



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**МСЭ-Т**

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

**G.998.2**

(01/2005)

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

Цифровые участки и система цифровых линий –  
Сети доступа

---

**Соединение нескольких пар для передачи по  
сети Ethernet**

Рекомендация МСЭ-Т G.998.2

---

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
<b>Сети доступа</b>	<b>G.990–G.999</b>
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.998.2**

### **Соединение нескольких пар для передачи по сети Ethernet**

#### **Резюме**

В настоящей Рекомендации приведено описание способа соединения нескольких цифровых абонентских линий (DSL) для транспортировки (передачи) по сети Ethernet. Эта Рекомендация способна поддерживать транспортировку по линиям SHDSL, VDSL и ADSL, а также будущие технологии xDSL по мере их появления.

Данная Рекомендация основана на методах, описанных в стандарте IEEE 802.3ah-2004, она расширяет транспортировку по сети Ethernet на другие технологии xDSL, включая ADSL. В настоящей Рекомендации не содержится подробное описание определенной технологии транспортировки xDSL. Вместо этого основное внимание уделено вопросам изменений уровня PCS, необходимых для соединения.

#### **Источник**

Рекомендация МСЭ-Т G.998.2 утверждена 13 января 2005 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. 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 2005

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

## СОДЕРЖАНИЕ

	<b>Стр.</b>
1 Область применения .....	1
2 Ссылки .....	1
3 Определения .....	2
4 Сокращения и акронимы .....	2
5 Рассматриваемые технологии и архитектура .....	4
5.1 Перечень технологий.....	4
5.2 Системные соображения.....	4
5.3 Взаимосвязь между терминологией IEEE 802.3ah-2004 и разбиением на уровни (информативный пункт).....	4
5.4 Использование нескольких каналов-носителей.....	6
6 Исключения к пункту 61 стандарта IEEE 802.3ah-2004.....	6
6.1 Исключения к пункту 61.1 стандарта 802.3ah-2004 .....	6
6.2 Исключения к пункту 61.2 стандарта 802.3ah-2004 .....	7
6.3 Исключения к пункту 61.3 .....	8
7 Управление .....	9
8 Установление связи.....	10
Приложение А – Соединение по сети Ethernet с инкапсуляцией 64/65 октетов .....	10
Приложение В – Соединение по сети Ethernet с инкапсуляцией по HDLC.....	10



## Рекомендация МСЭ-Т G.998.2

### Соединение нескольких пар для передачи по сети Ethernet

#### 1 Область применения

В настоящей Рекомендации приведены отдельные поправки части к пункту 61 стандарта IEEE 802.3ah-2004 в отношении метода доступа "Многостанционный доступ с обнаружением несущей и столкновений (CSMA/CD)" и спецификации физического уровня в виде нормативной ссылки, а также устанавливаются требования к соединению нескольких пар, установленные в стандарте IEEE 802.3ah-2004, которые различаются на территории Соединенных Штатов Америки. Кроме того, в данной Рекомендации определяются требования к расширению способов соединения, описанных в стандарте IEEE 802.3ah-2004, на другие технологии xDSL, отличавшиеся от VDSL и SHDSL.

Ниже приведено описание целей настоящей Рекомендации:

- a) Обеспечение поддержки работы технологий xDSL при использовании в кабелях с несколькими витыми парами, предназначенными для обеспечения речевого качества.
- b) Обеспечение скорости передачи данных в пакете 100 Мбит/с на независимом от среды Ethernet интерфейсе, используя согласование скоростей.
- c) Обеспечение полного дуплексного режима работы.
- d) Обеспечение канала связи со средним значением КОБ на интерфейсе службы  $\alpha/\beta$  менее  $10^{-7}$ .

#### 2 Ссылки

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылки на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- [1] Рекомендация МСЭ-Т G.991.2 (2001 г.), *Трансиверы высокоскоростных двухпроводных цифровых абонентских линий (SHDSL)*.
- [2] ITU-T Recommendation G.991.2 (2003), *Single-pair high-speed digital subscriber line (SHDSL) transceivers*.
- [3] ITU-T Recommendation G.992.1 (1999), *Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers*.
- [4] ITU-T Recommendation G.992.3 (2005), *Asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (ADSL2)*.
- [5] ITU-T Recommendation G.992.5 (2005), *Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) transceivers – Extended bandwidth ADSL2 (ADSL2+)*.
- [6] ITU-T Recommendation G.993.1 (2004), *Very high speed digital subscriber line transceivers*.
- [7] Рекомендация МСЭ-Т G.994.1 (2003 г.), *Процедуры установления соединения для приемопередатчиков цифровых абонентских линий (DSL)*.
- [8] IEEE 802.3 (2002), *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specification*.

- [9] IEEE 802.3ah (2004), *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specification – Amendment: Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Management Parameters for Subscriber Access Networks*.
- [10] T1.424\* (2004), *Interface between Networks and Customer Installations – Very-high-bit-rate Digital Subscriber Lines (VDSL) Metallic Interface (DMT-Based)*.

### 3 Определения

В настоящей Рекомендации даны определения следующих терминов:

**3.1 10PASS-TS:** Стандарт IEEE 802.3 для обеспечения транспортировки по одной паре и по нескольким парам сети Ethernet через приемопередатчики G.993.1 (MCM).

**3.2 2BASE-TL:** Стандарт IEEE 802.3 для обеспечения транспортировки по одной паре и по нескольким парам сети Ethernet через приемопередатчики G.991.2.

**3.3 агрегационная группа:** Совокупность линий, которые могут быть объединены в один интерфейс сети Ethernet.

**3.4 с контролем несущей:** В локальной (вычислительной) сети текущие действия станции по передаче данных для обнаружения того, ведет ли другая станция передачу.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Сигнал с контролем несущей указывает, что одно или несколько ООД ведут передачу в текущий момент.

**3.5 коллизия:** Ситуация, которая возникает в результате одновременных передач несколькими источниками оконечного оборудования данных (ООД) внутри одного домена коллизий.

**3.6 нисходящий:** Направление от центральной станции к удаленному терминалу.

**3.7 независимый от среды интерфейс:** В IEEE 802.3 – прозрачный сигнальный интерфейс в нижней части подуровня согласования.

**3.8 подключение к физической среде:** Та часть физического уровня, которая включает функции передачи, обнаружения коллизий при приеме, восстановления синхронизации и выравнивания фаз.

**3.9 зависимый от физической среды:** Та часть физического уровня, которая отвечает за интерфейс со средой передачи. Подуровень PMD расположен сразу над интерфейсом, зависимым от среды (MDI).

**3.10 объект физической среды:** В IEEE 802.3ah-2004 – ссылка на индивидуальный шлейф, содержащийся в агрегационной группе.

**3.11 удаленный терминал:** Терминал, находящийся в нисходящем направлении от коммутационной системы центральной станции.

**3.12 восходящий:** Направление от удаленного терминала к центральной станции.

### 4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

$\alpha$	интерфейс между уровнями PMS-TC и TPS-TC в СО
$\beta$	интерфейс между уровнями PMS-TC и TPS-TC в ОПА
$\gamma$	интерфейс между уровнем TPS-TC и уровнем PCS
ADSL	Асимметричная цифровая абонентская линия
ANSI	Американский национальный институт стандартов

\* Стандарты T1 поддерживаются ATIS с ноября 2003 года.

ATIS	Союз по технологическим решениям в промышленности электросвязи
КОБ	Коэффициент ошибок по битам
CL	Список возможностей
CLR	Запрос списка возможностей
СО	Центральная станция
ОПА	Оборудование в помещениях абонента
CRC	Циклическая проверка по избыточности
CS	С контролем несущей
CSMA/CD	Многостанционный доступ с обнаружением несущей и столкновений
DSL	Цифровая абонентская линия
ООД	Оконечное оборудование данных
EFM	Ethernet "на первой миле"
ПИО	Прямое исправление ошибок
FIFO	Первый прибыл – первый обслужен
HDLC	Управление звеном данных верхнего уровня
IEEE	Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике
МСЭ-Т	Международный союз электросвязи – Сектор стандартизации электросвязи
MAC	Управление доступом к физическим средствам соединения
MCM	Модуляция разделенной несущей
МП	Независимый от среды интерфейс
MP	Сообщение с предложением режима
MS	Сообщение с выбором режима
MSB	Старший значимый бит
PAF	Функция агрегации подключения к РМА
PCS	Подуровень кодирования физического уровня
PHY	Подуровень объекта физического уровня
РМА	Подключение к физической среде
PMD	Зависимый от физической среды
PME	Объект физической среды
PMS-TC	Уровень сходимости передачи, зависящий от физической среды
PTM	Режим пакетной передачи
SFD	Начальный ограничитель кадра
SHDSL	Однопарная высокоскоростная цифровая абонентская линия
TC	Уровень сходимости передачи
TC-CRC	Сходимость передачи – Циклическая проверка по избыточности
TPS-TC	Уровень сходимости передачи, зависящий от протокола передачи

VDSL	Сверхскоростная цифровая абонентская линия
xDSL	Собирательный термин, относящийся к любому из различных типов технологий DSL

## 5 Рассматриваемые технологии и архитектура

В этом пункте рассматриваются конкретные технологические параметры для некоторых связанных подуровней РНУ. Представленные в настоящей Рекомендации величины были получены из правил, сформулированных в пункте 61 стандарта IEEE 802.3ah-2004. Другие уровни РНУ можно рассматривать, используя эти правила.

### 5.1 Перечень технологий

Большие фрагменты настоящей Рекомендации относятся к техническим требованиям стандарта IEEE 802.3ah-2004. Перекрестные ссылки на перечень технологий и ссылки на соответствующие Рекомендации приведены в таблице 1.

**Таблица 1/G.998.2 – Перечень технологий**

Ссылка в настоящей Рекомендации	Ссылка на IEEE 802.3ah-2004	Соответствующая Рекомендация
VDSL	10PASS-TS	T1.424 [10]
SHDSL	2BASE-TL	G.991.2 [1]
ADSL	Нет данных	G.992.1 [3]

Как указано в таблице, ссылка IEEE на 10PASS-TS – это стандарт IEEE 802.3 для транспортировки по сети Ethernet с использованием подуровня РНУ, основанного на MCM-VDSL. Аналогично 2BASE-TL – это стандарт IEEE 802.3 для транспортировки по сети Ethernet с использованием подуровня РНУ, основанного на SHDSL. Не существует стандарта IEEE для транспортировки по сети Ethernet с помощью ADSL несмотря на то, что такая работа объясняется в данной Рекомендации.

### 5.2 Системные соображения

В настоящей Рекомендации рассматриваются подуровни РНУ, образуемые при использовании медных кабелей; такие уровни определяются только для работы в полном дуплексном режиме согласно техническим требованиям стандарта IEEE 802.3.

### 5.3 Взаимосвязь между терминологией IEEE 802.3ah-2004 и разбиением на уровни (информативный пункт)

Подуровень кодирования физического уровня (PCS) содержит две функции: согласование скорости MAC-РНУ и агрегация PME. Функциональное расположение PCS показано на рисунке 1.

$\gamma$ -интерфейс и  $\alpha(\beta)$ -интерфейс – это обобщенные интерфейсы, используемые в различных технических требованиях xDSL, например, в технических требованиях, которые упоминаются в пункте 2.  $\alpha(\beta)$ -интерфейс – это простой интерфейс передачи данных с синхронизацией октетов; в  $\gamma$ -интерфейсе добавляется осведомленность о протоколе.

Обратите внимание на то, что скорости передачи данных в затененной области на рисунке, которая обозначена как "область скоростей PMD", получены из скоростей передачи DSL. Данные передаются через  $\gamma$ -интерфейс со скоростью, определяемой нижними уровнями. Скорости передачи данных в затененной области, которая обозначена как "область скоростей 100 Мбит/с", синхронны скорости МП. Данные передаются через интерфейс МП на скорости один полубайт за тактовый цикл МП. Функция согласования скорости MAC-РНУ регулирует промежуток между пакетами так, чтобы эффективная скорость передачи данных по этому интерфейсу равнялась сумме скоростей на  $\gamma$ -интерфейсе<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Битовые домены и домены физических часов не обязательно совпадают. Подуровень ТС получает сигнал синхронизации от РМА через  $\alpha(\beta)$ -интерфейс, а сигнал синхронизации – от необязательной PAF или от функции согласования скорости MAC-РНУ через  $\gamma$ -интерфейс. Подуровень ТС обеспечивает согласование между двумя доменами синхронизации.

В направлении передачи кадры передаются из MAC в PCS через интерфейс МП, когда функция согласования скорости MAC-PHY допускает такую передачу. В PCS октеты заголовка и октеты SFD удаляются. Кадр данных разбивается функцией PAF; фрагменты направляются, возможно, через гибкий кроссовый переключатель и через  $\gamma$ -интерфейс к каждому агрегированному экземпляру PME. Подуровень TC принимает данные от функции согласования скорости MAC-PHY или от функции PAF на той скорости, на которой они могут быть обработаны подуровнем TC, путем установки Tx\_Enbl на  $\gamma$ -интерфейсе.

Необязательная функция гибкого кроссового переключателя может присутствовать для обеспечения доступа от централизованной функции соединения (PAF) к подуровням TC по линиям, распределенным по всей системе. Способ, который используется при передаче кадров между функцией соединения и различными подуровнями TC в соединяемой группе, выходит за рамки рассмотрения настоящей Рекомендации.

При передаче в направлении приемника переданные подуровнем TC данные поступают в функцию PAF (если она имеется) или в функцию соответствия скорости MAC-PHY путем установки Rx\_Enbl на  $\gamma$ -интерфейсе. PAF вновь собирает полученные фрагменты в кадры данных. Октеты заголовка и октеты SFD формируются и добавляются в кадр данных перед передачей его в MAC через интерфейс МП. Функция согласования скорости MAC-PHY может задержать передачу кадра, чтобы исключить одновременную передачу передаваемых и принимаемых кадров, если это требуется.

