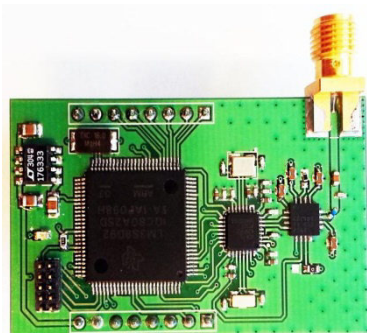


Многофункциональная мобильная самоорганизующаяся радиосеть «МСП-Сеть»

Протоколы сетевого уровня: IPv6 (RFC 3513), маршрутизация DSR (RFC 4728), AODV (RFC 3561)

Метод множественного доступа канального уровня: CSMA/CA, ALOHA

Стандарт физического уровня: IEEE 802.15.4-2006/проприетарный, 2,4 ГГц ISM нелицензируемый диапазон частот, модуляция GFSK/FSK



Размеры модуля радиосети
30 × 50 мм

Многофункциональная система радиосвязи «МСП-Сеть» представляет собой мобильную одноуровневую широкополосную локальную радиосеть типа MANET. Данная сеть реализует полностью децентрализованный тип управления мобильными абонентами (отсутствие какой-либо фиксированной инфраструктуры для передачи служебной информации). В сети обеспечивается цифровая пакетная передача различных видов трафика (данные, речь, видео).

Области применения технологии «МСП-Сеть» – гражданские и специальные:

- сенсорные (телеметрические) сети различного назначения («умная пыль»), передача данных с различных типов датчиков;
- беспроводная передача видео с автономных видеокамер на большие расстояния, обеспечиваемые за счет ретрансляции;
- сети связи военного назначения тактического уровня;
- аварийные сети, развертываемые в условиях чрезвычайных ситуаций и природных бедствий при поисковых и спасательных операциях, в том числе для замены вышедших из строя фиксированных телекоммуникационных сетей;
- домашние сети («умный дом») и сети предприятия;
- развлекательные сети (игры со многими игроками, домашние роботы, дроны);
- сети контроля и диспетчеризации транспортных средств;
- сети, создаваемые в удаленных районах, где отсутствует стационарная инфраструктура (сельская местность, пустыни, Арктика и Антарктика, тундра, тайга и т.д.).

«МСП-Сеть» обладает масштабируемостью и может наращивать и изменять количество узлов в широких пределах. Увеличение размерности сети до сотен и тысяч узлов может потребовать введения локализации управления, т.е. разделения сети на кластеры и межкластерной ретрансляцией через узлы-шлюзы. Пространство покрытия сетью зависит от количества узлов, мощности передатчиков и используемых частот. При большом количестве модулей на небольшой площади мощность передатчиков может быть снижена. Для увеличения расстояния прямой передачи данных существует возможность реализации модулей сети с различными рабочими диапазонами частот, например 433 МГц.

Принцип организации передачи информации – коммутация пакетов с использованием многоскачковой маршрутизации. Каждый узел является одновременно хостом и ретранслятором. Под маршрутизацией понимается направление пакетов на

определенные адреса или ретрансляция сигналов в определенных направлениях. Сбор информации происходит после наступления события (наличия данных для передачи) по запросу зондовыми (реактивными) методами маршрутизации, в частности на основе протокола DSR. Доставка данных происходит по множеству альтернативных путей, т.е. каждый узел сам определяет маршрут передачи – последовательность узлов ретрансляторов на основе предварительного или оперативного сбора информации о состоянии сети и связности ее абонентов в соответствии с протоколами маршрутизации. Это дает гибкость в масштабировании сетевой архитектуры и позволяет эффективнее использовать доступную полосу пропускания. В сети используется протокол IPv6.

Для повышения безопасности передачи данных в сети могут быть предприняты меры, минимизирующие или исключаящие возможное преднамеренное отрицательное влияние на работу сетей.

Модули радиосети «MCP-Сеть» являются Master-устройствами по отношению к подключаемым датчикам и собирают с них данные. Одновременно к одному модулю радиосети могут быть подключены до 5 датчиков по интерфейсам UART, SPI, I2C.

За счет малого времени маршрутизации (не более 400 мс) технология «MCP-Сеть» может обеспечивать гарантированную передачу речи в цифровом формате, сервисные и геопозиционные данные.

Использование широкополосного приемопередатчика диапазона 2,4 ГГц позволяет организовать высокоскоростной обмен данными. В отличие от стационарной иерархической Mesh-сети стандарта ZigBee, модули радиосети MANET «MCP-Сеть» не нуждаются в постоянном поддержании связности сети и периодической рассылке пакетов присутствия или «маячков», что существенно увеличивает автономность сети.

