

# Применение 16-QAM для повышения значения кабельных модемов

## Содержание

[Введение](#)

[Преимущества](#)

[Цели и предварительная настройка](#)

[Восходящие несущие в нулевом диапазоне](#)

[Обсуждения конфигурации с 16 QAM](#)

[Восходящие блоки](#)

[Профили модуляции](#)

[Шаги для максимизации успеха обновления с 16 QAM](#)

[Предложения и рекомендации](#)

[Разные точки](#)

[Сводка](#)

[Заключение](#)

[Дополнение](#)

[Нисходящий поток, с 256 QAM](#)

[Микроотражения](#)

[Приложение](#)

[Ссылки](#)

[Дополнительные сведения](#)

## Введение

DOCSIS 1.x Спецификация Интерфейса радиочастоты поддерживает две кабельных сети восходящие форматы модуляции: Фазовая манипуляция с четвертичными сигналами (QPSK) и квадратурная амплитудная модуляция 16 (с 16 QAM). Оба - форматы модуляции, используемые для передачи данных от кабельных модемов (CM) к системе терминирования кабельных модемов (CMTS). Большинство развертываний Кабельного модема DOCSIS запустилось с QPSK, и продолжите использовать его, частично из-за устойчивости того формата модуляции в часто резкой восходящей среде радиочастот (RF). Возможно, однако, по крайней мере удвоить необработанную пропускную способность данных восходящего соединения путем коммутации от QPSK до с 16 QAM. [Таблица 1](#) суммирует DOCSIS 1.x параметры канала передачи от клиента и пропускная способность канала передачи данных.

Таблица 1 – DOCSIS 1.x передача данных восходящего соединения

| Ширина<br>полос<br>ы<br>радио | Скор<br>ость<br>пере<br>дачи<br>в | Скорост<br>ь<br>необраб<br>отанных<br>данных | Скоро<br>сть<br>перед<br>ачи<br>данны | Скорость<br>необраб<br>отанных<br>данных с<br>16 QAM | Номиналь<br>ная<br>скорость<br>передачи<br>данных с |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|

| частота канала | цифровых систем | QPSK   | х номинала QPSK |        | 16 QAM |
|----------------|-----------------|--------|-----------------|--------|--------|
| МГц            | Msym/сек.       | Мбит/с | Мбит/с          | Мбит/с | Мбит/с |
| 0.2            | 0.16            | 0.32   | ~0.3            | 0.64   | ~0.6   |
| 0.4            | 0.32            | 0.64   | ~0.6            | 1.28   | ~1.1   |
| 0.8            | 0.64            | 1.28   | ~1.1            | 2.56   | ~2.2   |
| 1.6            | 1.28            | 2.56   | ~2.2            | 5.12   | ~4.4   |
| 3.2            | 2.56            | 5.12   | ~4.4            | 10.24  | ~9.0   |

Этот документ фокусируется на увеличении стоимости развертываний модема существующего кабеля с использованием с 16 QAM в пути от абонента к оператору при рассмотрении распространенных заблуждений и фактов выполнения с 16 QAM. Также включены проверенные на практике рекомендации для миграции от QPSK до с 16 QAM.

Этот документ описывает цели и предварительную настройку прежде, чем обсудить профили модуляции. В разделе профиля модуляции покрыты некоторые параметры и способы оптимизировать их для с 16 QAM. Наконец, этот документ соглашается с некоторыми рекомендациями и факторами.

Часто считается, что там существуют не много установок с 16 QAM сегодня, из-за этих причин:

1. CMTS не может обработать с 16 QAM.
2. Внешний завод является слишком шумным для поддержки его.
3. Требуется слишком много, работают и подготовка.
4. Пропускная способность не необходима.
5. QPSK используется в качестве естественного "узкого места" для одноранговых сервисов.
6. Разрешение большего количества пакетов могло перегрузить ЦП CMTS.

В действительности существует довольно много кабельных сетей, которые использовали с 16 QAM в течение нескольких лет. Соответствующие стандарту DOCSIS кабельные сети Hybrid Fiber Coaxial (HFC) работают хорошо с с 16 QAM. Просто требуется немного больше усердия в держании в страхе входа и немного большего внимания к обслуживанию и осуществлению на практике устранения проблем, которое должно быть сделано так или иначе.

DOCSIS сообщает, что восходящее отношение уровней несущей и сигнала шума (CNR), соотношение носителя к входу и отношение несущая/помеха должны составить по крайней мере 25 дБ, независимо от которого формата модуляции вы используете. QPSK может работать надежно с намного более низким CNR, но актуальное значение зависит от типа ухудшения и суммы используемого прямого исправления ошибок (FEC), не говоря уже о дизайне поставщика кабельного модема. С 16 QAM требует CNR, который на приблизительно 7 дБ лучше для достижения того же уровня ошибок в канале связи (BER) как QPSK. Если восходящий кабельной сети встречает или превышает заданные DOCSIS 25 дБ для шума, входа и интерференции, то достаточное место доступно для надежности функционирования с 16 QAM, по крайней мере относительно этих определенных ухудшений

in-channel.

Сервисы, которые клиенты используют сегодня, должны пониматься, управляться, поощряться и тарифицироваться. Если “канал” сделан больше, и клиенты используют его, соответствующее составление счетов должно быть включено. Это истинно, что использование ЦПУ CMTS могло бы увеличиться, если должно быть обработано больше пакетов. Это - то, почему ЦП и обновления памяти должны быть выполнены — получающееся инкрементное улучшение потока наличности, в большинстве случаев, смещает затраты обновления.

## Преимущества

Существует много преимуществ к использованию с 16 QAM в пути от абонента к оператору кабельной сети:

- Более высокая пропускная способность, требуемая встретить потребительские спросы для сервисов как они: Передача голоса по IP (VoIP) Соглашения об уровне обслуживания (SLA) Одноранговый (P2P) сервисы, такие как Kazaa, Napster, и т.д
- Регистрация больше клиентов на путь от абонента к оператору из-за более высокой пропускной способности канала передачи данных, возможной с с 16 QAM, который будет по крайней мере в два раза выше (см. [Таблицу 1](#)). С 16 QAM будет также иметь лучшую спектральную эффективность. Каждый раз, когда вы делаете “канал” больше, вероятность возникновения конфликтов и “блокирование” намного меньше, который позволяет более высокое превышение подписки.
- Самое большое преимущество состоит в том, что это не требует никаких дополнительных затрат на аппаратное обеспечение. CPE и CMTS (если сертифицируется DOCSIS или квалифицировано) могут быть изменены от QPSK до с 16 QAM с модификациями простой конфигурации или программным обеспечением. Можно принять решение обновить ЦП или память о CMTS — и выполнение так рекомендуется — но не абсолютно необходимо поддерживать с 16 QAM.

## Цели и предварительная настройка

Этот раздел покрывает цели и некоторую предварительную настройку. Как всегда, проверяя настройку может предотвратить проблемы позже; успешные развертывания с 16 QAM требуют внимания к этим ключевым областям:

- Конфигурация CMTS
- Профили модуляции, оптимизированные для с 16 QAM
- Вся кабельная сеть — головной узел, распределительная сеть и отбрасывания абонента — должны быть соответствующими стандарту DOCSIS
- Выбор восходящей средней частоты
- Обслуживание сети и методы установки сброса абонента

Способ достигнуть надежной операции с 16 QAM состоит в том, чтобы гарантировать, что завод соответствующ стандарту DOCSIS.

Помимо проблем физического уровня, также необходимо понять и внедрить корректную конфигурацию CMTS. Приблизительно 60 процентов проблем, с которыми встречаются,

могут быть приписаны материальной части, и еще 20 процентов могут быть приписаны конфигурации или проблемам аппаратных средств.

Обязательно, чтобы вы дошли до кода программного обеспечения Cisco IOS. В то время как программное обеспечение Cisco IOS BC Серия является квалифицированным DOCSIS 1.1, Серия EC программного обеспечения Cisco IOS является квалифицированным DOCSIS 1.0. Кроме того, убедитесь использовать относительно последние линейные карты CMTS, такие как Cisco MC16C, MC16E, MC16S, MC28C, или карты последнего поколения, MC16U/X, MC28U/X и MC5x20S/U.

Используйте правильные программные средства для обслуживания кабельной сети, такие как анализаторы спектра, оборудование развертки и анализаторы протокола. [Рисунок 1](#) показывает некоторое обычно доступное оборудование теста кабеля.

### Рисунок 1 – оборудование теста кабеля

Программные средства, используемые для различных измерений, отличаются по их возможностям и функциям. Анализаторы спектра HP/Agilent обычно используются в производителях кабелей. Анализатор спектра используется для измерений амплитуды сигнала частотной области, CNR и ухудшений, таких как вход и искажение общего пути (CPD). Большинство измерений амплитуды выполнено с помощью логарифмического масштаба для простоты отображения широкого динамического диапазона. Это очень полезно в спектральном анализе частотной области.

Оборудование развертки используется для охарактеризования частотной характеристики кабельной сети (характеристики амплитуды сигнала по сравнению с частотой) по всему диапазону рабочей частоты. Это также используется для выравнивания усилителей и других активных устройств.

Другая ценная часть тестового оборудования является протоколом DOCSIS анализатор. Cisco включает функцию в маршрутизаторы семейства uBR под названием Монитор Кабеля. Когда команды CMTS настроены, и трафик маршрутизируется к ПК, работающему Эфирный, он может декодировать заголовки DOCSIS и дать информацию о пакетах. Эфирный бесплатная, программа анализатора с открытым исходным кодом, доступная для нескольких платформ в [www.wireshark.org](http://www.wireshark.org). Sigtek делает автономный протокол DOCSIS анализатором, который очень мощен, и это соединяется Эфирный. Анализатор протокола Сигтека включает возможность измерения физического уровня, такую как восходящий показ совокупности и измерение коэффициента ошибок модуляции (MER).

Красота цифровых состоит в том, что это работает, или это не делает. Прямое исправление ошибок (FEC) дает дополнительную высоту, но только приблизительно 2 - 3 дБ из теории. QPSK требует, чтобы минимальный CNR приблизительно 14 dB для надежности функционирования, и с 16 QAM потребовал минимального CNR приблизительно 21 дБ. Спецификация Интерфейса радиочастоты DOCSIS рекомендует минимальный восходящий CNR на 25 дБ для всех форматов модуляции. Последняя функция линейных плат генерации Cisco усовершенствовала физический подуровень (PHY) технология, включая отмену внешнего доступа. [Рисунок 2](#) является показом анализатора спектра, который показывает 5 - 40 МГц кабельной сети в восходящем направлении в узле, снабженном фильтрами верхних частот на всех потерях соединения у абонента. Минимальный уровень шума почти свободен от входа и других ухудшений, который поддерживает отраслевые наблюдения, что большая часть “спама”, который входит в восходящий, прибывает из отбрасываний.

### Рисунок 2 – восходящий спектр с фильтрами верхних частот

[Рисунок 3](#) более типичен для восходящего спектра в кабельной сети, которая имеет

проблемы входящих данных. Обратите внимание на высокоуровневый мешающий сигнал около 28 МГц.

### Рисунок 3 – шумный восходящий поток с входом

Большинство систем показывает шум низкой частоты ниже 20 МГц, особенно в диапазоне на 5 - 15 МГц. Это некоторые частоты, в которые необходимо избежать размещать восходящую в цифровой форме модулированную несущую:

- <20 МГц — электрические помехи Низкой частоты и вход.
- 27 МГц — радио Диапазона для личной связи (CB).
- Полоса любительской радиосвязи на 28 МГц — 10 метров.
- >38 МГц — Задержка группы выходит от фильтров диплекса усилителя.
- Инкременты 6 МГц (т.е. 6 МГц, 12 МГц, 18 МГц, 24 МГц, 30 МГц, 36 МГц, 42 МГц), из-за возможности CPD.

Эти эффективные методы профилактического обслуживания минимизируют проблемы с кабельной сетью, которые могут влиять на развертывания с 16 QAM:

- Выравнивание развертки прямых и обратных усилителей
  - Хранение утечки входящего сигнала значительно ниже требования Federal Communications Commission 20 мкВ/м
- Примечание:** Много операторов кабельной связи нашли, что 5 мкВ/м более подходит для надежной двухсторонней операции.
- Контроль качества установки сброса абонента
  - Где это необходимо, использование высокочастотных фильтров на проблеме односторонние отбрасывания

Кроме того, контролирование восходящего CNR, Листа освобождения CMTS, оценки отношения сигнала к шуму (SNR) CMTS, и исправимой ошибки CMTS и неустраняемых ошибок FEC является полезным способом для определения, когда ухудшается производительность сети.

[Приложение](#) включает список соответствия DOCSIS кабельной сети.

### Восходящие несущие в нулевом диапазоне

Другое использование значимости режима анализатора спектра является своим режимом нулевого диапазона. Этот режим является режимом промежутка времени, где показ является амплитудой по сравнению со временем, а не амплитудой по сравнению с частотой. Этот режим очень удобен для просмотра трафика данных, пакетного по своей природе. [Рисунок 4](#) показывает анализатор спектра в нулевом диапазоне (промежуток времени) при рассмотрении трафика восходящего направления от кабельного модема.

### Рисунок 4 – показ нулевого диапазона на анализаторе спектра

Пакеты данных могут быть замечены на [рисунке 4](#), наряду с запросами модема и импульсным шумом. Нулевой диапазон очень полезен для измерения средних цифровых уровней мощности и наблюдения шума и входа, как замечено на [рисунке 5](#).

### Рисунок 5 – измерение нулевого диапазона восходящего потока в цифровой форме амплитуда модулированной несущей

Это может также использоваться, чтобы видеть, сталкиваются ли пакеты друг с другом от плохой синхронизации или плохой изоляции разделителя головных узлов или изоляции сумматора, где пакет, предназначенный для одного входного порта CMTS, “протекает” на

другой восходящий. См. документы, перечисленные в [Ссылочном](#) разделе этого документа.

## [Обсуждения конфигурации с 16 QAM](#)

Один из предварительных шагов в выполнении с 16 QAM в 3.2 МГц устанавливает соответствующий размер временного подслота. Код Программного обеспечения Cisco IOS версии 12.2(15)BC1 автоматически устанавливает размер временного подслота согласно ширине канала. 3.2 МГц равняется 2 галочкам, 1.6 равняется 4 галочкам, и т.д, где каждая галочка составляет 6.25 микросекунд (чс). Более старый код принял значение по умолчанию к 8 галочкам.

Согласно DOCSIS, минислот должен быть 32 символами или больше. Символ может считаться группой битов данных на герц (Гц) или цикл. Канал 3.2 МГц шириной имеет скорость передачи в цифровых системах 2.56 Msym/сек. При помощи 2 галочек (мкс на 2 × 6.25), вы заканчиваете с минислотом, равным 2.56 Msym/сек. × 12.5 мкс, который равен 32 символам. При использовании с 16 QAM с его 4 битами/символами, вы заканчиваете с 32 символами × 4 бита/символы × 1/8, который равен 16 байтам/минислотам.

Использование минислота как можно меньше позволяет большую степень детализации, “нарезая” пакеты в минислоты и создает меньше ошибки округления минислота. Самым маленьким пакетом, переданным в восходящем направлении, является Запрос в 16 байтах. Хранение байтов на минислот к 16 или меньше более эффективно. Минислоты, больше, чем 16 байтов в длине, напрасно тратят время на проводе, при отправлении 16-байтовых запросов, и создают более высокую вероятность возникновения конфликтов этих запросов. То, при попытке позволить конкатенацию очень больших пакетов, единственный недостаток к маленькому минислоту. DOCSIS сообщает, что только 255 минислотов могут быть связаны в максимальный пакет. Минислот, возможно, должен был бы быть изменен для поддержки больших связанных пакетов, если это - намерение. Для получения дополнительной информации о пропускной способности канала передачи данных, обратитесь к [Пониманию Пропускной способности канала передачи данных в СТАНДАРТЕ DOCSIS](#).

Следующая выходная выборка показывает, как изменить и проверить текущие восходящие параметры настройки. **Полужирный текст** указывает на размер временного подслота в галочках, символах и байтах.

```
cmts(config-if)#cable upstream 0 minislot-size ? 128 Minislot size in time ticks 16 Minislot
size in time ticks 2 Minislot size in time ticks 32 Minislot size in time ticks 4 Minislot size
in time ticks 64 Minislot size in time ticks 8 Minislot size in time ticks
cmts(config-if)#cable
upstream 0 minislot-size 2 cmts#show controllers cable 3/0 upstream 0 Cable3/0 Upstream 0 is up
Frequency 33.008 MHz, Channel Width 3.200 MHz, 16-QAM Symbol Rate 2.560 Msps Spectrum Group is
overridden BroadCom SNR_estimate for good packets - 25.0 dB Nominal Input Power Level 0 dBmV, Tx
Timing Offset 2399 Ranging Backoff automatic (Start 0, End 3) Ranging Insertion Interval
automatic (60 ms) Tx Backoff Start 0, Tx Backoff End 4 Modulation Profile Group 4 Concatenation
is enabled Fragmentation is enabled part_id=0x3137, rev_id=0x03, rev2_id=0xFF nb_agc_thr=0x0000,
nb_agc_nom=0x0000 Range Load Reg Size=0x58 Request Load Reg Size=0x0E Minislot Size in number of
Timebase Ticks is = 2 Minislot Size in Symbols = 32 Bandwidth Requests = 0x1B0E Piggyback
Requests = 0xF98 Invalid BW Requests= 0x0 Minislots Requested= 0x10FB8 Minislots Granted =
0x10FB8 Minislot Size in Bytes = 16 Map Advance (Dynamic) : 1654 usecs UCD Count = 3374 DES Ctrl
Reg#0 = C000C043, Reg#1 = 0
```

## [Восходящие блоки](#)

Для понимания профилей модуляции необходимо понять восходящие блоки. [Рисунок 6](#) изображает то, на что был бы похож восходящий блок.

## Рисунок 6 – параметры пакета, передающегося по каналу от клиента

**Примечание:** Уникальный Word (UW) составляет последние 1 - 4 байта Преамбулы, в зависимости от модуляции и UW конфигурации на CMTS.

Восходящий блок запускается с преамбулы и заканчивается некоторым защитным временем. Преамбула является путем к CMTS и CM для синхронизации. CMTSs, которые используют восходящие микросхемы получателя Broadcom (такие как Broadcom 3137) требуют, чтобы специальная последовательность байтов, названная *Уникальным Word*, была включена в конце преамбулы для добавленной синхронизации. Защитная полоса времени в конце пакета используется так, чтобы множественные пакеты не накладывались друг на друга. Реальные данные, промежуточные, полоса времени преамбулы и защиты составлена из Фреймов Ethernet плюс служебная информация DOCSIS, которые были вырезаны в кодовые слова FEC (CWs) с байтами FEC, добавленными к каждому кодовому слову. Этот целый пакет вырезан в минислоты.

Восходящие блоки CM не являются всеми одинаковыми. Пакет мог быть CM, пытающимся выполнять запрос, делать начальное обслуживание, чтобы подключиться к сети, делать обслуживание станции каждые 20 секунд или так, передавать короткие пакеты данных, передавать длинные пакеты данных, и т.д. Эти пакетные типы известны как Сводь правил использования временных интервалов (IUCs) и имеют другие параметры настройки для каждого пакета. Некоторая информация о профиле модуляции предоставлена в следующем разделе; но для получения дополнительной информации о преамбулах и профилях модуляции, обратитесь к [Пониманию восходящих Профилей модуляции](#).

## Профили модуляции

При просмотре профиля модуляции с командой **show cable modulation-profile** эта информация могла быть отображена с более ранними Cisco IOS Software Release, такой как 12.2 (11) BC2:

| Mod | IUC     | Type | Preamb length | Diff enco | FEC T | FEC CW | Scrambl seed | Max B | Guard time | Last CW | Scram | Preamb offset |
|-----|---------|------|---------------|-----------|-------|--------|--------------|-------|------------|---------|-------|---------------|
| 1   | Request | qpsk | 64            | no        | 0x0   | 0x10   | 0x152        | 0     | 8          | no      | yes   | 952           |
| 1   | Initial | qpsk | 128           | no        | 0x5   | 0x22   | 0x152        | 0     | 48         | no      | yes   | 896           |
| 1   | Station | qpsk | 128           | no        | 0x5   | 0x22   | 0x152        | 0     | 48         | no      | yes   | 896           |
| 1   | Short   | qpsk | 72            | no        | 0x5   | 0x4B   | 0x152        | 6     | 8          | no      | yes   | 944           |
| 1   | Long    | qpsk | 80            | no        | 0x8   | 0xDC   | 0x152        | 0     | 8          | no      | yes   | 936           |

Эта информация не находится в том же заказе, в который она была введена в глобальную конфигурацию, и некоторые записи отображены в шестнадцатеричном, хотя они были введены как десятичное число.

Сделайте профили модуляции для своего CMTS путем выполнения этих действий:

1. Под глобальной конфигурацией, проблема команда **cable modulation-profile 3 mix**. Ключевое слово **соединения** предоставлено Cisco для смешанного профиля, в котором QPSK используется для Обслуживания CM, в то время как с 16 QAM используется, если коротко, и длительные предоставления.
2. Под интерфейсом соответствующего кабеля назначьте профиль на входной порт путем запуска команды **cable upstream 0 modulation-profile 3**.
3. Выполните команду **show run** для отображения профиля путем, это введено.cab  
modulation-prof 3 request 0 16 0 8 qpsk scram 152 no-diff 64 fixed uw16  
cab modulation-prof 3 initial 5 34 0 48 qpsk scram 152 no-diff 128 fixed uw16  
cab modulation-prof 3 station 5 34 0 48 qpsk scram 152 no-diff 128 fixed uw16

```
cab modulation-prof 3 short 7 76 7 8 16qam scram 152 no-diff 144 short uw16 cab
modulation-prof 3 long 9 232 0 8 16qam scram 152 no-diff 160 short uw16
```

4. Скопируйте и вставьте выходные данные от Шага 3 в глобальную конфигурацию.
5. Внесите эти изменения:Измените UW от 8 до 16.Это изменение необходимо на коротком замыкании и Длинных IUCs, которые используют с 16 QAM.Увеличьте максимальный пакет и CW FEC на коротком IUC для оптимизации его для пропускной способности.Гарантируйте, что последним CWs для короткого замыкания и Длинного IUCs является short в противоположность fixed.**Примечание:** Эти изменения были уже включены в профили модуляции по умолчанию в коде программного обеспечения Cisco IOS версии 12.2(15)BC1 и позже.

Если вы намереваетесь сделать изменения динамической модуляции, и вы хотите вернуться к QPSK, если завод становится “шумным”, используйте эту команду cable modulation profile 2:

```
cab modulation-prof 2 request 0 16 0 8 qpsk scram 152 no-diff 64 fixed uw16
cab modulation-prof 2 initial 5 34 0 48 qpsk scram 152 no-diff 128 fixed uw16
cab modulation-prof 2 station 5 34 0 48 qpsk scram 152 no-diff 128 fixed uw16
cab modulation-prof 2 short 4 76 12 8 qpsk scram 152 no-diff 72 short uw8 cab modulation-prof
2 long 9 232 0 8 qpsk scram 152 no-diff 80 short uw8
```

Этот профиль оптимизирован для пропускной способности маленьких восходящих пакетов, таких как подтверждения TCP. Поскольку минислот установлен для 2 галочек при использовании ширины канала на 3.2 МГц, байты 8 на минислот. Максимальный пакет собирается для 12 минислотов для короткого IUC, поддержать общее количество в 96 байтах.

Это - профиль, который один клиент использует для отслеживания листа освобождения Cisco для записей:

```
cab modulation-prof 5 req 0 16 0 8 16qam scamb 152 no-diff 128 fixed uw16 cab modulation-
prof 5 initial 5 34 0 48 qpsk scamb 152 no-diff 128 fixed uw16 cab modulation-prof 5 station 5
34 0 48 16qam scamb 152 no-diff 256 fixed uw16 cab modulation-prof 5 short 7 76 7 8 16qam
scamb 152 no-diff 144 short uw16 cab modulation-prof 5 long 9 232 0 8 16qam scamb 152 no-diff
160 short uw16
```

Существует не для каждого CM FEC или счетчики SNR, но существуют для каждого CM откидные створки. Использование с 16 QAM для обслуживания станции позволяет модему колебаться, если бы существует проблема, которая вызвала бы отброшенные пакеты. Лист освобождения используется для отслеживания информации для каждого модема. MC16x и MC28C не сообщают для каждого модема о SNR или для каждого модема FEC, так использование листа освобождения могло бы быть выгодным.

**Примечание:** Новые линейные карты (MC16X/U, MC28X/U и MC5x20S/U) предоставляют для каждого CM SNR, и FEC отвечает **show cable modem phy** и командами **версии количества Sid-number sid слота/порта show interface cable**, соответственно.

Уровни для хранения CM онлайн сделаны во время обслуживания станции, и каждый Поставщик CM, возможно, внедрил их преамбулы по-другому для QPSK или для с 16 QAM. Очень возможно, что изменение пакета обслуживания станции к с 16 QAM могло заставить CM, казаться, передать на 3 дБ выше и, впоследствии, достигнуть на 3 дБ лучшего SNR, SNR усреднен для всех CM, таким образом, это достижение субъективно.

Следует иметь в виду, что, в то время как максимальное питание восходящей передачи, требуемое DOCSIS, является +58 дБмВ для кабельного модема с помощью QPSK, кабельный модем с помощью с 16 QAM только должен передать в максимальном потреблении энергии +55 дБмВ. Это могло бы оказать влияние в кабельных сетях, где

общее восходящее затухание между модемом и CMTS выше, чем 55 дБ. **A** ! в команде **show cable modem** означает, что это истрачено, и вы, возможно, должны были бы уменьшить затухание завода. Чрезмерное ослабление в восходящем канале обычно относится к проблемам отбрасывания абонента или сетевому рассогласованию. Это могло бы быть гарантировано для запуска команды **cable upstream 0 power-adjust continue 6**, чтобы позволить модему оставаться онлайн, пока не была решена проблема чрезмерного затухания.

Кроме того, некоторым более старым CM не нравится с 16 QAM за Начальное обслуживание. Если Начальное обслуживание с 16 QAM, CM не мог бы возвратиться онлайн. Это также использует время с сервером DHCP, если они действительно соединяются физически.

Это - другой профиль, который клиент использует для более устойчивого, профиля соединения:

```
cab modulation-prof 3 request 0 16 0 8 qpsk scram 152 no-diff 64 fixed uw16
cab modulation-prof 3 initial 5 34 0 48 qpsk scram 152 no-diff 128 fixed uw16
cab modulation-prof 3 station 5 34 0 48 qpsk scram 152 no-diff 128 fixed uw16
cab modulation-prof 3 short 7 76 7 8 16qam scram 152 no-diff 144 short uw16
cab modulation-prof 3 long 10 153 0 8 16qam scram 152 no-diff 200 short uw16
```

Преамбула была сделана более длинной на Длинном IUC, и размер CW был уменьшен, чтобы дать ему более высокий коэффициент исправления ошибок FEC; это - используемые вычисления:

$$2*10/(2*10+153) = 11.5\%$$

Если Участок HFC является слишком шумным, попробуйте новые линейные платы Cisco (MC16X/U, MC28X/U и MC5x20S/U). Эти карты имеют усовершенствованный фронтэнд PHY, который включает отмену внешнего доступа, фронтэнд обработки цифрового сигнала (DSP) и адаптивную компенсацию. Для получения дополнительной информации о новых усовершенствованных возможностях PHY, обратитесь к [Advanced PHY Layer Technologies для Высокоскоростных данных По Кабелю](#).

## [Шаги для максимизации успеха обновления с 16 QAM](#)

Для максимизации успеха обновления с 16 QAM выполните эти действия:

1. Обновите CMTS с последним ядром сетевой обработки (NPE).
2. Измените конфигурацию для поддержки с 16 QAM на восходящем.
3. Установите MC16S, 28U, или 5x20U карта, при необходимости.
4. Измените программное обеспечение Cisco IOS от ЕС до кода BC для выполнения кода DOCSIS 1.1. Некоторые факторы для этого изменения кода включают: 5 - 15 соответствий процента сри возможны из-за дополнительных функций и изошренности, представленной DOCSIS 1.1 и из-за всех новых характеристик в программном обеспечении Cisco IOS версии 12.2. Некоторым CM не могли бы понравиться сокращенный последний CW и сбой после Init (rc). Запросы DHCP используют короткий IUC. В то время как BC код сокращен, код ЕС использует неподвижный последний CW, если коротко, и Длинный IUCs.

Эти шаги могут быть сделаны для подготовки к обновлению с 16 QAM:

1. Проблема показывает рабочий интерфейсный config, show controllers, и show cable

**modem** для каждого uBRs, где с 16 QAM желаем.

2. Определите входные порты, где с 16 QAM желаем.
3. Используйте анализатор спектра, чтобы подтвердить, что восходящее отношение сигнал-шум, носитель к входу и отношения несущая/помеха составляют по крайней мере 25 дБ. Будьте осторожны о создании приготовлений на основе оценки SNR CMTS, как замечено в *слоте/порту show controllers cable восходящая* команда *восходящего порта*, потому что это значение является только оценкой, предоставленной принимающим оборудованием восходящего канала. Если необходимо полагаться на один только SNR, то SNR 25 или больше хорош; но это не означает, что у вас нет импульсного шума и других ухудшений, которые не очевидны в оценке SNR. Используйте анализатор спектра в режиме нулевого диапазона с параметрами полосы пропускания разрешения 3 МГц, чтобы перехватить весь вход под носителем и использовать скорость поиска на 10 мс для получения импульсного шума.
4. Используйте этот рекомендуемый профиль:

```
cab modulation-prof 4 request 0 16 0 8 qpsk
scram 152 no-diff 64 fixed uw16
cab modulation-prof 4 initial 5 34 0 48 qpsk scram 152 no-diff 128 fixed uw16
cab modulation-prof 4 station 5 34 0 48 qpsk scram 152 no-diff 128 fixed uw16
cab modulation-prof 4 short 7 76 7 8 16qam scram 152 no-diff 144 short uw16
cab modulation-prof 4 long 9 232 0 8 16qam scram 152 no-diff 160 short uw16
```
5. Используйте минислот 2 при использовании ширины канала на 3.2 МГц. Выполните команду **cab upstream 0 minislot 2**.
6. Контролируйте команду **show cable hop** для корректируемого и неустраняемых ошибок FEC. Для получения дополнительной информации о FEC и SNR, именуяте [ошибки FEC восходящего канала и SNR как Способы Гарантировать Качество данных и Пропускную способность](#).
7. Установите команду удаленного запроса кабельного модема, если это возможно, и посмотрите на уровни передачи CM прежде и после обновления, чтобы удостовериться, что они не изменились. Некоторые уровни отбрасывания или повышения CM. Это - проблема поставщика модема. Также наблюдайте CNR и Чтения SNR.

## Предложения и рекомендации

Эти предложения и рекомендации увеличивают успех обновления с 16 QAM в различных средах:

- Избегайте известных входных “оперативных точек”, таких как 27 МГц (сбар), 28 МГц (10-метровая любительская радиосвязь), и что-либо ниже приблизительно 20 МГц, из-за электрических помех и коротковолнового входа радио.
- Поддержите носитель хорошо далеко от диплексных областей спада фильтра (как правило, выше приблизительно 35 - 38 МГц), где задержка группы может быть основной проблемой. **Рисунок 7 – восходящая задержка группы с 16 QAM** особенно подвержено задержке группы, которая вызывает межсимвольные помехи. Задержка группы могла бы быть проблемой, даже когда частотная характеристика является плоской. [Рисунок 7](#), от Holtzman, Inc. Кабель Scope®, показывает относительно плоскую частотную характеристику (вторая трассировка), но обратите внимание на ухудшенную задержку группы ниже приблизительно 10 МГц и выше приблизительно 35 МГц (четвертая трассировка). Выберите рабочую частоту, которая минимизирует вероятность задержки группы; частоты в диапазоне на 20 - 35 МГц обычно работают хорошо. Задержка группы

определена в единицах времени, как правило, наносекунды (не уточнено). В системе, сети или компоненте без задержки группы, все частоты переданы через систему, сеть или компонент с равной задержкой. В упрощенных сроках, когда нет никакой задержки группы в системе, сети или компоненте, тогда все частоты в определенной пропускной способности берут одинаковую часть времени для пересечения той системы, сети или компонента. То, когда задержка группы действительно существует, сигнализирует в некоторых частотах, поступают в немного отличающиеся времена, чем сигналы в других частотах. Это также означает, что более широкие каналы более подвержены различиям в задержке группы. Если задержка группы кабельной сети превышает определенную величину, межсимвольные помехи происходят, ухудшая уровень ошибок в канале связи. В то время как Спецификация Интерфейса радиочастоты DOCSIS задает не больше, чем 200 нс/МГц в восходящем, поддерживая общую задержку группы in-channel в 100 нс, или меньше рекомендуется для с 16 QAM. Проблемы частотной характеристики в кабельной сети также вызывают проблемы задержки группы. Лучший путь к оператору кабельной связи для поддержания плоской частотной характеристики состоит в том, чтобы развернуть сеть регулярно. Восходящие измерения задержки группы обычно требуют специализированного оборудования, такого как ранее упомянутая Область Кабеля. Область Кабеля отображает восходящий импульсный отклик, "величина по сравнению с частотой" (частотная характеристика), фаза по сравнению с частотой и задержка группы по сравнению с частотой. Дополнительные сведения доступны в <http://www.holtzmaninc.com>. DOCSIS 1.1 мог бы помочь смягчить колебания амплитуды и проблемы задержки группы с предварительной компенсацией в CM. MC16X/U новых линейных карт, MC28X/U и MC5x20S/U), мог бы помочь с коррекцией в CMTS.

- При использовании MC16C или 28C карта, используйте статический профиль модуляции с 16 QAM. Это не могло бы быть оптимально для использования изменений динамической модуляции с картой C, потому что пороги не могут быть изменены (когда скачкообразно двинуться и что вызывает переход). Или оставьте его в с 16 QAM или используйте MC16S, MC16X/U, MC28X/U или линейную плату MC5x20S/U, когда это применимо, с определенными группами спектра.
- Если возможно, используйте карту MC16S с полосами спектра и функциями динамической модуляции. Активируйте опции расширенного управления спектром и назначьте на восходящий (US) порты. Сделайте два 3.2 с частотой МГц каналы; например, 20 к 23.2 МГц и 23.22 к 26.42 МГц. Для надлежащего скачкообразного движения спектра для алгоритма нужны приблизительно 20 кГц между полосами (выполните команду **spectrum-group 1 band 2000000 23200000**). Активируйте динамическую модуляцию и назначьте на входные порты (выполните команду **cable upstream 0 modulation-profile 3 2**). Гарантируйте, что никакое изменение ширины канала не желаемо (выполните команду **cable upstream 0 channel width 3200000 3200000**).
- Используйте эти настройки по умолчанию: Скачкообразно переместите приоритет Частоты, Модуляции, и Ширина канала гарантирует максимально возможную пропускную способность путем скачкообразного движения частоты сначала; тогда при необходимости путем изменения модуляции. Поскольку ширина канала установлена по телефону 3200000 3200000, канал остается в той ширине. Период перехода 30 секунд гарантирует, что второе восходящее изменение не происходит до спустя 30 секунд после первого изменения. Порог перехода (настройки по умолчанию к 100 процентам) отслеживает обслуживание станции и не является хорошим индикатором состояния восходящего канала (от абонента к оператору). 100-процентное значение по умолчанию

означает, что все СМ должны потерять обслуживание станции, прежде чем произойдет восходящее изменение. Вместо того, чтобы использовать этот параметр, для восходящего более необходимо контролировать CNR и ошибки FEC. Пороги CNR составляют 25 дБ, 15 дБ, 1-процентный корректируемый FEC и 1-процентный неисправимый FEC. Это могло бы быть выгодно для изменения порогов на основе дальнейшего исследования настройки. Вы могли сделать первый порог CNR немного ниже, такой как 22 дБ, и сделать второй порог приблизительно 12 дБ. Второй порог CNR не имеет никакого значения в данном примере, потому что вы не изменяете ширину канала. Это могло быть установлено очень низко, такие как 8 дБ. Вы могли также установить корректируемый порог FEC в 3 процента при желании. Выполните **кабель в восходящем направлении 0 пороговых fec (прямое исправление ошибок) поправки spg-profile1 22 cnr-profile2 8 3 fec (прямое исправление ошибок) непоправки 1** команда.

- Если MC16S, MC16X/U, MC28X/U или карты MC5x20S/U будут использоваться, то дополнительное преимущество будет использованием программного средства Cisco Broadband Troubleshooter (CBT) для просмотра восходящего спектра удаленно. Существует команда на CMTS для просмотра минимального уровня шума также: *слот/порт show controllers cable восходящий спектр восходящего порта 5 42 1* команда.
- Это могло бы быть выгодно, чтобы внешне фильтровать любой шум ниже 20 МГц, видеть, наблюдается ли какое-либо изменение в сообщенном CMTS SNR. Arcom и Eagle Comtronics делают эти фильтры. Иногда шум в низких частотах может создать гармоники, которые падают поверх намеченной частоты данных восходящего соединения или падают на внутреннюю промежуточную частоту (IF) восходящего 70 МГц. Это наблюдалось в устаревших линейных платах, которые были перегружены слишком большим количеством сигнала в 35 МГц. Широковещательное радио амплитудной модуляции (AM) (0.5 МГц к 1.6 МГц), как также замечалось, вызвало отсечение восходящего лазерного канала в узле, который искажает все частоты канала от абонента к оператору. Поэтому посмотрите на весь спектр при вводе к восходящему лазерному каналу узла.

## Разные точки

- Больше восходящих точек развертки могло бы быть рекомендовано для оборудования развертки получить лучшую индикацию относительно ответа частоты канала от абонента к оператору, особенно при устранении проблем микроотражений.
- Удостоверьтесь, что файл конфигурации DOCSIS не имеет Минимального восходящего набора Гарантированной скорости. Последний код BC мог бы иметь восходящий Контроль доступа на по умолчанию и установить в 100 процентах. Некоторые модемы не могли бы подключиться к сети и передать отклонение (с). Сделайте Контроль доступа 1000 процентами, выключите его или избавьтесь от восходящей минимальной скорости в файле конфигурации DOCSIS.
- При предложении скорости нисходящего канала меньше чем 84 кбит/с выполните команду **downstream rate-limit token bucket shaping max delay 256**. Задержка по умолчанию 128 оптимизирована для нисходящих скоростей, больше, чем 84 кбит/с. Эта команда важна для VXR, но не uBR10k.

## Сводка

Много функций доступны, чтобы помочь с обновлением с 16 QAM и поддержать доступность сервиса максимально высоко. Это некоторые функции и преимущества:

- S и карты U — “Посмотрите перед скачком”, отслеживание CNR и удаленный просмотр анализатора.
- Изменение динамической модуляции — Запасной план для с 16 QAM.
- Настраиваемые пороги — Никакое непреднамеренное скачкообразное движение.
- NPE-400 или G1 — расширение PPS в ЦП.
- Карта MC28U — процессор G1 на борту, отмена внешнего доступа, DSP, функции S-карта.
- BC код — код DOCSIS 1.1 с конкатенацией, фрагментацией и осуществлением контрейлерных перевозок.

## Заключение

Другая проблема, наблюдаемая с установками с 16 QAM, была привязана к микроотражениям. Микроотражения, оказывается, важные проблемы в некоторых кабельных сетях, пытающихся развертываться с 16 QAM, особенно среды DOCSIS 1.0 без адаптивной компенсации. Это некоторые главные причины микроотражений:

- Дефектные или недостающие разделители конца линии (и свободная занятость завинчивают на центральном проводе разделителя).
- Использование так называемого самозавершения касается в концах линии (например, 4 дБ, с двумя портами, 8 дБ, с четырьмя портами, и т.д).
- Отсутствие разделителей на неиспользуемых портах ответвителей низкого значения — производительность, как находили, улучшилось существенно путем завершения всех неиспользуемых портов на ответвителей минимального значения и 17 дБ.
- Свободные или неправильно установленные разъёмы, особенно свободная занятость завинчивает в жестких разъемах.
- Поврежденная или дефектная линия passives.

Конечно, обычные причины отбрасывания являются проблемой, также: плохая изоляция разветвителя, недостающие разделители на неиспользуемом разветвителе или портах DC, поврежденных кабелях и разъемах, и т.д.

[Рисунок 8](#) от Holtzman, Inc. Область кабеля. Данные показывают, как колебания амплитуды в частотной характеристике восходящего (в этом конкретном примере, вызванном эхом на приблизительно 724 нс или микроотражением) также, вызывают групповую замедленную пульсацию. Главная трассировка является импульсным откликом, и эхо замечено приблизительно 724 нс направо от основного импульса. Вторая трассировка показывает колебания амплитуды, вызванные эхом, и четвертая трассировка показывает получающуюся групповую замедленную пульсацию.

Посмотрите раздел [Дополнения](#) для больше на микроотражениях.

Рисунок 8 – амплитуда и групповая замедленная пульсация

## Дополнение

### Нисходящий поток, с 256 QAM

При попытке работать с 256 QAM на нисходящем, уверены, что уровень средней мощности в цифровой форме модулированной несущей на 6 - 10 дБ ниже, каков уровень аналогового Телевизионного канала на той же самой частоте был бы. Много операторов кабельной связи устанавливают сигналы с 64 QAM в -10 dBc, и с 256 QAM в -5 к -6 dBc. Посмотрите на совокупность, MER, и пред - и BER post-FEC для знаков сжатия, интерференции передатчика развертки, лазерного отсечения и других ухудшений. Модуляции более высокого порядка имеют более высокое соотношение пика к средней мощности и могли вызвать случайное, неустойчивое отсечение лазера нисходящего канала. Если несколько сигналов с 256 QAM присутствуют, аналоговые уровни Телевизионного канала, возможно, должны были бы быть уменьшены немного в лазерные передатчики.

[Рисунок 9](#) показывает совокупность с 256 QAM с MER 34 дБ. MER меньше, чем приблизительно 31 дБ является поводом для беспокойства при выполнении с 256 QAM.

### Рисунок 9 – совокупность с 256 QAM

Согласно Спецификации Интерфейса радиочастоты DOCSIS, в цифровой форме параметр входа модулированной несущей к кабельному модему должен быть в -15 к +15 диапазоном дБмВ (опыт показал, что -5 к +5 дБмВ почти оптимально), и питание общих затрат (все входящие сигналы) должно быть меньше чем 30 дБмВ. Например, если бы у вас есть 100 аналоговых каналов каждый в +10 дБмВ, которые равнялись бы этой суммарной мощности:

$$10 + 10 \cdot \log(100) = 30 \text{ dBmV}$$

Если импульсный шум является проблемой на нисходящем, то нисходящее чередование может быть увеличено до 64 от настройки по умолчанию 32. Это добавляет больше задержки для восходящего цикла Запроса и Гранта, таким образом, это могло влиять в восходящем направлении для каждого модема на скорости немного.

### [Микроотражения](#)

Этот раздел - с марта Рона Хрэнэка 2004 столбца в журнале *Communications Technology* (любезность PBI Media, LLC).

Вы очистили реверс, получив соотношение носителя к спаму к управляемым 25~30 дБ или лучше. Вход и импульсный шум находятся под контролем. Прямые и обратные усилители были сбалансированы. Вы переместили кабельный модем в восходящем направлении в цифровой форме модулированная несущая к средней частоте в диапазоне на 20-35 МГц, так удвойте связанную с фильтром задержку группы, не проблема. Ваш информационный персонал настроил профили модуляции вашей системы терминирования кабельных модемов (CMTS). Затем вы вытянули коммутатор и сделали переход от фазовой манипуляции с четвертичными сигналами (QPSK) до с 16 QAM (квадратурная амплитудная модуляция). По большей части вещи работают обоснованно хорошо, но модемы в некоторых частях системы имеют проблемы. Одна возможная причина проблемы? Микроотражения, отражения или эхо — вызывают их, что вы будете, к ним нужно отнестись серьезно. Найдите и исправьте причину, и ваши

модемы и клиенты будут намного более счастливыми. Давайте вернемся к основной теории линии передачи на мгновение. Идеально, источник сигнала, средство передачи и загрузка должны иметь тот же характеристический импеданс. Когда это условие существует, вся входная мощность из источника поглощена загрузкой — исключая энергию, потерянную затуханием в средстве передачи, конечно. В реальных условиях кабельных сетей импеданс можно в лучшем случае считать номинальным. Разницы в сопротивлении везде: разъемы, ввод/выводы усилителя, ввод/выводы пассивного устройства, и даже сам кабель. Где угодно разница в сопротивлении существует, часть входной мощности отражена назад к источнику. Отраженная энергия взаимодействует с входной мощностью для создания стоячих волн, которые проявляют себя как знакомая пульсация стоячей волны, которую каждый иногда видит в показах получателя развертки. Длительные эхо-сигналы в промежутке времени — т.е. те, которые смещены от инцидентного сигнала суммой, больше, чем символный период влияемых данных — имеют в виду более близко расположенные колебания амплитуды в частотной области. Другими словами: Если пики колебаний амплитуды широко разделены, разница в сопротивлении соседняя. Если пики пульсации близко друг к другу, расстояние к отказу более далеко. Мало того, что эхо вызывает колебания амплитуды, они также вызывают фазовую пульсацию. Задержка группы — ухудшение, которое может нанести ущерб с с 16 QAM — определено как коэффициент изменения фазы относительно частоты. Мелкомодульные (близко расположенные) колебания амплитуды производят мелкомодульную фазовую пульсацию, которая в свою очередь может привести к большой групповой замедленной пульсации. Это явление обычно хуже для длительных эхо-сигналов. Полевой опыт показал, что нет никаких аэрокосмических исследований когда дело доходит до того, что фактически вызывает эхо. Быстрое примечание стороны: Намного более низкое затухание коаксиального кабеля в частотах канала от абонента к оператору означает, что отражения обычно будут хуже, чем в нисходящем. Вот список некоторых из больших типичных проблем, которые были определены на внешнем заводе.

- Поврежденные или недостающие разделители конца линии
- Поврежденные или недостающие разделители шасси на направленном ответвителе, сплиттере или неиспользуемых портах множественного

оконечного усилителя

- Высвободите винты занятости центрального провода
- Неиспользованные порты ответвителя, не завершённые. Это, как находили, было особенно важно на ответвителях минимального значения.
- Неиспользованное отбрасывание пассивные порты, не завершённые
- Использование так называемых ответвителей самозавершения (4 дБ, с двумя портами; 8 дБ четыре порта и 10/11 дБ восемь портов) в концах линии фидера. Эти определённые ответвители являются фактически сплиттерами и не завершают линию, пока должным образом не завершены все порты F.
- Перекрученный или иначе повреждённый кабель (это включает взломанный кабель, который вызовет отражение и вход),
- Дефектные или повреждённые активные задания или passives (повреждённый водой; заполненный водой; холодное паяное соединение; коррозия; свободные винты печатной платы или аппаратные средства; и т.д.)
- Готовый к кабелю TVS и VCR, связанные непосредственно к отбрасыванию (обратные потери на большинстве готовых к кабелю устройств плохи),
- Некоторые trap-сообщения и фильтры, как находили, имели плохие обратные потери в восходящем, особенно используемые для сервиса только данных.

Как недооценивает одну дорожку эти вещи? Помните оборудование развертки, это собирает пыль на полке? "Наш недавно обновленный Участок HFC имеет только номер <insert здесь> усилители в каскаде после узла, таким образом, мы не должны больше развертываться". Да, право. Вы могли бы хотеть пересмотреть то решение, стереть старому механизму развертки и обновить его микропрограммное обеспечение к последней версии. Один способ искать проблемы состоит в том, чтобы использовать наиболее высокое разрешение изменения (максимальное число точек развертки) возможный при развертке восходящего. 3010H/R Калана (<http://sunrisetelecom.com/broadband/>) поддерживает до 401 точки данных, и SDA 5000 Актерны ([http://www.acterna.com/global/Products/Cable/index\\_gbl.html](http://www.acterna.com/global/Products/Cable/index_gbl.html)) предлагает максимальное разрешение

развертки на 250 кГц. Более высокое разрешение развертки позволит techs видеть более близко расположенные колебания амплитуды.

Предоставленный, обновление развертки может взять немного дольше при работе в более прекрасном разрешении, но оно определенно поможет когда дело доходит до устранения проблем микроотражений. Если вы действительно хотите перейти к основным элементам, Область Кабеля Holtzman, Inc. (<http://www.holtzmaninc.com/cscope.htm>) способна к отображающемуся импульсному отклику (большой для наблюдения сдвига времени эха), амплитуда по сравнению с частотной характеристикой, фаза по сравнению с частотой и задержка группы по сравнению с частотой. Джон Дауни Cisco предлагает эти советы при устранении связанных с отражением проблем ответа развертки:

- Резистивные контрольные точки упрощают более эффективное устранение проблем, потому что они с большей готовностью отображают стоячие волны в ответе развертки.
- Используйте формулу  $D = 492 \times V_p / F$  для вычисления примерного расстояния к разнице в сопротивлении. D является расстоянием в ногах к отказу от контрольной точки;  $V_p$  является скоростью распространения кабеля (как правило, ~0.87 для бескомпромиссного кабеля); и F является дельтой частоты в МГц между последовательными пиками стоячей волны на трассировке развертки.
- Специализированные тестовые зонды от Гильберта Гранулирования (<http://www.corning.com/corninggilbert/>) и Сигнальное Видение (<http://www.signalvision.com/>) лучше, чем использование housing-to-F адаптеры.

Другое программное средство, которое может быть полезно когда дело доходит до смягчения эффектов микроотражений, является адаптивной компенсацией. DOCSIS 1.1 поддерживает адаптивную компенсацию с 8 ответвителями, и DOCSIS 2.0 поддерживает адаптивную компенсацию с 24 ответвителями. К сожалению, большая установленная база Модемов DOCSIS 1.0 не извлечет выгоду из также, так как DOCSIS 1.1 и 2.0-указанная адаптивная компенсация сделан с помощью предварительной компенсации в самом модеме. Модемы DOCSIS 1.0 обычно не поддерживают адаптивную компенсацию.

Таблицы 2, 3, 4, и 5 могут использоваться в качестве чек-листа для соответствия DOCSIS кабельной сети.

Таблица 2 – головной узел (нисходящий поток) CMTS или выходные данные преобразователя с повышением частоты

| Тест, выполненный (Y-N) | Параметр                                                                                          | Значение параметра                                      | Измеренная величина или комментарии |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                         | Выходные данные IF нисходящего потока CMTS                                                        | +42 dBmV1                                               |                                     |
|                         | В цифровой форме амплитуда модулированной несущей во входных данных преобразователя               | +25 к +35 dBmV2                                         |                                     |
|                         | В цифровой форме амплитуда модулированной несущей в преобразователе с повышением частоты выведена | +50 к +61 дБмВ                                          |                                     |
|                         | В цифровой форме средняя частота модулированной несущей                                           | 91 - 857 МГц                                            |                                     |
|                         | Отношение "сигнал/шум" для несущей частоты                                                        | > = 35 дБ                                               |                                     |
|                         | MER3                                                                                              | С 64 QAM: минимум на 27 дБ, с 256 QAM: минимум на 31 дБ |                                     |
|                         | ПРЕД-FEC BER4                                                                                     | —                                                       |                                     |
|                         | Post-FEC BER5                                                                                     | <= 10 <sup>-8</sup>                                     |                                     |
|                         | Колебания амплитуды (плоскость in-channel)                                                        | 3 dB6                                                   |                                     |
|                         | Оценка совокупности                                                                               | Ищите доказательство амплитудных искажений,             |                                     |

|  |  |                                                                                                           |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | фазового шума, синфазно и квадратуры (I-Q) неустойчивость, когерентные помехи, избыточный шум и отсечение |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

1. Большинство соответствующих стандарту DOCSIS линейных карт CMTS Cisco задано для обеспечения +42 дБмВ ( $\pm 2$  дБ) уровень средней мощности в нисходящих выходных данных IF.
2. Номинальный входной диапазон уровня средней мощности к большинству внешних преобразователей частоты. Проверьте спецификации изготовителя преобразователя с повышением частоты для подтверждения рекомендуемого параметра входа. **Примечание:** Встроенный аттенюатор (клавиатура) между выходными данными IF CMTS и входными данными преобразователя мог бы требоваться.
3. Нисходящий MER не является параметром DOCSIS. Показанные значения являются минимальными значениями, которые представляют хорошую техническую практику. MER, измеренный в головном узле обычно, находится в 34 - 36 дБ или более высоком диапазоне.
4. DOCSIS не задает минимальный BER пред-FEC. Идеально, не должно быть никаких ошибок в канале связи пред-FEC в выходных данных преобразователя с повышением частоты или CMTS.
5. Идеально, не должно быть никаких ошибок в канале связи post-FEC в выходных данных преобразователя с повышением частоты или CMTS.
6. DOCSIS 1.0 задает 0.5 дБ для этого параметра; это было ослаблено, однако, к 3 дБ в DOCSIS 1.1.

