



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**МСЭ-Т**

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

**G.984.3**

**Изменение 3**  
(12/2006)

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

Цифровые участки и система цифровых линий –  
Оптические линейные системы для местных сетей  
и сетей доступа

---

Гигабитные пассивные оптические сети  
(G-PON): Спецификация уровня конвергенции  
передачи

**Изменение 3**

Рекомендация МСЭ-Т G.984.3 (2004 г.) – Изменение 3

---

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 И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	
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
<b>Оптические линейные системы для местных сетей и сетей доступа</b>	<b>G.980–G.989</b>
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
АСПЕКТЫ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ	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**

### **Гигабитные пассивные оптические сети (G-PON): Спецификация уровня конвергенции передачи**

#### **Изменение 3**

#### **Резюме**

Настоящее Изменение содержит различные разъяснения и дополнения к [ITU-T G.984.3].

#### **Источник**

Изменение 3 к Рекомендации МСЭ-Т G.984.3 (2004 г.) утверждено 14 декабря 2006 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). 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 осуществляется на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" ("shall") или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" ("must"), а также их отрицательные формы. Употребление таких слов не означает, что от какой-либо стороны требуется соблюдение положений данной Рекомендации.

## ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или выполнение настоящей Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, действительности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, доказываются ли такие права членами МСЭ или другими сторонами, не относящимися к процессу разработки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2009

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<b>Стр.</b>
1 Введение.....	1
2 Изменения к существующим разделам [ITU-T G.984.3].....	1
2.1 Раздел 9.2.3.1 – Сообщение Upstream_Overhead.....	1
2.2 Раздел 9.2.3.8 – Сообщение Encrypted_VPI/Port-ID.....	1
2.3 Раздел 9.2.4.1 – Сообщение Serial_Number_ONU.....	1
2.4 Раздел 9.2.4.5.....	1
2.5 Раздел 11.1.1 – Объекты, обнаруженные на OLT.....	1
2.6 Дополнение I – Транспортировка трафика пользователя по каналам GEM.....	2
3 Новый раздел I.4.....	2



**Гигабитные пассивные оптические сети (G-PON):  
Спецификация уровня конвергенции передачи**

**Изменение 3**

**1 Введение**

Спецификация уровня конвергенции передачи (ТС) G-PON [ITU-T G.984.3] требует нескольких мелких модификаций, которые разъяснили бы некоторые положения, а также добавления нескольких новых функциональных возможностей, включая передачу блоков TU синхронной цифровой иерархии (СЦИ) по GEM. В настоящем Изменении описывается язык для реализации этих изменений и дополнений.

**2 Изменения к существующим разделам [ITU-T G.984.3]**

**2.1 Раздел 9.2.3.1 – Сообщение Upstream\_Overhead**

К описанию байта 10 добавить текст "Примечание 4".

*Добавить следующее Примечание:*

"ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Обратите внимание, что кодирование режимов уровня мощности в сообщении upstream\_overhead, где 0 – наивысшее значение, а 2 – самое низкое, обратно кодированию сообщения serial\_number\_ONU."

**2.2 Раздел 9.2.3.8 – Сообщение Encrypted\_VPI/Port-ID**

*Добавить примечание в конец таблицы:*

"ПРИМЕЧАНИЕ. – Это сообщение не требуется ни для завершения выбора диапазона, ни для того, чтобы активизировать какие-либо соединения. Оно может быть передано в любое время, пока существует соединение. Изменение режима шифрования активного соединения, по всей вероятности, приведет к временному перерыву в обслуживании."

**2.3 Раздел 9.2.4.1 – Сообщение Serial\_Number\_ONU**

К описанию байта 12 добавить текст "Примечание 2".

*Добавить следующее Примечание:*

"ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Обратите внимание, что кодирование режимов уровня мощности в сообщении serial\_number\_ONU, где 2 – наивысшее значение, а 0 – самое низкое, обратно кодированию сообщения upstream\_overhead."