Преимущество перед подобными системами типа Ad Hoc достигается за счет использования стека, построенного по принципу cross-layer, когда все уровни модели OSI имеют доступ к другим уровням для принятия управляющих решений, более адекватных к конкретной ситуации в радиоканале.

В системе «MCP-Сеть» не используется централизованное управление доступом и канальная адресация, так как множественный доступ к сети производит прослушивание эфира без обмена управляющими фреймами RTS-CTS. Это позволяет сохранять радиомолчание до непосредственного обмена информативными данными. Проблема скрытого узла решается за счет задержек на передачу и доставки фрагментированных данных по альтернативным маршрутам.

Принцип построения сети позволяет ей быть легко масштабируемой и адекватной по отношению к быстро меняющейся топологии сети.



Модуль радиосети с микрополосковой антенной на отладочной плате и модуль шлюза MANET-Ethernet

Характеристики модуля радиосети «МСП-Сеть»

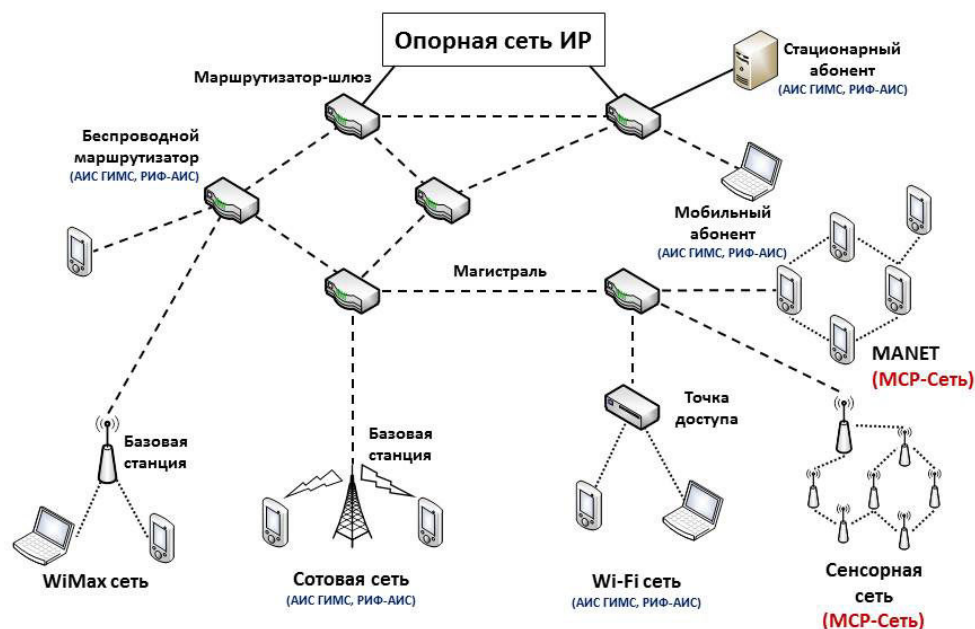
| Наименование параметра | Значение |
|--|---------------------------------|
| Рабочий диапазон частот | 2,40-2,48 ГГц |
| Количество каналов передачи данных | 16 |
| Максимальная выходная мощность | 100 мВт |
| Чувствительность приемника | -106 дБм |
| Тип модуляции | GFSK/FSK |
| Максимальная канальная скорость передачи данных | до 2 Мбит/с |
| Тип антенны | микроразомкнутая или штыревая |
| Тип соединителя (для подключения штыревой антенны) | SMA |
| Поддерживаемые интерфейсы | 1 UART, 1 SPI, 1 I2C, 2 GPIO |
| Размер буфера хранения прикладных/ интерфейсных данных | 65 кБ |
| Напряжение питания | 3,3 или 5 В |
| Потребляемый ток в режиме передачи ($P_{\text{вых}} = 20 \text{ dBm}$) | 138 мА |
| Потребляемый ток в режиме приема (High Gain Mode) | 43 мА |
| Длительность перехода из режима радиомолчания для передачи пакета | порядка 500 мкс |
| Габариты печатной платы модуля | 50 x 30 мм |
| Масса | 10 г |

**Сравнительные характеристики
технологий МСР-Сеть (ОАО «КБОР») и сотовых (транкинговых) сетей**

| Характеристика | МСР-Сеть (MANET) | Сотовые (транкинговые) сети |
|---------------------|--|--|
| Архитектура | Отсутствие фиксированной инфраструктуры, каждый узел является ретранслятором (маршрутизатором) сообщений | Фиксированная сотовая: фиксированные зоны обслуживания, стационарные базовые станции, использование стационарной сети (общего пользования) |
| Тип топологии | Случайная, высоко динамичная адаптация топологии к условиям функционирования | Статическая (базовые станции статичны) |
| Разведзащищенность | Высокая | Низкая |
| Время развертывания | Быстрое развертывание, самоорганизация сети, легкое наращивание | Значительное, необходим этап проектирования (планирования) сети до момента ее использования |
| Тип управления | Децентрализованный (распределенный), зонный, гибридный | Централизованный, наличие отдельной (выделенной) сети управления |
| Мобильность | Мобильны все элементы сети | Мобильны только абоненты в пределах зон покрытия стационарными базовыми станциями |
| Живучесть | Очень высокая | Низкая |

Таким образом, данный класс сетей (MANET) позволяет повысить надежность, эффективность и масштабируемость телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечивая переход к концепции сетецентрического взаимодействия. Технология «МСР-Сеть» может являться составляющей и гибко дополнять существующие и перспективные гибридные ячеистые сети.

Архитектура гибридной-ячеистой сети



Взаимодействие через опорную сеть IP (Информационная решетка) обеспечивает переход к концепции сетецентрического взаимодействия.

ОАО «КБОР» может обеспечить реализацию конструкции модулей радиосети «МСР-Сеть» как встраиваемого изделия в соответствии с требованиями Заказчика.

Сравнительные характеристики технологий МСР-Сеть (ОАО «КБОР»), ZigBee и Wi-Fi Ad Hoc (предполагаемые характеристики)

| Характеристика | МСР-Сеть (MANET) | ZigBee (Mesh-сеть) | Wi-Fi (Mesh-сеть)* |
|--|--|--|---|
| 1. Архитектура сети | Мобильная Ad Hoc сеть (MANET), одноуровневая сетевая архитектура соединения устройство-устройство, | Ячеистая Mesh-сеть, иерархическая сетевая архитектура, для соединения требуется координатор сети и роутер со стационарным питанием | Ячеистая Mesh-сеть, иерархическая сетевая архитектура, для соединения устройство-устройство требуется роутер или "виртуальная точка доступа" ** |
| 2. Питание от батареи | Возможно для всех устройств | Возможно только для конечных устройств | Возможно для всех устройств |
| 3. Максимальная канальная скорость передачи данных | 2 Мбит/с, скорость передачи информационных данных – до 1 Мбит/с | 250 кбит/с | 11-54 Мбит/с |
| 4. Протокол канального доступа | CSMA/CA, ALOHA | CSMA/CA | CSMA/CA |
| 5. Максимальное количество узлов в сети | Неограниченное (по протоколу IPv6). Реальное значение ограничивается нагрузкой сети | 8 конечных устройств на 1 роутер | 254 конечных устройств на 1 роутер |
| 6. Маршрутизация | Зондовая (реактивная), протокол DSR с доставкой данных по множеству маршрутов | Заданная заранее, таблично-ориентированные протоколы с полным обновлением топологии сети | Протокол маршрутизации неизвестен |
| 7. Максимальное время маршрутизации | 400 мс (в режиме одновременного выхода в сеть до 10 узлов, не генерирующих полезный трафик) | До нескольких минут, в зависимости от производителя, стека, режима засыпания конечного устройства | Неизвестно |
| 8. Вхождение в сеть | В реальном времени «на лету» | Через координатор | Через координатор, либо точка-точка (Wi-Fi Direct) |
| 9. Возможность режима радиомолчания | Для всех устройств – да | Для координатора/роутера – нет, для конечных устройств - да | нет, требуется передача "маячков" присутствия |
| 10. Мобильность узлов сети | Произвольное включение в сеть и выключение из сети, возможность перемещения любого узла | Произвольное включение в сеть и выключение из сети, неизменность местоположения узлов | Произвольное включение в сеть и выключение из сети, неизменность ассоциации с точкой доступа *** |

* Данные по Wi-Fi Mesh-сети основаны на стандарте IEEE 802.11, описывающий физический и канальный уровни сети.

** "Виртуальная точка доступа" - для создания сети ad hoc конечное устройство, инициирующее сеть, работает в режиме точки доступа для управления доступом к каналу.

*** "Ассоциация с точкой доступа" - фреймы к/от абонента идут всегда через одну и ту же точку доступа, к которой он прикрепился на этапе вхождения в сеть.