



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.984.3

Изменение 2
(03/2006)

СЕРИЯ G: СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ,
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Цифровые участки и система цифровых линий –
Сети доступа

Пассивные волоконно-оптические сети
с поддержкой гигабитных скоростей передачи
(G-PON): технические характеристики передачи
на уровне сходимости

Изменение 2

Рекомендация МСЭ-Т G.984.3 (2004) – Изменение 2

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ G
СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ, ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЧ-СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНЫМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
Общие положения	G.900–G.909
Параметры волоконно-оптических кабельных систем	G.910–G.919
Цифровые участки с иерархической скоростью передачи, основанной на скорости передачи 2048 кбит/с	G.920–G.929
Цифровые линейные системы передачи по кабелю с неиерархической скоростью передачи	G.930–G.939
Цифровые линейные системы, обеспечиваемые службами передачи данных с ЧРК	G.940–G.949
Цифровые линейные системы	G.950–G.959
Цифровые участки и цифровые системы передачи для абонентского доступа к ЦСИС	G.960–G.969
Волоконно-оптические подводные кабельные системы	G.970–G.979
Оптические линейные системы для местных сетей и сетей доступа	G.980–G.989
Сети доступа	G.990–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	G.7000–G.7999
ETHERNET И АСПЕКТЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ СООБЩЕНИЙ	G.8000–G.8999
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

Рекомендация МСЭ-Т G.984.3

Пассивные волоконно-оптические сети с поддержкой гигабитных скоростей передачи (G-PON): технические характеристики передачи на уровне сходимости

Изменение 2

Резюме

В настоящем Изменении содержатся добавочное информационное Дополнение к Рек. МСЭ-Т G.984.3, касающееся методов поддержания состояния кодовых комбинаций данных в сигнале нисходящего направления передачи, а также некоторые незначительные исправления в основном тексте Рекомендации.

Источник

Изменение 2 к Рекомендации МСЭ-Т G.984.3 (2004 г.) было утверждено 29 марта 2006 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

Ключевые слова

G-PON, оптический.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соблюдение положений данной Рекомендации достигается в случае выполнения всех этих обязательных положений. Для выражения необходимости выполнения требований используется синтаксис долженствования и соответствующие слова (такие, как "должен" и т. п.), а также их отрицательные эквиваленты. Использование этих слов не предполагает, что соблюдение положений данной Рекомендации является обязательным для какой-либо из сторон.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© ITU 2006

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1) Введение	1
2) Изменения к Рекомендации МСЭ-Т G.984.3	1
2.1) Пункт 8.1.3.4	1
2.2) Пункт 8.1.3.6.5	1
2.3) Пункт 8.2	1
2.4) Пункт 8.2.2.1	1
2.5) Пункт 8.3.2	2
2.6) Пункты 9.2.3.7 и 9.2.3.14	2
2.7) Пункт 12.2	2
2.8) Пункт 13.2.1.1	2
2.9) Пункт 13.3.1.1	2
3) Новое Дополнение V	2

Рекомендация МСЭ-Т G.984.3

Пассивные волоконно-оптические сети с поддержкой гигабитных скоростей передачи (G-PON): технические характеристики передачи на уровне сходимости

Изменение 2

1) Введение

Настоящее Изменение включает два информационных уточнения в технических характеристиках уровня ТС G-PON и некоторые незначительные исправления в основном тексте Рекомендации. Первое уточнение предусматривает направление из OLT пустых пакетов или ячеек, полезная нагрузка которых имеет целью управление кодовой комбинацией единиц и нулей в линии для снижения вредных оптических эффектов. Второе уточнение относится к применению AES для любого одноадресного трафика на нисходящем направлении передачи, с тем чтобы воспрепятствовать умышленному нарушению связи в PON пользователем.

2) Изменения к Рекомендации МСЭ-Т G.984.3

2.1) Пункт 8.1.3.4

Заменить текст в этом пункте следующим текстом:

Поле ПЧБ представляет собой 8-битовое поле, которое содержит результат проверки на четность с чередованием по битам всех битов, переданных после последнего ПЧБ, за исключением битов проверки на четность с FEC (если имеет место). Приемник вычисляет также четность с чередованием всех битов, полученных после последнего ПЧБ, за исключением четности с FEC (если имеет место), и после применения FEC (если поддерживается) и сравнивает результат с переданным значением ПЧБ для измерения числа ошибок в линии.

2.2) Пункт 8.1.3.6.5

Добавить следующее предложение в конце пункта:

Кроме того, ONU должен обрабатывать ошибочные и неправильные вводы BWmap так, чтобы свести к минимуму вероятность конфликтов в восходящем направлении передачи PON. Обычно это означает подавление передачи сомнительных распределений.

2.3) Пункт 8.2

Добавить текст к концу второго предложения последнего абзаца пункта в следующей редакции:

Указатель StopTime всегда должен быть больше связанного с ним указателя StartTime, в котором наименьшее используемое распределение, равное 2 битам, существует только для передачи DBRu.

2.4) Пункт 8.2.2.1

Заменить текст в данном пункте следующим текстом:

Поле ПЧБ представляет собой 8-битовое поле, которое содержит результат проверки на четность с чередованием по битам ("исключающее ИЛИ") всех битов, переданных из данного ONU после последнего ПЧБ (не включая последний ПЧБ), за исключением битов преамбулы и разделителя и битов проверки на четность с FEC (если имеет место). Приемник OLT вычисляет также четность с чередованием для каждого пакетного сигнала ONU, за исключением четности с FEC (если имеет место) и после применения FEC (если поддерживается) и сравнивает результат с полученным полем ПЧБ для измерения числа ошибок в линии.

2.5) Пункт 8.3.2

Изменить предложение в редакции:

Приемник в поисковом состоянии ищет НЕС заголовка GEM во всех синхросигналах (как по битам, так и по байтам).

на следующий текст:

Приемник в поисковом состоянии осуществляет побайтовый поиск НЕС заголовка GEM (поскольку выравнивание по границе байта уже обеспечивается формированием кадров GTC).

2.6) Пункты 9.2.3.7 и 9.2.3.14

Добавить следующее Примечание в конце каждого из пунктов:

ПРИМЕЧАНИЕ. – Максимально одно соединение OMCI (либо ATM, либо GEM, но не оба) может быть когда-либо сконфигурировано для любого ONU. Если OLT делает попытку сконфигурировать второе соединение OMCI, то в ONU должно, безусловно, предполагаться, что первое соединение отключается.

2.7) Пункт 12.2

Добавить следующий абзац в конец пункта:

Отметим, что этап обработки с шифрованием нисходящего потока передачи применяется после FEC. Однако криптосчетчик получается из передаваемого кадра, поэтому криптосчетчик продолжает просчитывать биты проверки на четность с FEC. Этап обработки со скремблированием применяется в последнюю очередь.

2.8) Пункт 13.2.1.1

Добавить следующее предложение в конец пункта:

Отметим, что процесс обработки с кодированием FEC применяется до скремблирования.

2.9) Пункт 13.3.1.1

a) Удалить текст в первом абзаце пункта:

(исходная передача).

b) Добавить следующее предложение в конец пункта:

Отметим, что процесс обработки с кодированием FEC применяется до скремблирования.

3) Новое Дополнение V

Добавить следующее Дополнение:

Дополнение V

Методы поддержания состояния кодовых комбинаций данных в линии нисходящего направления передачи

В настоящем Дополнении описываются два метода управления кодовой комбинацией в линии нисходящего направления передачи, которые совместимы с ранее применявшимися методами и являются факультативными. Первое усовершенствование предусматривает направление из OLT пустых пакетов или ячеек, полезная нагрузка которых имеет целью управление в линии кодовой комбинацией единиц и нулей для снижения вредных оптических эффектов. Второе усовершенствование относится к применению AES для любого одноадресного трафика на нисходящем направлении передачи, с тем чтобы воспрепятствовать умышленному нарушению связи в PON пользователем.

V.1 Управление холостой кодовой комбинацией

Основная концепция данного метода состоит в направлении OLT пустых пакетов или ячеек в течение периодов низкого коэффициента использования системы. Пустые пакеты обладают характеристиками идентификатора порта или VPI, которые не используются никаким ONU или службой и полезная нагрузка которых поделена так, чтобы желаемая кодовая комбинация направлялась с сигналом в линии нисходящего направления передачи.

Размер пустых пакетов выбирается произвольно в зависимости от реализации. (Разумеется, полезная нагрузка пустой ячейки будет иметь длину 48 байтов.) Однако для того чтобы сделать систему эффективной как в отношении транспортирования данных, так управления кодовыми комбинациями, рекомендуется, чтобы размер пустой полезной нагрузки находился в пределах от 48 до 64 байтов. Это позволит доле контролируемого сигнала в линии быть большей 90% в отсутствие реальных данных, и займет линию не более чем на 0,23 микросекунды.

Идентификатор порта или VPI, используемые для пустых пакетов или ячеек, также выбираются произвольно в зависимости от реализации. Поскольку OLT полностью контролирует адресное пространство ID порта или VPI, выбор "пустого адреса" осуществляется только в OLT.

В этом Дополнении описываются два метода реализации с целью определения содержания полезной нагрузки для данных пустых пакетов/ячеек:

- 1) выбор полезной нагрузки, не зависящей от фазы скремблера; и
- 2) выбор полезной нагрузки, зависящей от фазы скремблера.

V.1.1 Полезная нагрузка, не зависящая от фазы скремблера

В данном методе полезная нагрузка пустых пакетов/ячеек выбирается независимо от фазы скремблера. В этом методе полезная нагрузка может быть либо фиксированной, либо случайной. Если полезная нагрузка является фиксированной, то в таком случае она должна быть выбрана так, чтобы минимизировать пиковое значение любых дискретных спектральных линий, получающихся после скремблирования. Существует по крайней мере два метода создания случайной полезной нагрузки:

- 1) с использованием автономного псевдослучайного генератора длинной последовательности (например, $2^{43} - 1$); или
- 2) путем заполнения полезной нагрузки зашифрованными согласно AES данными.

Рисунок V.1 иллюстрирует работу данной схемы управления холостыми кодовыми последовательностями. График, представленный синей (штриховой) линией, показывает спектр, получающийся вследствие операции "исключающее ИЛИ" повторяющейся 5-байтовой кодовой комбинации 0xB6AB31E055 (пустой заголовок GEM) со 127-битовой последовательностью скремблера со скоростью передачи данных 2,488 Гбит/с. График, представленный зеленой (пунктирной) линией, показывает спектр, получающийся вследствие операции "исключающее ИЛИ" повторяющейся 53-байтовой кодовой комбинации 0xB5AB 31EA F3C5 EEC0 5212 677E E7E0 CB22 1A12 99E0 F997 26A8 4111 ACB3 86B8 B96E 3724 6C7B 0B70 0505 95CE 5452 8103 BF00 7905 98C3 DA со 127-битовой последовательностью скремблера со скоростью передачи данных 2,488 Гбит/с, в результате чего пик, относящейся к пустому заголовку GEM, снижается на 10 дБ. График, представленный красной (сплошной) линией, показывает спектр, получающийся вследствие операции "исключающее ИЛИ" повторяющейся 53-байтовой случайной полезной нагрузки со 127-битовой последовательностью скремблера со скоростью передачи данных 2,488 Гбит/с, в результате чего пик, относящийся к пустому заголовку GEM, снижается на 13,7 дБ.

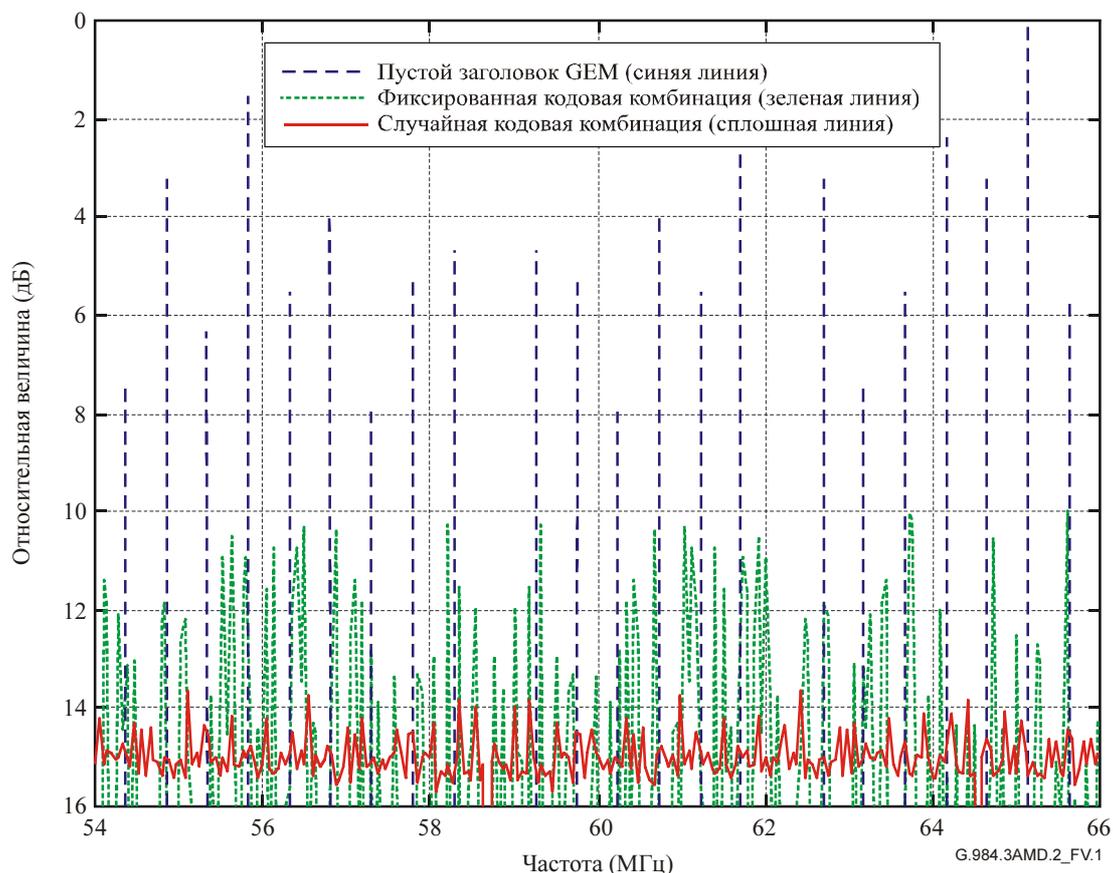


Рисунок V.1/G.984.3 – Спектр после скремблирования пустого заголовка GEM (синяя штриховая линия), фиксированной 53-байтовой кодовой комбинации (зеленая пунктирная линия), и случайной 53-байтовой кодовой комбинации (красная сплошная линия)

V.1.2 Полезная нагрузка, зависящая от фазы скремблера

Разработка кодовой комбинации, зависящей от фазы скремблера, состоит из двух аспектов. Первым аспектом является разработка кодовой комбинации, желаемой для появления в линии. Желаемая кодовая комбинация должна быть выбрана так, чтобы получить благоприятные спектральные или временные характеристики. Ниже описана одна конкретная желаемая кодовая комбинация, однако существует буквально бесконечное число кодовых комбинаций, которые могут быть использованы. Другим аспектом является управление скремблером на нисходящем направлении передачи. Скремблер осуществит операцию XOR ("исключающее ИЛИ") с полезной нагрузкой (и заголовком) всех кадров, поступающих из OLT, и таким образом рандомизирует кодовую комбинацию в линии. Для осуществления обратной операции OLT должно подвергнуть операции XOR желаемую кодовую комбинацию с кодовой комбинацией скремблера до скремблирования пустых пакетов/ячеек. Оборудование OLT должно обеспечить использование кодовой комбинации скремблера, которая точно синхронизирована по битам со скремблером линии.

Что касается выбора желаемой кодовой комбинации, то существует несколько представляющих интерес характеристик сигнала в линии. Одной из них является наличие повторяющихся кодовых комбинаций, которые могут создавать гармоники частот в сигнале линии. Эти гармоники могут затем перетекать в другие сигналы (например, наложение видеоизображений) через вынужденное рамановское рассеяние, вызывая таким образом перекрестные помехи. Другой характеристикой является общий спектр сигнала в линии. Обычное скремблированное кодирование NRZ создает спектр, взвешенный в направлении низких частот, как показано на рисунке V.2. С этими низкими частотами связаны повышенные переходные помехи в волокне.

С учетом данных характеристик благоприятной желаемой кодовой комбинацией является комбинация с очень большой длиной повтора и спектром частот, смещенным в направлении более высоких частот. Простой кодовой комбинацией с такими свойствами является псевдослучайная

манчестерская кодированная последовательность. Для получения примитивного полинома высокого порядка (например, $2^{43} - 1$) может быть выбран псевдослучайный генератор, сконфигурированный для работы на половинной скорости передачи данных сигнала в нисходящем направлении. Затем каждый псевдослучайный разряд кодируется как символ манчестерского кода (01 или 10). Результирующая кодовая комбинация будет иметь спектр, показанный на рисунке V.2, который иллюстрирует случай передачи по нисходящему направлению со скоростью 2,488 Гбит/с.

Следует помнить о том, что управление холостой кодовой комбинацией действительно только для доли времени, в течение которой система нисходящего направления G-PON является незагруженной. Для иллюстрации этого предположим, что система загружена приблизительно на 25% и что созданные полезные нагрузки, состоящие из пустых пакетов, имеют длину 48 байтов. В этом случае желаемая кодовая комбинация существует в линии приблизительно в течение 67% времени. Поэтому спектр сигнала в линии будет взвешенной средней величиной скремблированного и кодированного манчестерским кодом спектров. Среднее снижение спектральной плотности показано на рисунке V.2. В данном примере в важной области 50~100 МГц снижение составляет 4 дБ. Это обеспечит улучшение рамановских искажений на 3 дБ для сигналов наложения в PON. Следует отметить, что при более высоком коэффициенте использования на нисходящем направлении улучшение будет меньше и наоборот.

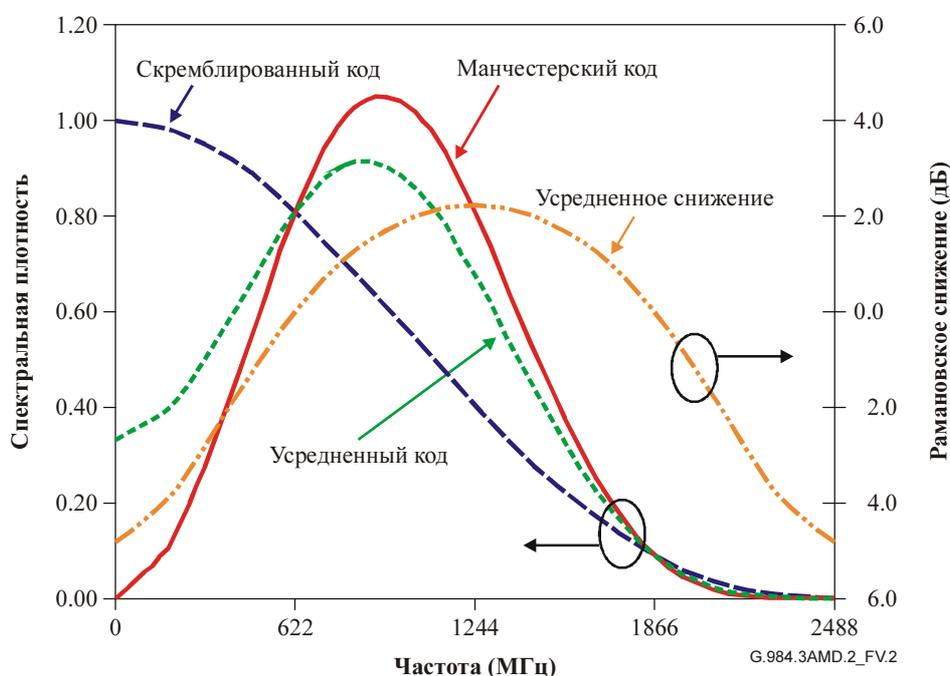


Рисунок V.2/G.984.3 – Спектры обычной скремблированной кодовой последовательности, кодовой последовательности, кодированной манчестерским кодом, усредненного кода и среднего снижения интенсивности спектра

V.2 Умышленное нарушение связи в PON

Поскольку в данной Рекомендации последовательность скремблера является относительно короткой (127 битов), возможна ситуация, когда пользователь сможет умышленно нарушить связь в PON путем загрузки пакетов, заполненных последовательностью скремблера. Это может привести к тому, что будут передаваться лишние последовательные идентичные разряды, в результате чего приемники ONU, вероятно, потеряют синхронизацию. Для предотвращения такой возможности рекомендуется, чтобы был задействован AES на всех межпунктовых соединениях в PON.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевых протоколов и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи