

Цифровой стандарт DMR и его реализация в продукции компании MOTOROLA

Требования развивающегося информационного пространства, предъявляемые к конвенциональной радиосвязи, привели к необходимости привлечения этого сектора коммуникаций к общей идеологической платформе передачи информации. Эта концепция распространяется на процессы формирования сообщений, их дальнейшей обработки и интеграции в общую информационную сеть. Очевидно, что главным шагом в этом направлении могла бы послужить разработка нового цифрового стандарта радиосвязи, включающего в себя основные принципы информационных систем: пакетная передача данных, поддержка стандартных интерфейсов, широкое использование служебной (не речевой) информации, доступ к каналу из любой географической точки. По существу радиостанция теперь оказывается IP терминалом общей информационной сети, ориентированной на работу с сетевыми приложениями, и с поддержкой услуг, привычных для мобильной связи.

Такой стандарт был разработан Европейским институтом телекоммуникационных стандартов (ETSI), как единый общеевропейский стандарт цифровой радиосвязи **DMR** (Digital Mobile Radio). Это открытый стандарт, позволяющий потребителю использовать для решения своих задач оборудование различных производителей, не заботясь о проблеме совместимости. Насколько серьезны намерения производителей в освоении нового тренда в профессиональной радиосвязи говорит тот факт, что в подписании меморандума о взаимопонимании участвовали такие компании как Tait, Fylde Micro, Selex, Motorola, Vertex Standard, Kenwood, Icom. Однако в настоящий момент единственная компания, сумевшая представить в традиционном для нее ключе ряд оборудования, - компания Motorola с линейкой радиостанций **MotoTRBO** (читайте *мототурбо*). Можно добавить, что выход цифрового стандарта связи некоторыми источниками сравнивается по значимости с появлением полупроводникового транзистора на смену вакуумных ламп.



Основное видоизменение получил радиоинтерфейс, структура которого теперь отражает физический и каналный уровни сетевой модели OSI. На сетевом уровне используется протокол IPv4. Таким образом, протокол передачи данных (PDP) DMR позволяет рассматривать радиосеть как IP-подсеть, что предоставляет разработчикам большие возможности по проектированию различных приложений в хорошо стандартизированной среде.

Однако прежде чем обратиться к вопросу построения развернутых систем, использующих такие приложения, необходимо коснуться тех базовых особенностей протокола DMR,

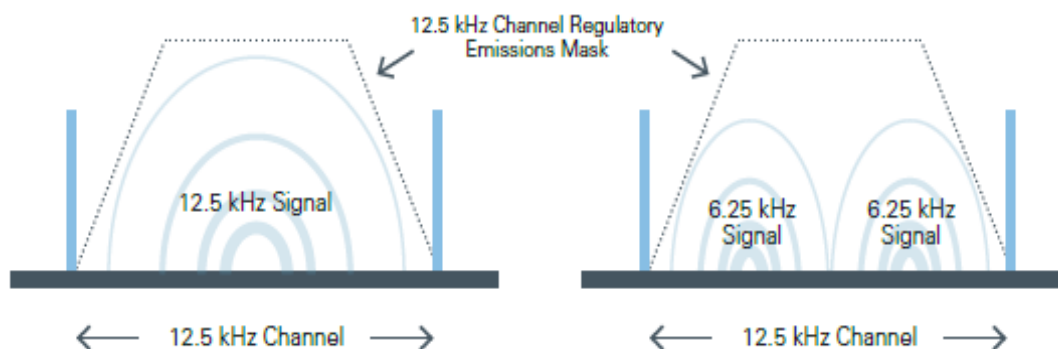
которые обеспечивают привлекательность его применения и в традиционных диспетчерских системах.

Эти особенности указаны в спецификации стандарта DMR и обусловлены используемой технологией доступа к каналу – TDMA. Стоит упомянуть, что одной из важных предпосылок для начала работ по разработке новых стандартов радиосвязи послужило требование федеральной комиссии по связи (FCC Part 90) о необходимости принятия мер по повышению эффективности использования радиочастотного спектра. Для этого к 2011 году все производители должны предлагать оборудование, использующее рабочую полосу частот 12.5кГц, а к 2013 году такие требования к применяемому оборудованию будут распространяться уже на потребителей. Однако FCC настойчиво рекомендует переходить сразу к технологиям, обеспечивающим эффективную полосу 6.25кГц.

Эти требования на сегодняшний день реализуются через использование одной из двух технологий уплотнения канала: уже упомянутой TDMA (Time Division Multiple Access - множественный доступ с разделением каналов по времени) с каналом 12,5 кГц и FDMA (Frequency Division Multiple Access - множественный доступ с разделением каналов по частоте) с каналом 6.25кГц. Требуемая спектральная эффективность технологии TDMA обеспечивается представлением общего времени существования сигнала как чередование двух независимых временных слотов, каждый из которых формирует один логический канал.

Хотя оба метода преследуют одну цель – повышение спектральной плотности частотного ресурса, их реализации имеют существенные отличия. Споры о предпочтительности той или иной технологии ведутся достаточно давно – особо ярко они проявились в момент появления цифровых транкинговых систем TETRA и APCO25, использующих методы временного и частотного мультиплексирования соответственно. В системах конвенциональной связи - это конкуренция между платформами DMR и NXDN - совместной разработкой технологии FDMA в применении для подвижной радиосвязи компаний ICOM и KENWOOD. Поскольку обе эти платформы являются несовместимыми, выбор предпочтительного варианта должен быть осуществлен на самом раннем этапе проектирования.

Попытаемся определиться в самых общих деталях вопроса.
6.25 кГц FDMA.

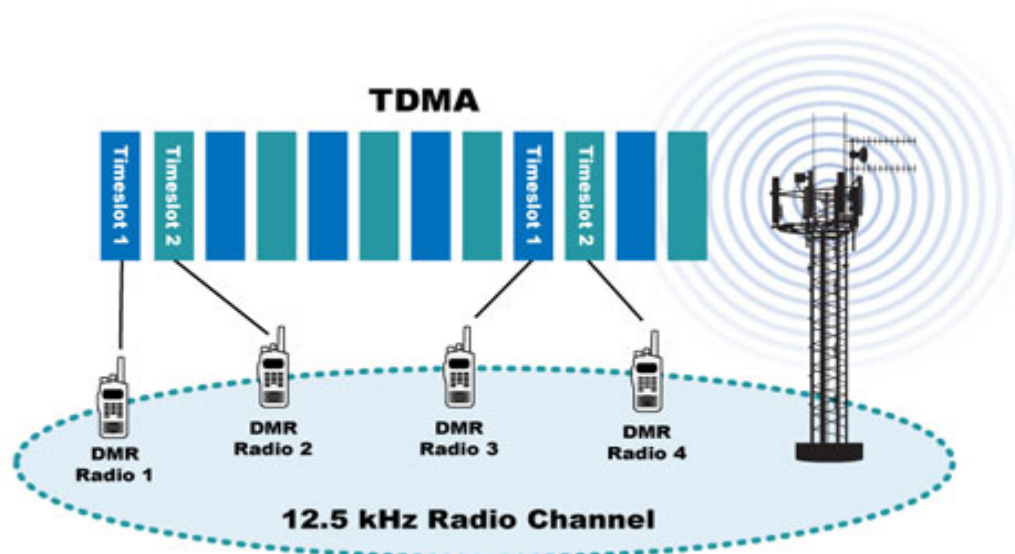


В FDMA используемая полоса частот разбивается на несколько частотных интервалов или каналов, каждый из которых закрепляется за пользователем. Т.е. налицо традиционный подход аналоговых систем к распределению частотного плана путем дробления его на более узкие участки. Вследствие этого обостряются и проблемы, связанные с взаимной

интерференцией каналов. Во-первых, из-за возросшей плотности возрастают требования к стабильности частотоподающих схем, характеристикам фильтров, появляется необходимость в создании защитного частотного интервала. Во-вторых, как видно из рисунка, заметно падает энергия полезного сигнала (которая согласно теореме Парсеваля соответствует площади спектральной характеристики), что приводит к уменьшению зоны покрытия.

12.5 кГц TDMA

TDMA, как уже упоминалось, предлагает иной подход к увеличению спектральной эффективности сигнала. Вместо разбиения предоставляемой полосы частот на два независимых канала TDMA использует всю полосу частот, доступ к которой предоставляется через равные промежутки времени – слоты, которые образуют 2 (в случае DMR) независимых «логических» канала.



С физической точки зрения можно сказать, что основные параметры излучения сигнала 12.5кГц TDMA аналогичны параметрам излучения обычного аналогового сигнала с той же полосой. При этом емкость одного репитерного канала увеличивается в два раза.

Понятно, что коль скоро на сегодняшний день конкуренция двух упомянутых методов уплотнения канала сохраняется, то справедливо предположить, что и технология TDMA не лишена недостатков. Поскольку частотное и временное представления сигналов имеют вполне однозначное соотношение как композиция и декомпозиция, проблемы FDMA в частотной плоскости находят свое отражение для TDMA во временной плоскости: требование к межслотовой синхронизации, обеспечение защитного временного интервала, необходимость использования устройств передатчика с высокой пиковой мощностью.

Тем не менее, независимые эксперты на сегодняшний день отдают предпочтение технологии TDMA, как более «цифровой», а, следовательно, и более перспективной для дальнейшего развития радиосетей.

Теперь, зная природу организации радиоинтерфейса, можно сформулировать основные преимущества, предоставляемые применением цифровых радиостанций DMR вместо аналоговых.

1. Большая спектральная эффективность

2. Большая зона покрытия

Несмотря на то, что распространение электромагнитной энергии не зависит от характера передаваемого сигнала, и его ослабление на тракте будет одинаковым, в случае цифровой формы его контента методы коррекции ошибок позволяют доставлять информацию с минимальными потерями. То же самое происходит при наличии на тракте помехи – приемник будет пытаться исправлять любое искажение сигнала. Как следствие вытекает и следующий пункт:

3. Лучшее качество звука

4. Большая длительность работы батареи от одного заряда

Поскольку в технологии TDMA для передачи используется только один независимый временной слот, затрата энергии производится за часть времени, занятую этим слотом. Соответственно, батарея отдает только половину своего заряда за полный цикл передачи. Так как передатчик является основным потребителем энергии, ее экономия доходит до 40% по сравнению с работой в аналоговом режиме.

5. Защищенность переговоров

6. Возможность интеграции в информационные сети

Перечисленное может показаться не достаточным основанием, чтобы говорить о революции в области радио коммуникаций. Действительно, для небольшого достаточно локализованного предприятия с количеством радио абонентов не более двух-трех десятков описанные преимущества — за дополнительную стоимость — не столь привлекательны и даже спорны. Например, по пункту 2 стоит уточнить, что такое утверждение справедливо с учетом примененной методики оценки качества звука, известной как **DAQ** (Delivered Audio Quality – реальное качество звука). За минимально приемлемый уровень качества в данном случае принят уровень **DAQ3** — речь разборчива при незначительном напряжении слуха; иногда требуются повторы. Дальнейшее ослабление сигнала на фоне возрастающих шумов и помех считается не приемлемым, и связь прекращается. В то же время возможность продолжения переговоров с использованием аналоговых устройствах еще сохраняется.

Однако цифровые технологии предоставляют такие возможности коммуникаций, которых аналоговая техника едва касается. Самое простое - если ранее задача селективного вызова требовала приобретения радиостанций с сигнальной системой, например, **SELECT5**, разработки плана адресации и составления телеграмм для каждого вызова или команды, то в цифровых радиостанциях этой задачи не стоит вовсе. Весь обмен идентификаторами и служебной информацией происходит автоматически, как только радиостанция выходит на передачу.

Поскольку обмен голосовыми сообщениями и данными происходят в одном формате, цифровые станции изначально предлагают интегрированный сервис по передаче данных — это сервис передачи текущих координат (**Location Service**) и произвольных текстовых сообщений (**Text Messaging**).

Location Service позволяет диспетчеру с установленным клиентским приложением на его компьютере отслеживать местоположение абонента. При этом никаких дополнительных устройств для радиостанции не требуется. Такой сервис необходим для контроля за

передвижением транспорта предприятия или аварийных служб, а также для оперативного реагирования в случае чрезвычайной ситуации.

Text Messaging предоставляет возможность отправлять текстовые сообщения диспетчеру, радиоабоненту и даже на сотовые телефоны и КПК, имеющие выход в Интернет. Это позволяет не загружая систему передавать информацию, требующую точности воспроизведения, конфиденциальную информацию и т.д.

Полноценная работа система возможна только с применением ретранслятора, который обеспечивает синхронизацию и организует два независимых логических канала. Кроме того ретранслятор наряду с радио интерфейсом имеет проводной интерфейс для подключения к среде IP и взаимодействия репитеров между собой. Такая конфигурация позволяет создавать распределенные сети без географических ограничений. Система **IP Site Connect** — это встроенный функционал ретрансляторов MotoTRBO, позволяющий связать в единую сеть до 15 устройств.

Каждое устройство IP Site Connect контролирует соединение со всеми остальными периодическим обменом сообщениями. Таким образом обмен сообщениями контроля соединения позволяет системе IP Site Connect производить автоматическую реконфигурацию при выходе из строя какого-либо из устройств и обеспечивает сохранение работоспособности системы на оставшемся оборудовании. В случае нарушения работы сети возможно разделение одной системы IP Site Connect на отдельные подсистемы, каждая из которых предоставляет сервис средствами оставшихся в ней устройств. После восстановления сети все подсистемы автоматически восстановятся в прежнюю конфигурацию.

Еще одно решение MotoTRBO, значительно расширяющее возможности применения ретрансляторов, — односайтовая транкинговая система **Capacity Plus**. Эта система позволяет развернуть до 6-ти ретрансляторов с динамически распределяемым ресурсом для голоса и данных и дополнительно 12 ретрансляторов для передачи только данных. Для типовой конфигурации система с достаточной эффективностью может обслуживать до 1200 абонентов.

Capacity Plus работает без управляющего канала и вся логика взаимодействия заложена во внутреннем ПО ретрансляторов. Любые переговоры начинаются на опорном канале Rest Channel. Во время вызова система находит свободный канал и назначает его опорным. Всем радиостанциям, не участвующим в вызове, передается команда перейти на новый опорный канал, а тот канал, который выполнял функции опорного становится разговорным. После окончания вызова репитер информирует участвовавшие в переговорах станции о новом опорном канале, на который они и перестраиваются.

Новые цифровая платформа Motorola MotoTRBO благодаря примененным технологиям способна значительно расширить возможности построения систем подвижной радиосвязи. Однако Motorola сделала еще один очень важный шаг, предоставив внешним разработчикам инструмент для дальнейшего наполнения портфеля предложений по наиболее выгодному для заказчиков применению оборудования. Программа **ADP** (Application Developer Program – программа для разработчиков приложений) предлагает полную информационную и инструментальную поддержку квалифицированным разработчикам новых приложений по всему миру. На сегодня в эту команду входит более 300 фирм-разработчиков. Для нашего региона эта география выглядит так:

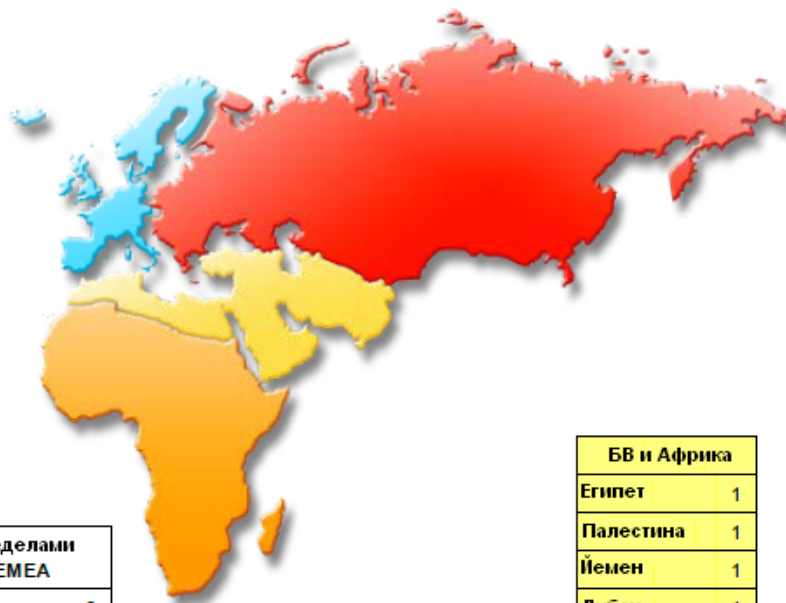
Регионы наибольшей активности



UK и Скандинавия	
Великобрит.	25
Дания	4
Нидерланды	4
Бельгия	3
Швеция	2
Люксембург	1
Норвегия	2
Ирландия	1
Финляндия	1

Западная Европа	
Франция	17
Германия	16
Испания	11
Италия	5
Швейцария	5
Австрия	2

За пределами EMEA	
США	9
Канада	2
Бразилия	1



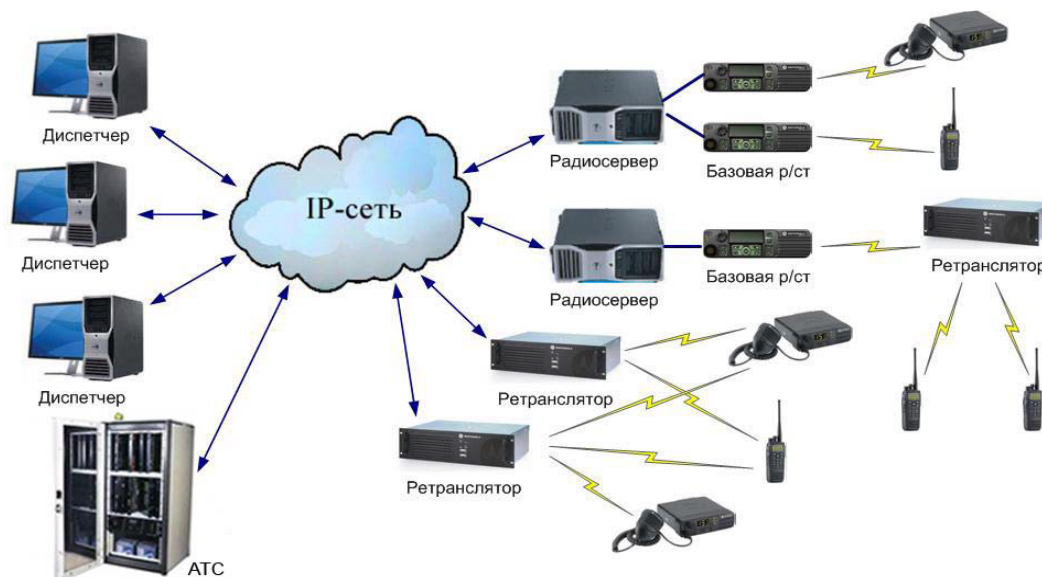
БВ и Африка	
Египет	1
Палестина	1
Йемен	1
Дубай	1
ЮАР	2
Израиль	1

Восточная Европа	
Россия	25
Польша	11
Чехия	3
Казахстан	3
Украина	4
Хорватия	3
Грузия	2
Сербия	2
Беларусь	1
Словения	1
Словакия	1
Венгрия	1

Основными направлениями в разработке приложений являются:

- Диспетчеризация и управление
- Личная безопасность (Man Down, Lone Worker)
- Корпоративная безопасность
- Телеметрия
- Обеспечение миграции от аналоговых систем к цифровым

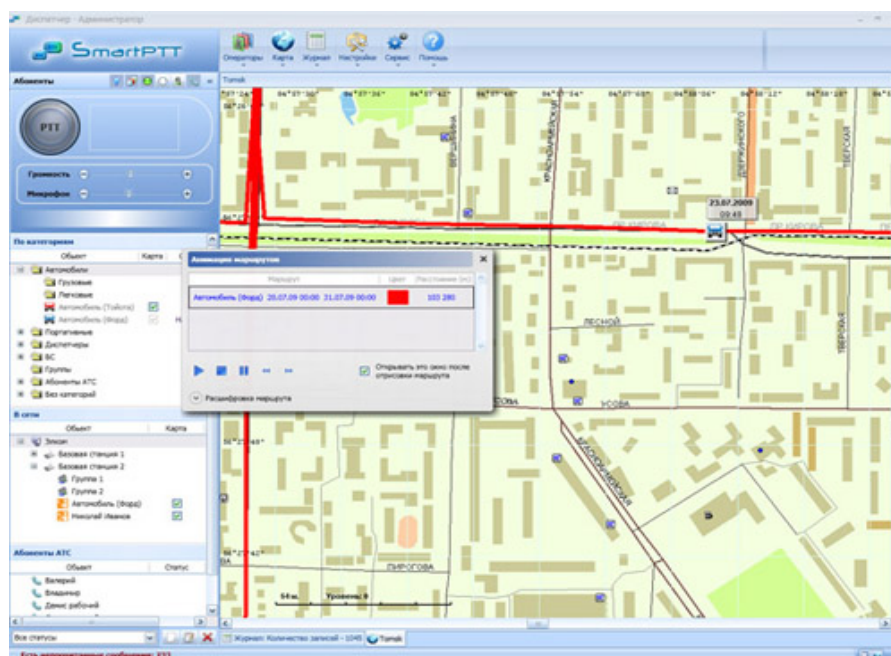
В России наиболее прочные позиции в разработке решений для MotoTRBO заняли компании "Элком +" г.Томск с программным продуктом **SmartPTT**, "Неоком софтвер" г.Санкт-Петербург с **TRBOnet** и "Интегра Про" г.Москва с **TRBO Locator**".



SmartPTT – программный комплекс для организации диспетчерской связи линейно протяженных или территориально распределенных объектов, где требуется передача голоса, данных и работа диспетчера с географически удаленными базовыми станциями радиосети.

Архитектура SmartPTT (см. рис.) предполагает возможность управления абонентской сетью любого размера и геометрии, позволяет использовать как цифровые функции радиостанций MotoTRBO, так и аналоговый режим работы для постепенного перехода к новому стандарту радиосвязи. Возможно использование «смешанного» режима, когда одна часть сайтов работает в аналоговом режиме, а другая – в цифровом.

Ниже изображен экран диспетчера SmartPTT. Как можно видеть, информативность графического интерфейса и предоставляемые им возможности администрирования и управления несравненно более высоки, нежели у простой радиостанции. В левом секторе экрана расположен список радиосерверов и абонентов, зарегистрированных в сети. Регистрация абонентов происходит автоматически при появлении радиостанции в зоне действия сети SmartPTT с последующей авторизацией.



О всех возможностях программного комплекса можно прочитать на сайте производителя : <http://www.smartptt.com>.

В завершение скажем, что работы по наращиванию функционала цифрового оборудования MotoTRBO продолжаются как со стороны производителя, так и партнеров. План продвижения продукта предусматривает выпустить к осени этого года новый релиз платформы — 2.0, который будет включать в себя:

- внедрение протокола XCMP (Extended Command and Management Protocol – расширенный протокол команд и управления), который обеспечивает механизм взаимодействия внедряемой платы с внутренним ПО радиостанции. Этот же протокол образует еще один уровень для работы с периферийными устройствами — XNL (сетевой уровень XCMP) — как на базе IP, так и без. Теперь радиостанция может работать со считывателями штрих-кодов для передачи информации о товаре, с мобильным принтером, быть IP-шлюзом в телефонную сеть и т.д.
- новая версия опциональной платы GOB2.0 на базе микропроцессора Atmel с загрузчиком для приложений разработчика.
- поддержка соединений Bluetooth. Среда радио служит только как каналом связи между Bluetooth терминалом и точкой доступа.

К концу года выйдет версия MotoTRBO 2.1, которая будет предлагать:

- **Linked Capacity Plus (Connect Plus)**, многосайтовый транкинг на базе контроллера XRC9000. Эта разработка по функциональным возможностям вплотную приближается к полноценным транкинговым решениям TETRA.

Характеристики системы:

- Все применяемые диапазоны 800/900, UHF, VHF
- Поддержка диспетчерских IP консолей
- Наличие управляющего канала
- До 15 ретрансляторов на сайт (29 логических каналов)
- До 6 транкинговых сайтов (в будущем - больше)
- Соединение по IP каналом
- В качестве ретрансляторов используются MTR3000 или XPR Series)

Транкинговые функции

- РТТ-ID
- Динамическое выделение сайтов для переговоров
- Автоматический роуминг
- Регистрация на сайте
- Уровни приоритетов
- Постановка в очередь при занятости и оповещение об освобождении канала
- Все типы вызовов
- Верификация пользователя по ESN



Следует ожидать, что система Connect Plus сможет составить серьезную конкуренцию на рынке телекоммуникаций транкинговым системам.

- Регистратор присутствия **Presence Notifier**, который извещает компьютерное приложение, работающее с абонентами MotoTRBO (сервер определения местоположения, текстовых сообщений и пр.) о том, что абонент включен и находится в сети. Использование регистратора присутствия позволяет сократить издержки трафика на обмен служебной информацией.