**2.4 Раздел 9.2.4.5**

*Изменить Примечание в конце таблицы так, чтобы оно содержало следующий текст:*

"ПРИМЕЧАНИЕ. – Первый фрагмент ключа (байты 0–7) будет иметь номер фрагмента Frag\_Index = 0, второй (байты 8–15) будет иметь Frag\_Index = 1, и так далее для всех фрагментов, требуемых для передачи ключа. В настоящее время для AES-128 требуется только два фрагмента."

**2.5 Раздел 11.1.1 – Объекты, обнаруженные на OLT**

В строке SF<sub>i</sub>, в столбце условия отмены заменить " $< 10^{-y+1}$ " на " $< 10^{-(y+1)}$ ".

В строке SD<sub>i</sub>, в столбце условия отмены заменить " $< 10^{-x+1}$ " на " $< 10^{-(x+1)}$ ".

Добавить к таблице две следующих строки:

TIWi	Слоты времени предупреждения о помехах	В любых N последовательных кадрах в любом неожиданном месте принята передача ONT	Создать уведомление Loss_of_phy_layer_I	В любых N последовательных кадрах передача ONT принимается в том месте, где ее ожидали
ТИА	Слоты времени аварийного сигнала о помехах	ONT включает свой лазер в любые слоты времени, которые ему не распределены	Создать уведомление Loss_of_phy_layer_I	Ошибочные ONU исправлены или удалены

## 2.6 Дополнение I – Транспортировка трафика пользователя по каналам GEM

Изменить вводный параграф к этому Дополнению так, чтобы он содержал следующий текст:

"Настоящее Дополнение содержит информативный материал, касающийся транспортировки в G-PON обычных протоколов пользователя, используя канал GEM.

Следует отметить, что существует несколько вариантов передачи услуг TDM по каналам GEM. По каналам GEM могут передаваться необработанные данные TDM (см. I.2); либо данные TDM могут быть упакованы в сигнал Ethernet, который затем передается по GEM (см. I.3); либо данные TDM могут быть упакованы в компонентные блоки СЦИ, которые затем передаются по GEM (см. I.4). Выбор варианта должен определяться архитектурой системы. Например, если коммутация/маршрутизация потока услуги должна быть осуществлена в региональной сети (WAN), то предпочтительна инкапсуляция Ethernet. В другом случае, если поток услуги должен быть завершен на местном оборудовании OLT, то предпочтительна инкапсуляция СЦИ."

## 3 Новый раздел I.4

Добавит следующий новый раздел:

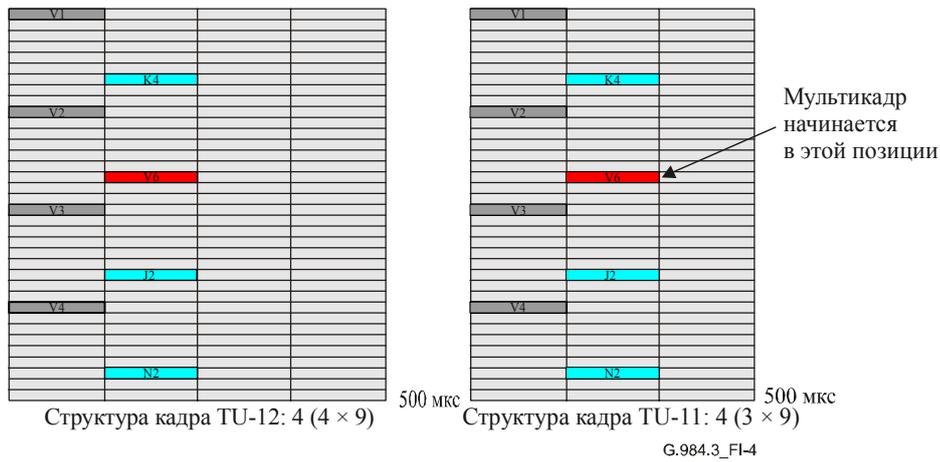
### I.4 Передача СЦИ по GEM

В Рекомендации [ITU-T G.707/Y.1322] определяются структуры компонентных блоков (TU). Эти структуры содержат данные пользователя, а также несколько механизмов для сохранения и восстановления синхронизации данных, которая не зависит от синхронизации системы транспортировки. GEM может обеспечить такой же тип синхронной транспортировки, что и СЦИ, поэтому структуры TU можно передавать по GEM. В настоящем разделе описываются подробности этого метода.

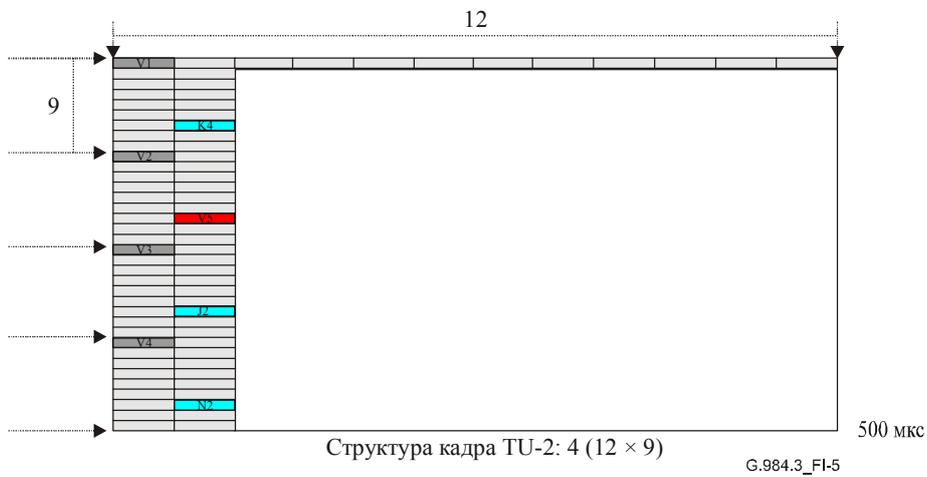
#### I.4.1 Обзор структур блоков TU синхронной цифровой иерархии

В структурах передачи синхронной цифровой иерархии (СЦИ) блок TU содержит низкоуровневый виртуальный контейнер (VC) и блок TU PTR. Существует 4 типа блоков TU: TU-11, TU-12, TU-2 и TU-3. Блок TU-11 используется для передачи услуги DS1. Блок TU-12 используется для передачи услуги E1. Блок TU-2 используется для передачи услуги DS2. Блок TU-3 используется для передачи услуги DS3 или E3.

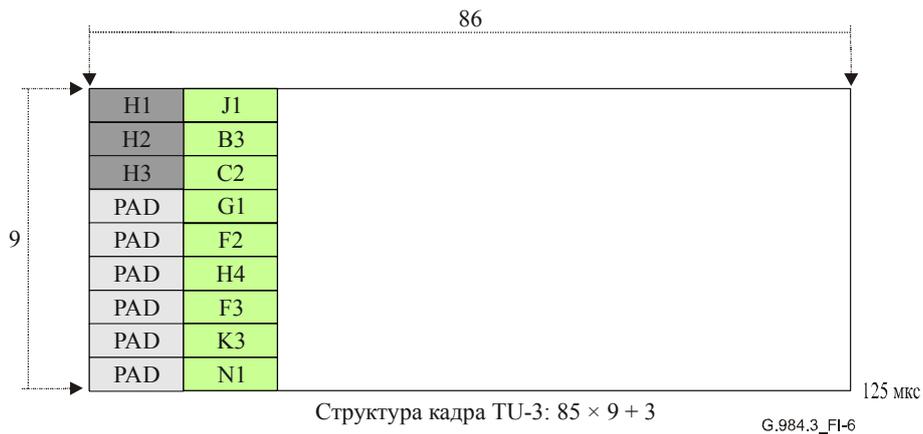
Структуры блоков TU показаны на рисунках I.4–I.6. Отметим, что байты, показанные на этой диаграмме, расположены по порядку, начиная с верхнего левого угла, слева направо, затем на следующей строке и так далее.



