепроникающих сенсорных сетей

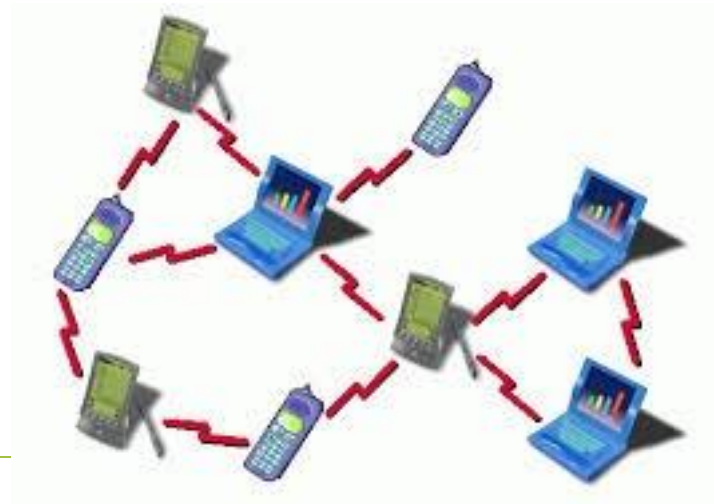
- **Сенсорные узлы:** огромное количество, небольшие по размерам и стоимости, с низким энергопотреблением, необслуживаемые.
- **Сеть:** беспроводная, ad hoc, многопереходовая (multihop), самоорганизующаяся.

Предполагалось, что сенсорная сеть будет максимально быстро и просто развертываться на целевой территории (например, сенсорные узлы будут сбрасываться с самолета), далее узлы будут самостоятельно организовываться в сеть и начинать передачу данных об окружающей среде.

Концепция всепроникающих сенсорных сетей

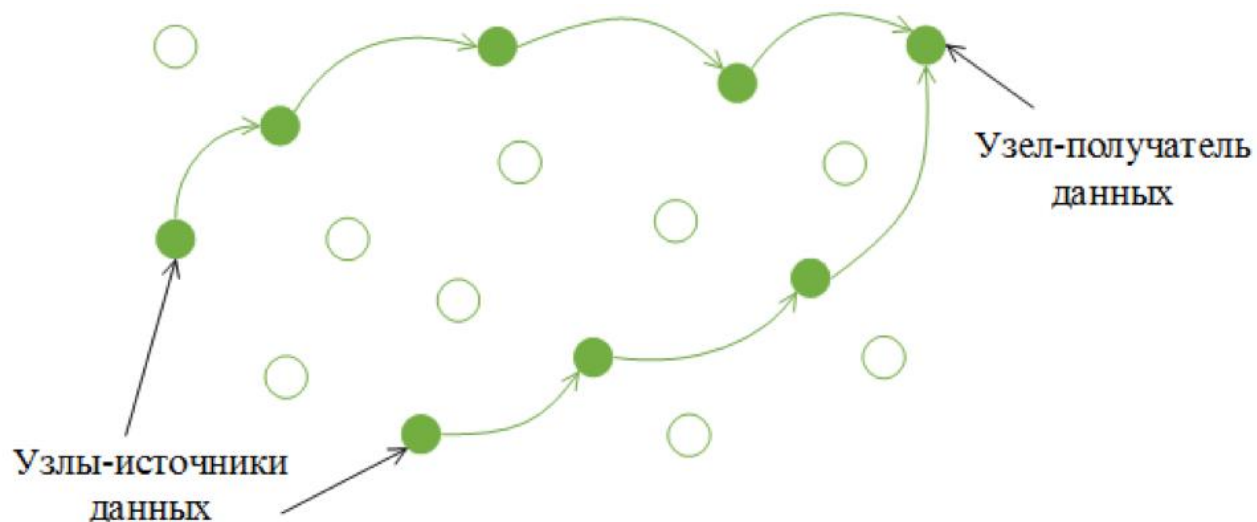
Режимы взаимодействия узлов в беспроводной сети:

- Инфраструктурный (управляемый)
- Ad hoc (целевой)

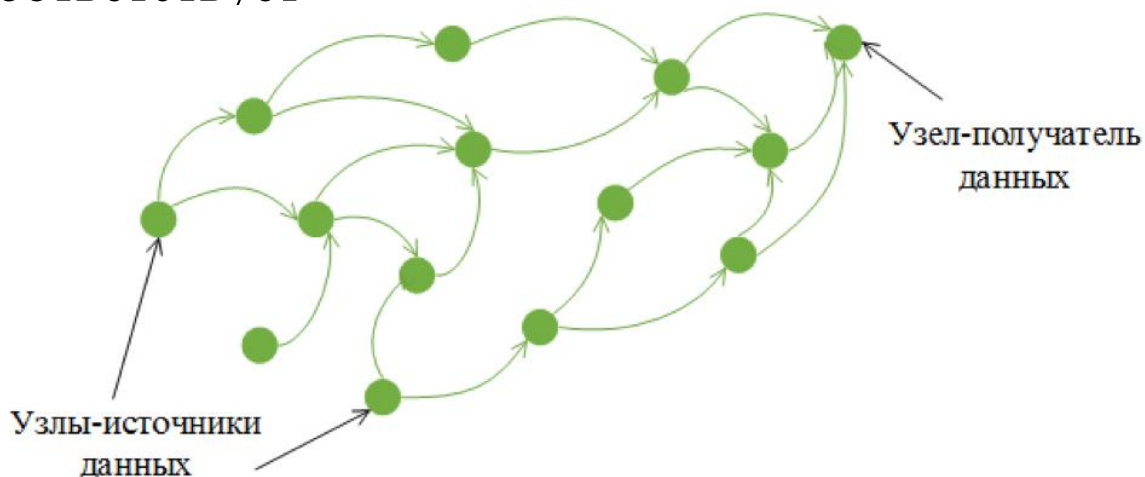


Концепция всепроникающих сенсорных сетей

Многопереходовый (multihop) режим:



Такому режиму обычно соответствует «ячеистая» топология сети:



Концепция всепроникающих сенсорных сетей

Такая концепция потребовала создания специальных протоколов беспроводной передачи данных:

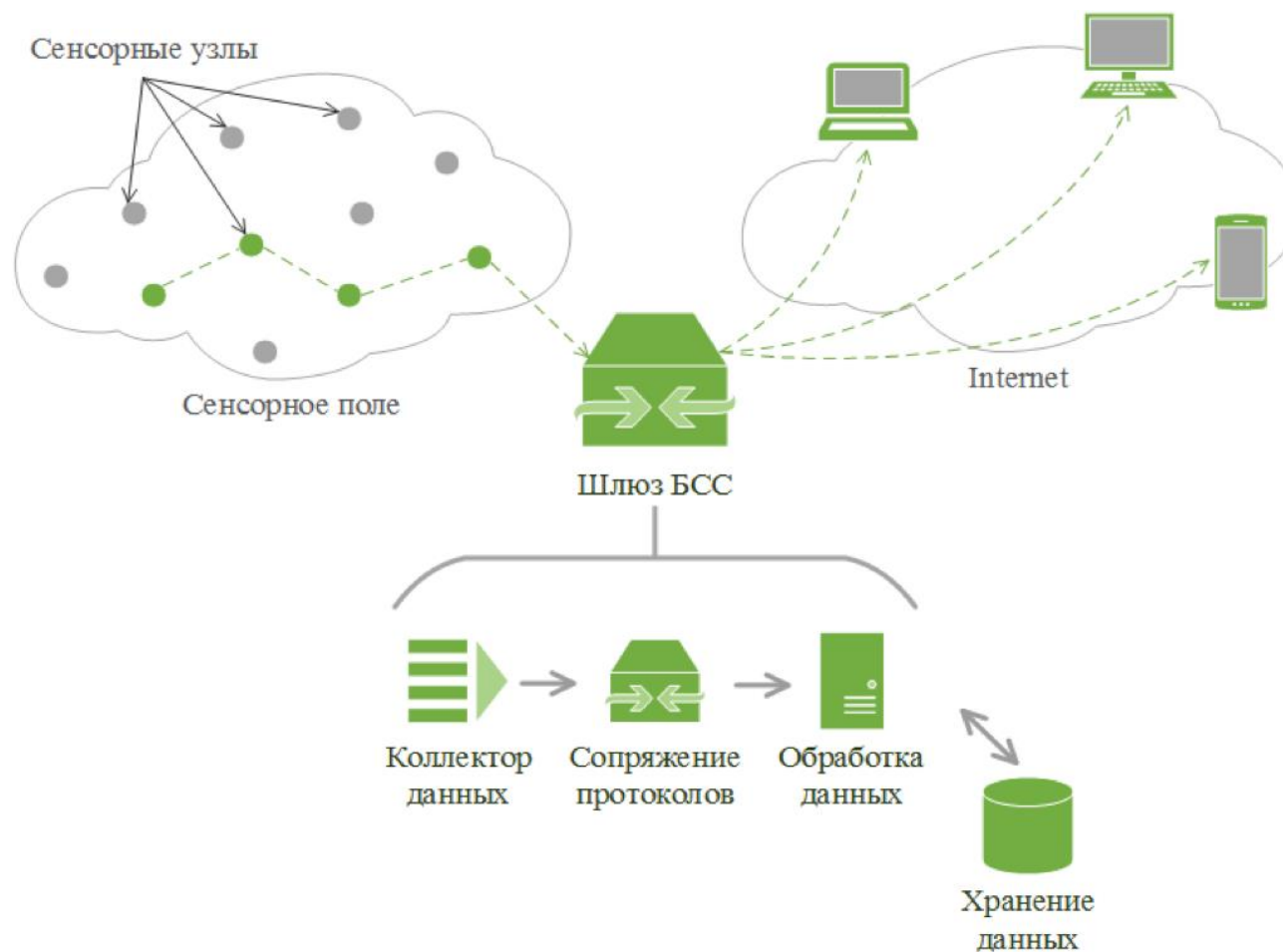
- Обеспечивающих низкое энергопотребление сенсорных узлов.
- Не требующих значительных вычислительных мощностей.
- Дающих возможность создания самоорганизующейся ad hoc сети.
- Позволяющих передавать данные на небольшие расстояния.

Концепция всепроникающих сенсорных сетей

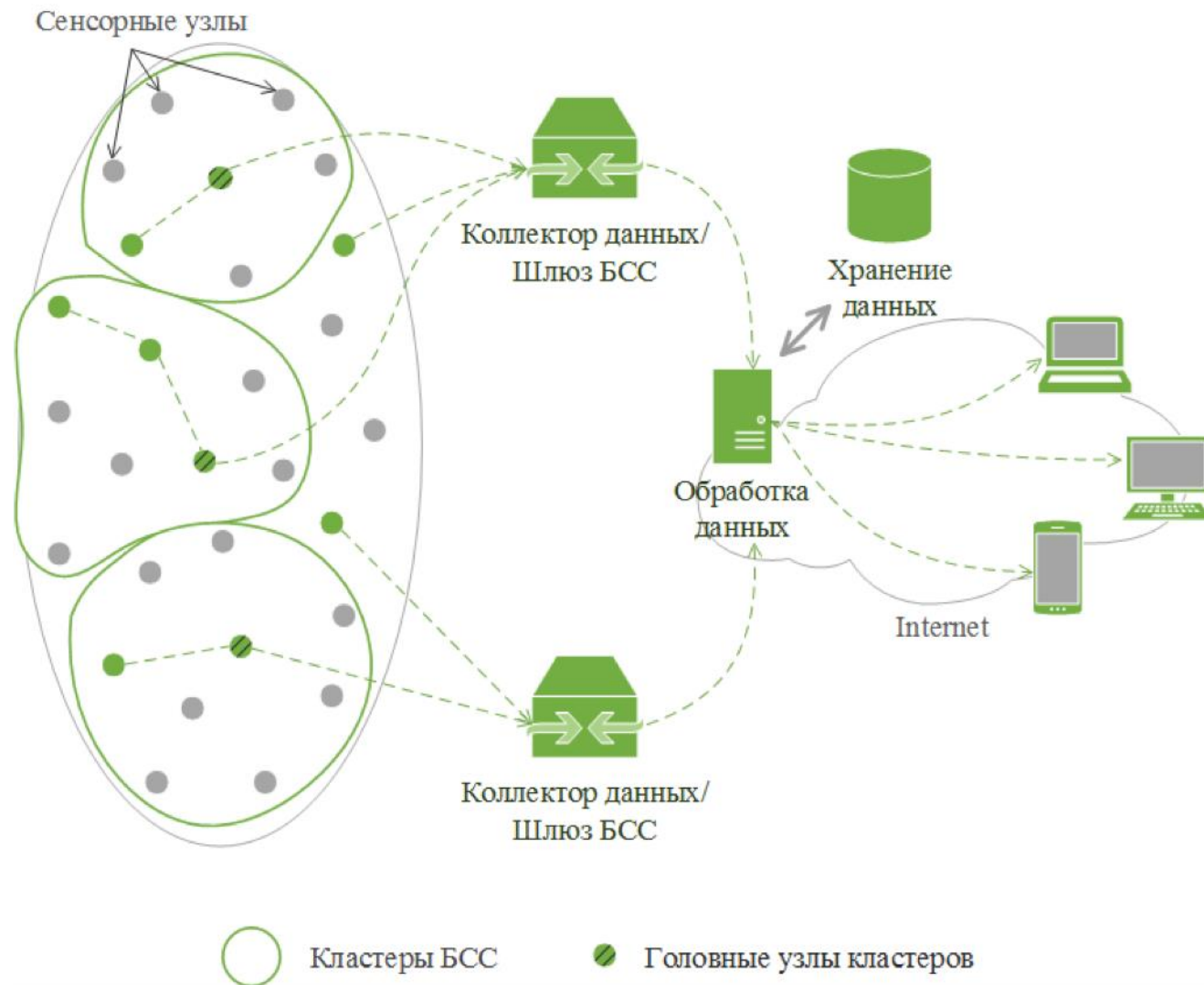
Почему не получается использовать имеющиеся протоколы верхних уровней модели OSI:

- Слишком большой размер пакета вообще и количество служебной информации в заголовке в частности.
- Маршрутизация по критерию самого быстрого и/или надежного пути, а не наименее энергозатратного.

Концепция всепроникающих сенсорных сетей



Концепция всепроникающих сенсорных сетей



Подходы к маршрутизации в ВСС

1. Минимизация энергопотребления:

- Выбор маршрута с минимальным числом переходов.
- Выбор маршрута с минимальной затраченной энергией.
- Выбор маршрута исходя из уровня оставшейся у узлов мощности.

Практически все протоколы сетевого уровня, создаваемые для ВСС, так или иначе учитывают аспект энергопотребления.

Подходы к маршрутизации в ВСС

2. Учет местоположения сенсорного узла:

- адресация сенсорных узлов основана на информации о местоположении сенсорного узла относительно других узлов сети.

Требуется возможность определения местоположения узлов сети.

Geographic and Energy-Aware Routing (GEAR)

Подходы к маршрутизации в ВСС

3. Ориентированность на данные:

- Учет информационной составляющей обмена сообщениями.

За счет уменьшения объема пересылаемой информации компенсируются издержки на дополнительную обработку данных в сенсорных узлах.

Возможна реализация агрегации данных в промежуточных сенсорных узлах.

Energy-Aware Data-Centric Routing (EAD)

Подходы к маршрутизации в ВСС

4. Адаптация существующих протоколов:

Концепция Интернета Вещей предполагает, что многочисленные вещи, в том числе и сенсорные узлы, в ближайшем будущем будут подключены к глобальной сети Интернет. Множество специфичных протоколов для ВСС не совсем укладываются в концепцию ИВ.

IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks (6LoWPAN)

Протоколы маршрутизации для ВСС

Существует множество протоколов маршрутизации для ВСС. Наиболее распространенные:

- AODV – Ad hoc On demand Distance Vector
- RPL – Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks

Ad hoc On demand Distance Vector

Протокол предполагает минимизацию времени передачи данных между узлами.

Для нахождения «кратчайших» путей используется дистанционно-векторный алгоритм («расскажи своим соседям, как выглядит мир»).

Таблица маршрутизации от узла А к узлу Б начинает строиться только при возникновении необходимости передачи данных из узла А к узлу Б (не превентивно)
=>

Преимущество – минимизация служебного трафика (и, следовательно, энергии на передачу данных).

Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks

Описан в RFC6550 (IETF).

Предполагает работу с устройствами низкой вычислительной мощности, надежности, с ограниченным запасом электроэнергии. Соединения внутри сети характеризуются высокими потерями, низкой скоростью передачи данных и низкой стабильностью.

Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks

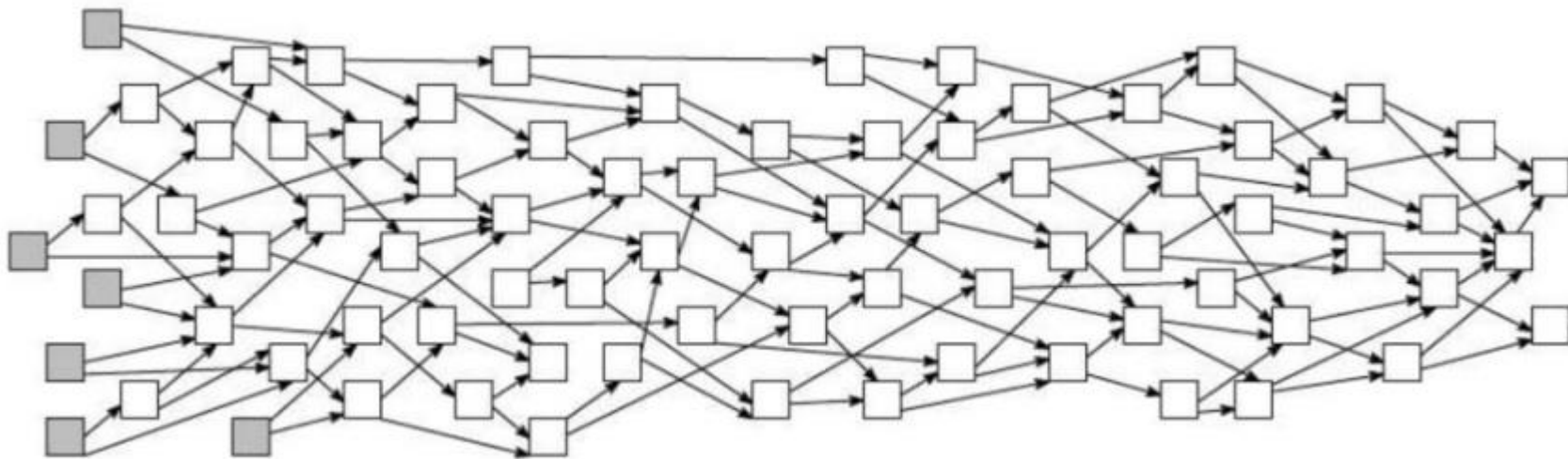
Multipoint-to-point соединение от сенсорных устройств к шлюзу и point-to-multipoint соединение от шлюза к сенсорным устройствам. Реализован также режим «point-to-point».

Как и в AODV, таблица маршрутизации строится по запросу для экономии энергии на служебном трафике.

Особенность – маршрутизация «от источника».

Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks

Таблица маршрутизации строится по принципу ориентированного ациклического графа, основанного на удаленности каждого узла от шлюза:



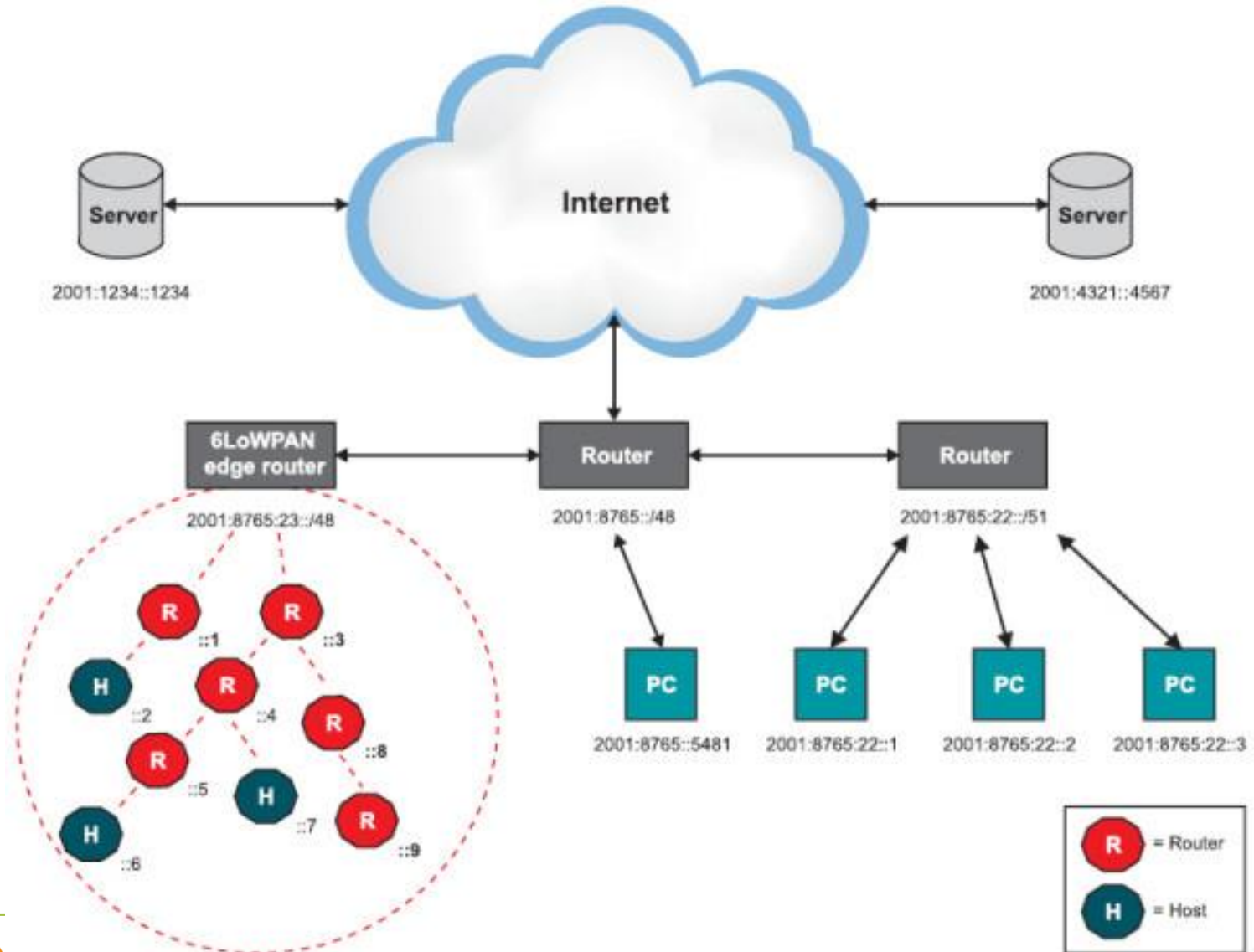
Протокол 6LoWPAN

IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks.

Протокол IPv6, постепенно приходящий на смену протоколу IPv4, модифицируется для работы поверх сетей стандарта IEEE 802.15.4:

- согласование IPv6-адресации с адресацией стандарта IEEE 802.15.4,
- механизмы адаптации размеров заголовков пакетов,
- поддержка многоинтервальной ad hoc маршрутизации (RPL).

Протокол 6LoWPAN



Другие протоколы сетевого уровня для ВСС

Zigbee – стек протоколов верхнего уровня для ВСС (а также организация, поддерживающая развитие и применение этих протоколов).

Для маршрутизации в режиме ячеистой сети использует протокол AODV, также возможны «простые» топологии – звезда, точка-точка.

Работает поверх IEEE 802.15.4.

Другие протоколы сетевого уровня для ВСС

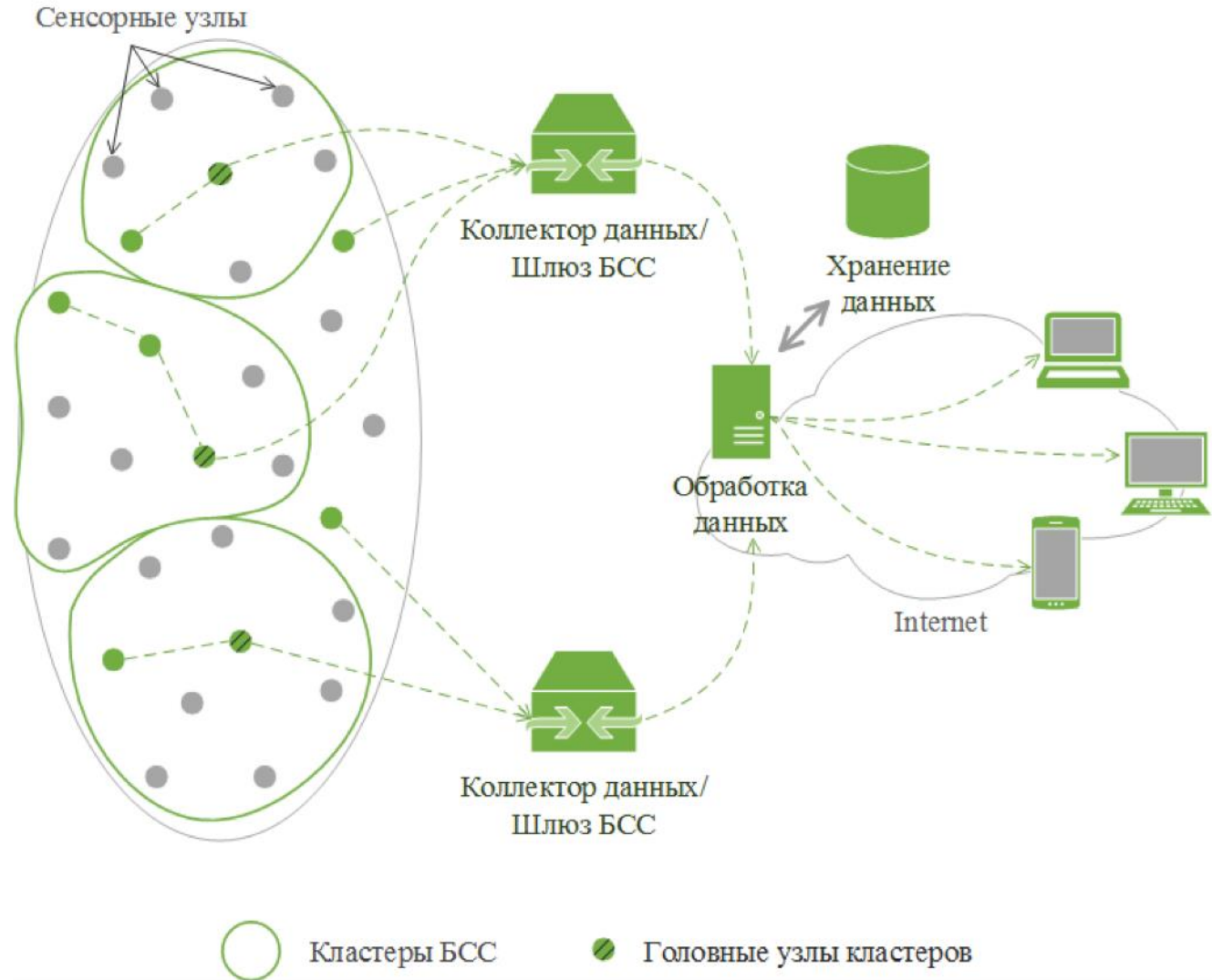
Проприетарные протоколы – Z-wave и др.

Часто для организации ВСС не применяется специфических протоколов сетевого и транспортного уровней, так как в рамках сенсорной сети необходима только топология «звезда» от узлов к шлюзу (LoRaWAN).

Протоколы кластеризации для ВСС

В ВСС, распределенных по большой территории, часто оказывается эффективным построение иерархической структуры на основе кластеров.

Кластеризация в ВСС



LEACH

Low-Energy Adaptive Clustering hierarchy—
алгоритм кластеризации для ВСС,
предполагающий автоматическое (без участия
администратора) назначение роли головного узла
кластера.

Цель алгоритма – чтобы все узлы равномерно
становились головными узлами кластеров, так как
на головные узлы ложатся дополнительные
затраты энергии.

LEACH

Задаваемый параметр LEACH – процент головных узлов от общего числа узлов.

В каждом цикле каждый узел может стать головным узлом в этом цикле с некоторой вероятностью, которая вычисляется каждым узлом исходя из:

- Желаемого процента головных узлов от общего числа узлов.
- Того, когда он был головным узлом последний раз.

Алгоритмы кластеризации для ВСС

Существует много модификаций LEACH и других алгоритмов кластеризации, в которых дополнительно учитывается:

- Оставшийся уровень заряда узла.
- Равномерность распределения головных узлов по сенсорному полю.
- Возможность передавать информацию напрямую в шлюз, без участия ближайшего головного узла кластера.