Таблица 3 – головной узел (нисходящий поток) лазерный передатчик или первый ввод усилителя

| Тест, выполненный (Y-N) | Параметр                                                                                                                          | Значение параметра | Измеренная величина или комментарии |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
|                         | В цифровой форме уровень средней мощности модулированной несущей относительно аналоговой визуальной амплитуды несущей Телевизионн | - 10 к -6 dBc      |                                     |

|  |                                                         |                                                                                                                             |  |
|--|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | ого канала                                              |                                                                                                                             |  |
|  | В цифровой форме средняя частота модулированной несущей | 91 - 857 МГц                                                                                                                |  |
|  | Отношение "сигнал/шум" для несущей частоты              | > = 35 дБ                                                                                                                   |  |
|  | MER1                                                    | С 64 QAM: минимум на 27 дБ, с 256 QAM: минимум на 31 дБ                                                                     |  |
|  | ПРЕД-FEC BER2                                           | —                                                                                                                           |  |
|  | Почтовый FEC BER3                                       | <= 10 <sup>-8</sup>                                                                                                         |  |
|  | Колебания амплитуды (плоскость in-channel)              | 3 dB4                                                                                                                       |  |
|  | Оценка совокупности                                     | Ищите доказательство амплитудных искажений, фазового шума, неустойчивости I-Q, когерентных помех, избыточного шума и отсека |  |

1. Нисходящий MER не является параметром DOCSIS. Показанные значения являются минимальными значениями, которые представляют хорошую техническую практику. MER, измеренный в головном узле обычно, находится в 34 - 36 дБ или более высоком диапазоне.
2. DOCSIS не задает минимальный BER пред-FEC. Идеально, не должно быть никаких ошибок в канале связи пред-FEC в лазере нисходящего канала или первом вводе усилителя.
3. Идеально, не должно быть никаких ошибок в канале связи post-FEC в лазере нисходящего канала или первом вводе усилителя.
4. DOCSIS 1.0 задает 0.5 дБ для этого параметра; это было ослаблено, однако, к 3 дБ в DOCSIS 1.1.

**Таблица 4 – нисходящий ввод к кабельному модему**

| Тест, выполненный (Y-N) | Параметр | Значение параметра | Измеренная величина или комментарии |
|-------------------------|----------|--------------------|-------------------------------------|
|-------------------------|----------|--------------------|-------------------------------------|

|  |                                                                                                                                             |                                                                                                                                 |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | В цифровой форме средняя частота модулированной несущей                                                                                     | 91 - 857 МГц                                                                                                                    |  |
|  | В цифровой форме уровень средней мощности модулированной несущей относительно аналоговой визуальной амплитуды несущей Телевизионного канала | - 10 к -6 dBc                                                                                                                   |  |
|  | В цифровой форме уровень средней мощности модулированной несущей                                                                            | От -15 до +15 дБмВ                                                                                                              |  |
|  | Отношение "сигнал/шум" для несущей частоты                                                                                                  | > = 35 дБ                                                                                                                       |  |
|  | Общий нисходящий RF вводит power1                                                                                                           | <+30 дБмВ                                                                                                                       |  |
|  | MER2                                                                                                                                        | С 64 QAM: минимум на 27 дБ, с 256 QAM: минимум на 31 дБ                                                                         |  |
|  | BER3 ПРЕД-FEC                                                                                                                               | —                                                                                                                               |  |
|  | Почтовый BER FEC                                                                                                                            | <= 10 <sup>-8</sup>                                                                                                             |  |
|  | Оценка совокупности                                                                                                                         | Ищите доказательство амплитудных искажений, фазового шума, неустойчивости I-Q, когерентных помех, избыточного шума и отсеечения |  |
|  | Колебания                                                                                                                                   |                                                                                                                                 |  |

|  |                                                                                 |                   |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--|
|  | амплитуды (плоскость in-channel)                                                | 3 dB <sup>4</sup> |  |
|  | Модуляция фоновых помех                                                         | 5% (-26 dBc)      |  |
|  | Максимальный аналоговый уровень визуальной несущей Телевизионного канала        | +17 dBmV          |  |
|  | Минимальный аналоговый уровень визуальной несущей Телевизионного канала         | - 5 дБмВ          |  |
|  | Задержка транзита от CMTS до большей части удаленного кабеля modem <sup>5</sup> | <= 0.800 мс       |  |
|  | Наклон уровня сигнала, 50 - 750 МГц                                             | 16 дБ             |  |
|  | Задержка группы <sup>ripple</sup> <sub>6</sub>                                  | 75 нс             |  |

1. Суммарная мощность всех входящих сигналов в 40 - 900 диапазонах Диапазона частот от 40 до 900 МГц.
2. Нисходящий MER не является параметром DOCSIS. Показанные значения являются минимальными значениями, которые представляют хорошую техническую практику.
3. DOCSIS не задает значение для уровня ошибок в канале связи пред-FEC.
4. DOCSIS 1.0 задает 0.5 дБ для этого параметра; это было ослаблено, однако, к 3 дБ в DOCSIS 1.1.
5. Задержка транзита могла бы быть оценена.
6. Задержка группы in-channel могла бы быть измерена с помощью AT2000RQ или AT2500RQ Авэнтрона; у вас должны быть последние версии микропрограммного обеспечения и программное обеспечение. См. [Sunrise Telecom - Кабельное телевидение \(CATV\) продукты](#).

Таблица 5 – восходящий ввод CMTS

| Тест, выполненный (Y-N) | Параметр                                                                      | Значение параметра                                                      | Измеренная величина или комментарии |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                         | В цифровой форме пропускная способность модулированной несущей                | 200, 400, 800, 1600 или 3200 кГц                                        |                                     |
|                         | В цифровой форме скорость передачи в цифровых системах модулированной несущей | 0.16, 0.32, 0.64, 1.28, или 2.56 Msym/сек.                              |                                     |
|                         | В цифровой форме средняя частота модулированной несущей                       | Должен быть в 5 - 42 МГц спектр                                         |                                     |
|                         | В цифровой форме модулированная несущая amplitude <sup>1</sup>                | – 16 к +26 дБмВ, в зависимости от скорости передачи в цифровых системах |                                     |
|                         | Общее питание диапазона радиочастот на 5 - 42 МГц                             | <= +35 дБмВ                                                             |                                     |
|                         | Отношение "сигнал/шум" для несущей частоты                                    | > = 25 dB <sup>2</sup>                                                  |                                     |
|                         | Отношение несущая/помеха                                                      | > = 25 dB <sup>2</sup>                                                  |                                     |
|                         | Отношение уровней несущей и мощности сигнала на входе                         | > = 25 dB <sup>2</sup>                                                  |                                     |
|                         | Модуляция фоновых помех                                                       | 7% (-23 dBc)                                                            |                                     |
|                         | Амплитудные колебания                                                         | 0,5 дБ/МГц                                                              |                                     |

|  |                                                                                      |             |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--|
|  | Задержка группы <sup>ripple3</sup>                                                   | 200 нс/МГц  |  |
|  | Задержка транзита от большей части удаленного кабельного модема до CMTS <sup>4</sup> | <= 0.800 мс |  |

1. Значение по умолчанию для uBRs Cisco является 0 дБмВ.
2. Измеренный в CMTS восходящий входной порт. Показанное значение является значением in-channel.
3. Восходящая задержка группы может быть измерена с инструментом, таким как [Область Кабеля Holtzman, Inc.](#)
4. Задержка транзита может быть оценена.

## Ссылки

Это некоторые ссылки, которые добавляют другие ссылки, сделанные всюду по этому документу:

- [Как увеличить доступность адреса возврата и пропускную способность](#)

Рон Хрэнэк Cisco записал два столбца на с 16 QAM для журнала *Communications Technology*:

- [История успеха с 16 QAM](#)
- [Больше на с 16 QAM](#)

Том Уильямс Holtzman, Inc. написал несколько превосходных статей о повреждениях восходящих каналов. Он входит в подробные данные задержки группы — среди прочего — и показывает, что некоторые принятые восходящие параметры DOCSIS не достаточно хороши:

- [Занятие ухудшениями данных восходящего соединения: оптимизируйте производительность сети сегодня, часть 1](#)
- [Занятие ухудшениями данных восходящего соединения - часть 2, измеряющая линейное искажение](#)

## Дополнительные сведения

- [Профили модуляции трафика от абонента к оператору для кабельных линейных плат](#)
- [Определение RF и особенности конфигурации в системе CMTS](#)
- [Как увеличить доступность адреса возврата и пропускную способность](#)
- [FEC-ошибки входящего и исходящего потоков данных и отношение сигнал-помехи \(SNR\) как способы контроля качества данных и пропускной способности](#)
- [Получение показателей измерения мощности входящего сигнала DOCSIS с помощью анализатора спектра](#)
- [Поддержка технологии широкополосной кабельной сети](#)
- [Cisco Systems – техническая поддержка и документация](#)