**Рисунок I.4 – Структуры кадров блоков TU-12 и TU-11**



**Рисунок I.5 – Структура кадров блока TU-2**

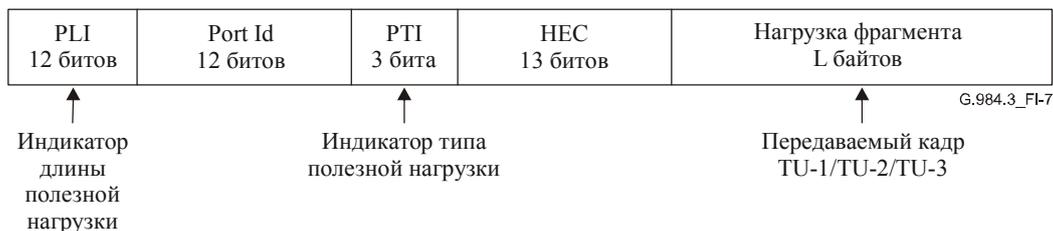


**Рисунок I.6 – Структура кадров блока TU-3**

Структура и функция указателей в байтах V1, V2 и V3 кадров блоков TU-11, TU-12 и TU-2; и в байтах H1, H2 и H3 кадра блока TU-3 продолжают работать точно так же, как описано в [ITU-T G.707/Y.1322].

## 1.4.2 Транспортировка структур TU по GEM

Структура вокруг кадра TU преобразуется в кадр GEM, как показано ниже:



**Рисунок 1.7 – Структура кадра GEM с полезной нагрузкой в виде кадра TU**

Каждому соединению блока TU назначается его собственный индикатор порта GEM (Port-ID). Размер каждого кадра TU всегда фиксирован. Этот размер зависит от типа передаваемого TU. Кроме того, на протяжении каждого цикла передачи процесс GEM получает кадр TU только один раз. Период этого цикла измеряется в масштабе времени системы G-PON, которая является синхронной системой транспортировки с отслеживаемой синхронизацией. Таким образом, может поддерживаться целостность синхронизации. Следует отметить, что допускается фрагментация GEM; однако в некоторых вариантах реализации могут делаться попытки скоординировать процесс формирования кадров G-PON и процесс формирования кадров СЦИ так, чтобы избежать фрагментации.

Длина и период передачи блоков TU-1/TU-2/TU-3, инкапсулированных в кадр GEM, показаны ниже:

Тип TU	Длина полезной нагрузки в GEM (байты)	Цикл передачи
TU-11	$4 (3 \times 9) = 108$	500 мкс
TU-12	$4 (4 \times 9) = 144$	
TU-2	$4 (12 \times 9) = 432$	
TU-3	$85 \times 9 + 3 = 768$	125 мкс

Полезные нагрузки объединяются с использованием структур, показанных на рисунках 1.4–1.6. Отметим, что в случае TU-3, 6 фиксированных байтов заполнения (они отмечены как "pad" на рисунке 1.6) не передаются, поскольку они не содержат полезной информации.

Приемник может идентифицировать тип передаваемых блоков TU двумя способами. Во-первых, используемый идентификатор Port-ID может иметь предварительно установленную связь с TU, который его переносит. Во-вторых, длина полезной нагрузки позволит еще раз проверить тип блока TU, поскольку для каждого типа TU определена своя длина полезной нагрузки.

Отметим, что, хотя процесс формирования кадров GEM синхронизирован частотой синхронизации кадров G-PON, могут существовать задержки в передаче кадров, обусловленные низкоуровневыми процессами PON (например, выбор диапазона). В типовых процедурах выбора диапазона, для выбора диапазона используется одновременно два кадра. Следовательно, процесс приема на OLT должен выстроить в очередь достаточное количество данных блоков TU, так чтобы процессор СЦИ клиента мог бы синхронно получать свои блоки TU с полезной нагрузкой.



## 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
<b>Серия G</b>	<b>Системы и среда передачи, цифровые системы и сети</b>
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 протокола Интернет и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи