

TDMA, по сравнению с маркерным доступом (Polling), имеет как преимущества, так и недостатки.

Polling, в качестве метода доступа к среде использует алгоритм CSMA/CA, описанный стандартами семейства 802.11х. Этот метод предусматривает обязательное прослушивание среды перед началом передачи, с целью убедиться в отсутствии других источников излучения и предполагает использование обязательного подтверждения получения данных с помощью специального пакета-квитанции (ACK).

Необходимость прослушивания среды вносит дополнительную задержку, величина которой может случайным образом меняться в довольно больших пределах (особенно при наличии помех), что приводит к увеличению джиттера (jitter - отклонение величины задержки от среднего значения).

Квитанция (ACK) отправляется приёмником сразу по окончании приёма пакета (быстро, насколько возможно), эта функция реализована аппаратно. Плюсом такой схемы является то, что для передачи пакета определённого размера расходуется ровно столько времени, сколько нужно для его распространения в эфире. Поэтому задержка и время отклика на коротких пакетах получаются довольно маленькими. Однако с увеличением длины пакета и ростом объёма трафика задержка может существенно вырасти.

Кроме того, механизм повторной отправки потерянных пакетов (ARQ), который также выполняется аппаратно, дополнительно увеличивает задержку ровно на количество необходимых повторных передач, поскольку повторные пакеты отправляются непрерывно до тех пор пока пакет не будет доставлен (подтверждён) или отброшен.

Механизм подтверждений и переповторов в целом повышает надёжность и уменьшает количество потерь данных. Но для системы точка-многоточка это создаёт проблему, поскольку один "плохой" клиент увеличивает задержку для тех клиентов, у которых нет проблем с помехами и которые могли бы работать с большей скоростью. В итоге общая пропускная способность базовой станции сильно зависит от наличия "плохих" клиентов.

Рассылка специальных маркеров (poll) упорядочивает работу абонентов, устраняя проблему скрытого узла (hidden node) и коллизии между устройствами внутри сети, но сам обмен данными осуществляется стандартным способом, как описано выше.

TDMA использует другой принцип управления доступом к среде передачи, так называемое временное разделение канала.

Каждое устройство, подключенное к сектору базовой станции, синхронизируется с ним таким образом, что время на всех устройствах начинает идти синхронно, с точностью до микросекунды. Затем всё время делится на отрезки фиксированной длительности (фреймы).

Периодически, по определённому алгоритму, каждому устройству выделяется один фрейм для передачи накопленных данных. При этом гарантируется, что передача начнётся строго в определённый момент времени и займёт не более разрешённой длительности. Это касается и квитанций и повторных передач (если они потребуются) - только в отведённое время и не дольше, чем разрешено.

При такой схеме, каждое устройство получает равное время для передачи своих данных и может использовать его настолько эффективно, насколько позволяет качество его собственного канала (тип модуляции, уровень сигнала, наличие помех и т.д.). "Плохой" клиент не будет тормозить остальных, а наличие синхронизации исключает возникновение коллизий между устройствами одного сектора.

Для того, чтобы максимально полно использовать отведённое время, в TDMA используется не пакетная передача данных, а непрерывный байтовый поток, который "нарезается" на порции подходящего размера по времени, а не по длине. Но, поскольку размер фрейма фиксирован, то при нехватке данных для его заполнения часть времени будет потрачена впустую. Использование более короткого размера фрейма помогает исправить этот недостаток и уменьшает задержку, но ведёт к уменьшению доли полезных данных внутри фрейма и снижению максимальной пропускной способности, о чём будет сказано ниже.

Более высокая задержка и время отклика на ring (round-trip latency) является характерной особенностью TDMA именно из-за фиксированного размера фрейма. Зато стабильность задержки намного выше и почти не зависит от загрузки канала (при отсутствии переповторов).

В общем случае время отклика на ring при полной загрузке сектора можно посчитать по формуле: $(C*2.5*F)/S$, где

C - количество подключенных абонентских устройств (CPE),

F - размер фрейма, в миллисекундах,

S - используемое количество субслотов (см. ниже).

Например, для линка точка-точка и размера фрейма 4 ms среднее время отклика будет примерно равно: $(1*2.5*4)/1 = 10$ ms

Для остальных случаев можно посчитать самостоятельно. При этом задержка в одну сторону будет ровно в два раза меньше.

При наличии переповторов, задержка будет увеличиваться, поскольку каждый повторный пакет отправляется в новом фрейме и занимает такое же время как и первый пакет. Однако, эта задержка никак

не скажется на тех клиентах у которых нет проблем с передачей данных. Но максимальная скорость при наличии переповторов в TDMA будет значительно меньше, чем в поллинге.

Ещё одна особенность TDMA - более устойчивая работа при отсутствии или нарушении условий прямой видимости между устройствами (в условиях городской застройки, леса, над водной поверхностью и т.д.). Нарушение условий прямой видимости (перекрытие зоны Френеля) приводит к возникновению множественных отражений сигнала от препятствий. Часть отражённых сигналов рассеивается в пространстве, другая может достичь цели по более длинному пути или вернуться назад к отправителю с некоторой задержкой (на длинных линиях может достигать десятков микросекунд). В этом случае, отражённый сигнал может смешаться с полезным сигналом и вызвать интерференцию или искажение полезного сигнала.

TDMA решает эту проблему введением защитного (guard) интервала в конце каждого фрейма, который позволяет отложить начало следующей передачи до тех пор, пока все отражения не затухнут. Величиной защитного интервала можно управлять с помощью параметра "tdma distance" на master устройстве. Он определяет максимальный радиус зоны действия TDMA сети (в километрах), то есть фактически сообщает системе время распространения сигнала от самого дальнего абонента. Увеличивая этот параметр можно увеличить и защитный интервал, так как реальное время распространения сигнала будет меньше. А поскольку синхронизация времени на абонентских устройствах работает непрерывно, то это обеспечивает достаточную точность работы системы даже для высокоомобильных абонентов. В нормальных условиях рекомендуется ставить этот параметр на 1-2 км. больше, чем измеренное расстояние до самого дальнего клиента.

Изменения коснулись также процесса подключения к сети. В отличие от маркерного доступа, TDMA клиент **ничего не излучает в эфир** до тех пор пока не подключится к базовой станции. В процессе поиска клиент только сканирует эфир в соответствии с заданными профилями роуминга, слушает сигналы базовых станций и составляет карту потенциальных кандидатов для подключения. Затем клиент ждёт специального сигнала от выбранной базовой станции для отправки запроса на подключение. Такой сигнал рассылается периодически каждой базовой станцией и позволяет новым устройствам подключаться к сети не создавая помех уже подключенным клиентам. При этом весь процесс поиска и подключения к сети выполняется значительно быстрее, чем в Polling.

Но главное отличие технологии TDMA - это возможность работы нескольких секторов базовой станции на одной или смежных частотах (Frequency Reuse). Часто сектора базовой станции устанавливаются в непосредственной близости друг от друга, иногда на одной мачте. В этом случае, сектора начинают мешать друг другу, поскольку они слышат соседний сектор гораздо лучше, чем собственных клиентов. При этом из-за несогласованности работы один сектор может начать передачу в тот момент, когда другой принимает данные от своего клиента. Из-за высокой мощности передатчиков на секторах, помехи могут возникать даже если сектора работают на разных частотах.

В TDMA, при использовании внешнего синхронизирующего устройства, все сектора будут начинать передачу одновременно и одновременно переключаться на приём, что исключает межсекторную интерференцию и позволяет работать на смежных или даже на одной частоте.

Для успешной работы такой схемы необходимо, чтобы выполнялось два основных условия:

1. **Сектор не должен слышать клиентов другого сектора.**
2. **Абонентские устройства не должны слышать сигналы других секторов, кроме своего.**

Существует несколько способов как обеспечить выполнение этих требований.

Одной из основных проблем является недостаточное подавление заднего лепестка диаграммы направленности антенны (Front-to-Back Ratio), когда значительная часть энергии направляется назад, в сторону противоположного сектора, так что близко расположенные клиенты соседнего сектора легко могут услышать этот сигнал, и наоборот.

Если нет возможности использовать более качественные антенны, то любые меры для дополнительного экранирования не будут лишними. Это могут быть металлические экраны, либо достаточный пространственный разнос (например на разных концах крыши, а лучше ниже уровня крыши - на фасаде, но не менее 1.5 метров друг от друга). Если антенны установлены достаточно высоко, то небольшой наклон вниз может улучшить ситуацию. Также возможно использование на базовой станции антенн с изменяемой диаграммой луча (beamsteering), это существенно повышает помехозащищённость и позволяет работать на более высоких модуляциях при меньшей мощности.

Также важно правильно рассчитать и установить мощности передатчиков на всех устройствах.

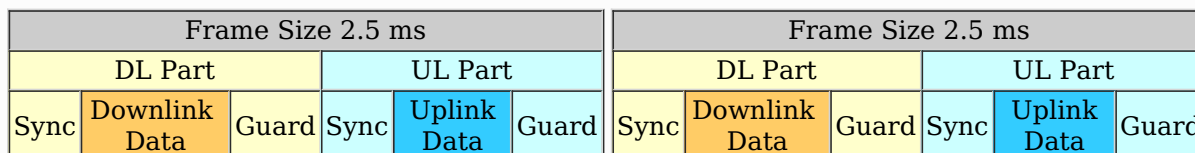
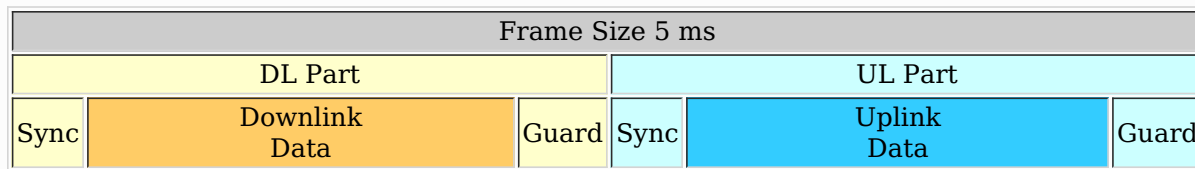
На базовой станции мощность должна быть такой, чтобы клиенты соседнего сектора не слышали сигнал чужого сектора. В этом может помочь инструмент Radio Source Analysis (утилита muffer), запущенный на клиентском устройстве. Тоже самое касается и мощности передатчиков клиентских устройств.

Качественная секторная антенна обеспечивает подавление заднего лепестка примерно на 30 dB. Поэтому если сектор принимает сигнал от своего клиента с уровнем -60 dBm, то соседний сектор услышит его с уровнем -90 dBm, что близко к предельной чувствительности приёмника и не вызовет проблем. Если же сектор слышит чужих клиентов с большим уровнем, то следует уменьшить мощность передатчиков на

клиентских устройствах. В этом поможет механизм АТРС. Параметр "tdma rssi=N" на секторе устанавливает максимальный уровень входного сигнала с которым сектор должен слышать клиентов. Каждое клиентское устройство будет автоматически самостоятельно регулировать свою мощность передачи, чтобы не превысить этот предел.

Следует иметь в виду, что выполнить эти требования внутри помещения практически невозможно, поэтому проверить работу устройств с интегрированными или внешними антеннами на одной частоте в лабораторных условиях нереально. Это можно сделать только используя высокочастотные кабели с аттенюаторами.

Обобщённая структура TDMA фрейма.



Sync - служебная информация, необходимая для поддержки синхронизации линка и работы механизма ARQ (Automatic Repeat Query). В установившемся режиме работы имеет фиксированную длительность, зависит от текущей рабочей полосы (40/20/10 MHz) и количества используемых субслотов.

Guard - защитный интервал (Guard Interval), учитывающий время распространения сигнала в эфире, зависит только от расстояния между объектами (примерно 3 мкс на 1 км).

Общий объём служебной информации (Sync+Guard) примерно постоянен (для выбранной полосы и расстояния), и не зависит от длины фрейма. Поэтому изменение размера фрейма приводит к изменению доли полезных данных (Downlink Data / Uplink Data).

Например, как видно из схемы, при уменьшении длительности фрейма в два раза (с 5 мс до 2.5 мс), доля полезных данных уменьшится значительно сильнее (больше чем в два раза).

То есть за одно и то же время при коротком фрейме будет передано меньше полезных данных, чем при длинном фрейме. Однако и задержка при коротком фрейме будет в два раза меньше.

Размер фрейма может устанавливаться в пределах от 1 до 10 мс с шагом 0.2 мс, в зависимости от условий применения, но с учётом некоторых ограничений.

Очевидно, что размер фрейма нельзя уменьшать бесконечно, поскольку доля служебной информации остаётся постоянной и на полезные данные может просто не остаться места. Для контроля этого параметра, в статистике радиointерфейса показывается текущий размер доли полезных данных (Tx Time Limit / Rx Time Limit), в микросекундах. Эта величина не должна быть меньше нуля, иначе работа линка будет невозможна.

С другой стороны, увеличение размера фрейма тоже имеет свои пределы, поскольку, во-первых, это сильно увеличивает задержку и во-вторых, требует значительных объёмов памяти для накопления данных. В результате, большинство фреймов окажутся заполненными только частично или наоборот, данные будут потеряны из-за нехватки памяти. Однако, на очень длинных линках (> 100 км) увеличенный размер фрейма может оказаться полезным.

Количество полезных данных, которое может быть передано в отведённое время, зависит от типа используемой модуляции (битрейта) и полосы передачи. Кроме того, на суммарную производительность оказывают влияние помехи, которые могут приводить к искажению данных и необходимости их восстановления путём повторной передачи потерянных фреймов (ARQ).

Теоретический предел пропускной способности, которая может быть получена в конкретной конфигурации (без учёта повторений) отображается в статистике радиointерфейса (Tx Cap / Rx Cap).

На общую производительность (и долю полезных данных внутри фрейма) также оказывает соотношение DL/UL, то есть пропорция в которой делится фрейм для передачи данных в одну (Downlink) и другую (Uplink) сторону. На схеме, показанной выше, используется пропорция 50/50, в процентах.

Этот параметр можно изменять в пределах от 20 до 80%, но также с учётом указанных ограничений. Задаётся как процент DL части фрейма. Установка значения пропорции в ноль включает режим автоматического гибкого (flexible) управления пропорцией, в зависимости от преобладающего направления трафика.

Следует отметить, что **при использовании устройства синхронизации, размер фрейма и**

пропорция его деления должны быть одинаковыми на всех синхронизированных секторах. Использование автоматического режима в этом случае недопустимо.

В режиме точка-многоточка, для уменьшения задержки и повышения общей эффективности, система может использовать несколько субслотов в каждом направлении, если текущий размер фрейма позволяет это сделать.

Структура каждого субслота идентична показанной выше для случая точка-точка.

Frame Size 5 ms				
DL 1	DL 2	UL 1	UL 2	UL 3

В этом случае, за один фрейм система может отправлять и получать данные сразу от несколько клиентских устройств, что существенно снижает время отклика при большом количестве подключенных устройств, но снижает пропускную способность из-за уменьшения доли полезных данных и увеличения объёма служебной информации.

Если использовать только один субслот в каждом направлении, то задержка при обслуживании клиентов будет равна количеству клиентов умноженному на размер фрейма. Использование нескольких субслотов снижает задержку ровно во столько же раз.

Однако, чем больше количество субслотов, тем меньше доля полезных данных в UL части фрейма, поэтому при соотношении DL/UL равном 50%, пропускная способность в Uplink получается значительно меньше, чем в Downlink.

Поэтому, если требуется получить симметричную загрузку сектора, то соотношение DL/UL должно быть меньше (например 45%). Более того, при большом количестве клиентов, соотношение DL/UL больше 60% практически не приводит к увеличению пропускной способности в Downlink, поскольку уменьшение количества субслотов резко увеличивает задержку и, как следствие, не позволяет эффективно работать системе ARQ, для подтверждения доставки данных требуется слишком много времени.

В случае же, когда Uplink трафик является преобладающим, например в системах видеонаблюдения, соотношение DL/UL можно смело уменьшать до возможного минимума, создавая максимальное количество UL субслотов.

Важно помнить, что чем выше модуляции и чем шире полоса, тем эффективнее работает TDMA.

Практически невозможно получить приемлемые характеристики в полосах меньше 20 Mhz, особенно при большом количестве абонентских станций.

Наибольший эффект достигается именно за счёт оптимизации частотного ресурса.

Например, на 4-х секторной базовой станции вместо 4-х частот по 10 Mhz (с защитными интервалами) с помощью синхронизации секторов можно использовать 2 частоты по 20 MHz (а если повезёт, то и одну на 40 MHz). В этом случае суммарный выигрыш в производительности будет максимальным. В поллинге такое невозможно.

Описание основных параметров TDMA

`mint rf5.0 tdma [options] start|stop`

Все параметры применяются только на устройстве TDMA Master (кроме параметров vbr и mode).

Название	Описание	Комментарий
mode=Master mode=Slave	Режим работы устройства, Master или Slave Все остальные опции применимы только к Master.	
win=N	Размер фрейма (окна) в миллисекундах. Допустимые значения от 1.0 до 10.0 мс. Например: dlp=2.5 WEB: Basic Settings/Link Settings/Frame Size	Для линка точка-точка в полосе 20/40 MHz оптимальными значениями являются 2.5, 4 или 5 мс., в зависимости от того, что важнее - задержка или производительность. Реальные пределы изменения параметра зависят от используемой полосы и количества клиентов (в PtMP). См. описание параметра dlp.
dlp=N	Соотношение DL/UL. Пропорция деления фрейма для Download и Upload трафика. Задаётся в процентах, как доля времени DL части фрейма. Допустимые значения от 20 до 80 % Значение 0 (ноль) означает гибкое управление пропорцией в зависимости от преобладания трафика в ту или другую сторону. Например: dlp=50 WEB: Basic Settings/Link Settings/DL/UL	Реальные допустимые значения зависят от используемой полосы, размера фрейма и используемых модуляций. Для определения допустимости установленного значения следует контролировать параметры (Tx Time Limit / Rx Time Limit) в статистике радиоинтерфейса. Ни один из этих параметров не должен быть меньше нуля. В системе PtMP с большим количеством клиентов, соотношение реальной пропускной способности в ту и другую сторону не совпадает с

	Ratio	установленным значением DLP. Производительность Uplink всегда будет меньше, из-за больших накладных расходов при обслуживании восходящего трафика. При большом количестве клиентов, значения больше 65% практически не приводят к увеличению пропускной способности в Downlink. Расчётная скорость в Uplink и Downlink (Rx Cap/ Tx Cap) достигается только при полной и равномерной загрузке сектора всеми клиентами.
dist=N	Максимальный радиус действия сектора, в километрах. Допустимые значения от 0 до 100 км. Например: dist=37 WEB: Basic Settings/Link Settings/Max Distance	Позволяет системе вычислить время распространения сигнала до самого дальнего абонента и величину защитного интервала между фазами передачи и приёма. Рекомендуется устанавливать на 1-2 км больше реально измеренного расстояния. В случае нарушения условий прямой видимости или при большом количестве отражений может потребоваться большее значение.
[-]turbo	Увеличенная глубина буфера переповторов.	Алгоритм ARQ использует механизм скользящего окна, при котором несколько последовательно отправленных фреймов сохраняются в буфере на случай возможной повторной отправки. По мере получения подтверждения доставки, сохранённые фреймы удаляются из буфера и окно сдвигается дальше. В обычном режиме используется буфер на 3 последовательных фрейма. В режиме turbo используется 5 фреймов, это позволяет повысить эффективность работы алгоритма ARQ (см. ниже).
[-]scs	Self-contained subframe (SCS)	В обычном режиме, подтверждение доставки данных (ACK) приходит в следующем за данными фрейме. В режиме SCS используется более эффективный формат TDMA фрейма, предложенный в стандарте 5G, при котором ACK содержится в том же фрейме, что и отправляемые данные. При наличии переповторов позволяет увеличить пропускную способность и уменьшить задержку. Этот режим наиболее эффективен на линиях точка-точка.
rssl=N	Максимальный уровень входного сигнала от абонентских устройств, в dBm. Допустимые значения от -90 до -20 dBm. Позволяет уменьшить влияние излучения от абонентских устройств на соседний сектор из-за недостаточного подавления заднего лепестка диаграммы направленности антенны. Например: rssl=-60 WEB: Basic Settings/Link Settings/STA RSSI	Для достижения максимальной производительности сети TDMA важно добиваться как можно более высоких уровней сигналов и модуляций (битрейтов), поэтому снижение мощности передатчиков является вынужденной мерой. Если есть возможность, лучше пытаться уменьшить влияние клиентов на соседний сектор (и наоборот) организационными мерами (экранирование, пространственный разнос антенн и т.д.).
slot=N	Количество субслотов для UL части фрейма. Допустимые значения зависят от размера фрейма (win), соотношения DL/UL, полосы пропускания, и используемых типов модуляций. Значение 0 (ноль) означает автоматическое управление количеством субслотов (рекомендованное значение). Например: slot=0	Увеличение количества субслотов уменьшает задержку в системе PtMP с большим количеством клиентов, но уменьшает долю полезной информации и производительность в Uplink. Чрезмерное уменьшение количества субслотов приводит к уменьшению производительности в обе стороны. При ручном изменении следует контролировать те же параметры, что и для опции dlp. При выборе размера фрейма следует отдавать предпочтение тем значениям, при которых количество субслотов в автоматическом режиме - максимально.
[-]awc	Автоматическое управление размером фрейма (окна). Например: win=4 dlp=0 awc	Параметр действует только на линиях точка-точка при использовании гибкого управления соотношением DL/UL (dlp=0). В других режимах

		отключается автоматически. Позволяет уменьшить задержку на линке при его неполной или неравномерной загрузке. Не рекомендуется использовать при передаче real-time трафика (голос, видео...)
hold=N	Время автономной работы при отключении устройства внешней синхронизации, в секундах. Значение 0 (ноль) отключает контроль этого параметра, то есть работать всегда. Например: hold=60 WEB: Basic Settings/Link Settings/Sync Hold Time	При отключении источника синхронизации, устройства некоторое время могут работать синхронно используя собственный тактовый генератор. Однако, с течением времени, из-за несовпадения частот генераторов, расхождение времени может достичь недопустимых значений и устройства начнут мешать друг другу. В этом случае, через заданное время устройство остановит передатчик и прекратит работу TDMA, до возобновления работы синхронизатора.
[-]vbr	Variable Beacon Rate Адаптивная модуляция для служебной информации. По умолчанию выключен: -vbr	По умолчанию, служебная информация (Sync+ACK) передаётся на низшей модуляции для повышения помехоустойчивости линка. Однако, если рабочие модуляции высоки, а количество помех невелико, можно использовать повышенный битрейт для служебной информации. Это увеличивает долю полезных данных в структуре фрейма и пропускную способность сектора в Uplink, особенно в узких полосах. Устанавливается индивидуально на каждом клиентском устройстве .
start stop	Включает/выключает работу TDMA на радиointерфейсе.	При выключенном TDMA полностью прекращается передача в эфир, но приёмник может работать в режиме анализатора спектра и поиска источников сигналов (muffer).

Эффективность работы ARQ в разных режимах

0 R	Frames:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100%
1 R	TT-3	1	2	3	1			4	5	6	7	70%
	MT-5	1	2	3	1	4	5	6	7	8	9	90%
	MT-3-S	1	2	1	3	4	5	6	7	8	9	90%
	MT-5-S	1	2	1	3	4	5	6	7	8	9	90%
2 R	TT-3	1	2	3	1			1			4	40%
	MT-5	1	2	3	1	4	5	1			6	60%
	MT-3-S	1	2	1	3	1		4	5	6	7	70%
	MT-5-S	1	2	1	3	1	4	5	6	7	8	80%
3 R	TT-3	1	2	3	1			1			1	25%
	MT-5	1	2	3	1	4	5	1			1	41%
	MT-3-S	1	2	1	3	1		1		4	5	50%
	MT-5-S	1	2	1	3	1	4	1	5	6	7	70%

R - Количество переповторов

TT - Традиционный TDMA (Vector/Quanta)

MT - MINT TDMA (R5000)

3/5 - Глубина буфера переповторов (скользящее окно), фреймов:
3 - обычный режим, 5 - turbo режим

S - Self-contained subframe (SCS)

При первой установке TDMA прошивки (взамен поллинговой), система автоматически запустит режим TDMA Master на устройстве которое работает в режиме Polling Master (в конфигурации имеется команда "mint poll start"), с параметрами "win=5 dist=70 dlp=0 rssi=-40".

Эти параметры не оптимальны для большинства сетей, но позволяют быстро восстановить работу сети при первом старте.

Все остальные устройства будут запущены в режиме TDMA Slave. Это даёт возможность сравнительно просто перевести на TDMA уже работающую сеть. Сначала следует обновить прошивки на Slave устройствах и перегрузить их. Затем обновить прошивку на базовой станции.

Внешний источник синхронизации AUX-ODU-SYNC

Внешний источник синхронизации позволяет синхронизировать время (начало каждой секунды) на нескольких устройствах (до 7) с точностью менее микросекунды так, что все подключенные устройства могут включать передатчики в один и тот-же момент времени. Это полностью исключает взаимное влияние соседних секторов, когда одно передающее устройство своим мощным сигналом мешает соседнему устройству принимать слабые сигналы своих клиентов.

<http://infinet.ru/products/accessories/synchronization-unit-aux-odu-sync>

Синхронизатор оснащён приёмником GPS/GLONASS, но может использоваться и вне зоны приёма спутниковых сигналов (например в помещении). В этом случае используется встроенный тактовый генератор, который вырабатывает единый синхроимпульс для всех подключенных устройств.

Однако, при необходимости устранения межсайтовой интерференции (две независимые базовые станции расположенные на некотором расстоянии друг от друга), наличие спутникового сигнала обязательно. Это позволяет использовать в качестве единого синхроимпульса сигнал от спутниковой системы глобального позиционирования.

Включение режима синхронизации выполняется командой:

```
tsync enable
```

WEB: Basic Settings/Link Settings/Use AUX-ODU-SYNC

(доступна только для устройств на платформе H08 - Omx/Mmx)

Источник синхронизации подключается к консольному порту устройства специальным кабелем (5-15-30-60 метров).

При этом скорость консольного порта устройства автоматически будет установлена на 115200.

Информация о режиме синхронизации отображается на главной странице web интерфейса, в таблице "mint map",

а также по команде `tsync`.

Дополнительно можно включить режим приёма навигационной информации для определения координат устройства:

```
gps start
```

WEB: Basic Settings/System Settings/Use GNSS Position

В этом случае, на главной странице web интерфейса появится ссылка на карту (Google Maps), с обозначением местоположения устройства. Карта обновляется в реальном времени, по мере получения новой информации, что позволяет отслеживать перемещения устройства при установке на мобильном объекте. Также координаты устройства можно получать по протоколу SNMP.

Более подробную статистику о работе модуля GNSS можно получить командой "`gps stat`".

Важное замечание.

Координаты устройства передаются с помощью стандартных NMEA последовательностей в коде ASCII.

Но поскольку синхронизатор подключен через консольный порт на нестандартной скорости, то при включении базовой станции

может возникнуть ложное определение управляющих символов для входа в служебный режим начального загрузчика.

Чтобы этого не произошло, перед первым подключением синхронизатора необходимо обновить начальный загрузчик устройства командой:

```
_upgrade -q
```

Это нужно сделать только если вы подключаете синхронизатор к устройству с обычной MINT прошивкой. TDMA прошивка автоматически обновит загрузчик при первом запуске.