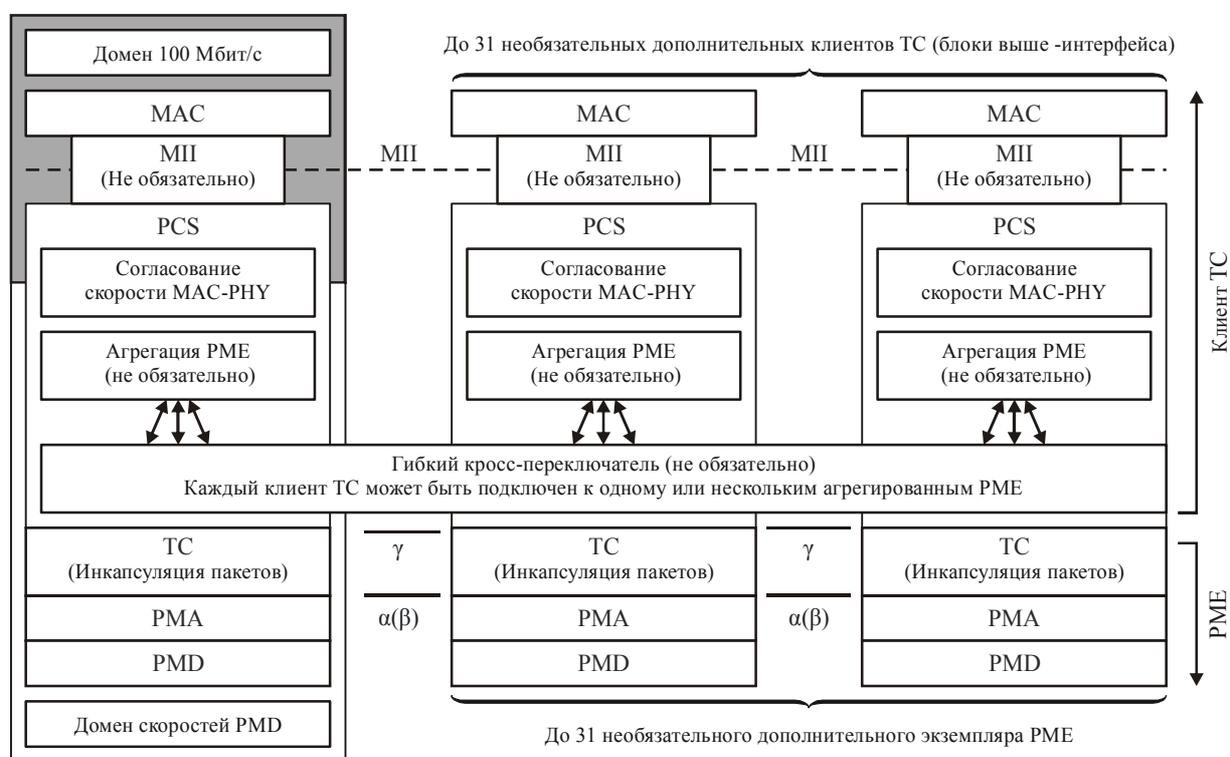


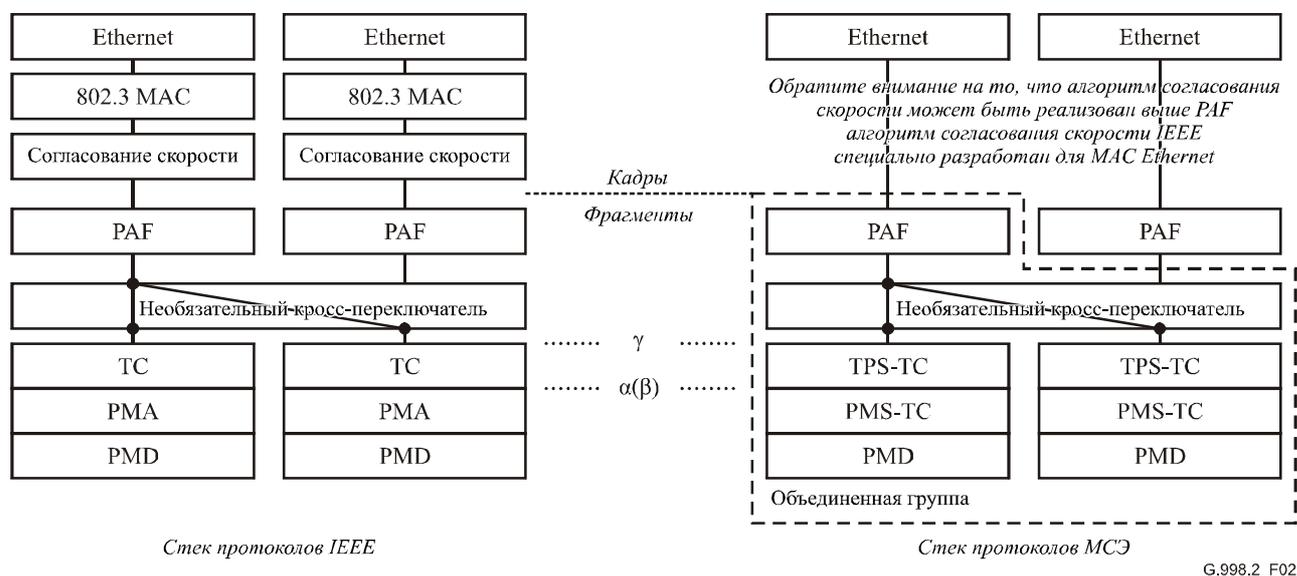
Рисунок 1/G.998.2 – Обзор функций PCS

На рисунке 2 приведено сравнение уровней МСЭ и уровней IEEE, на нем показано относительное расположение  $\gamma$  и  $\alpha(\beta)$ -интерфейсов и соответствующих архитектурных блоков. Необходимо обратить внимание на следующие моменты:

- 1) В стандарте IEEE 802.3ah-2004 вся функция объединяемой группы (прием/отправка кадров, фрагментация/сборка для нескольких линий, инкапсуляция фрагментов в линии и т. д.) называется функцией PCS. На рисунке 2 показана агрегация двух линий в крайнюю левую функцию PAF в обоих стеках протоколов.
- 2) Поскольку в стандарте IEEE 802.3ah-2004 существует всего один уровень TPS-TC (он определяет только инкапсуляцию 64/65 октетов как в TPS-TC), функция TPS-TC сокращается как TC.
- 3) Стандарт IEEE 802.3ah-2004 требует функцию согласования скорости для обеспечения интерфейса между хорошо определенным MAC 100 Мбит/с Ethernet и функцией агрегации с

переменной скоростью. Стек протоколов МСЭ не требует использования стандартного управления MAC Ethernet, поэтому функция согласования скорости не требуется.

На диаграмме видно, что стеки протоколов очень похожи, но имеют терминологические и архитектурные различия, связанные с исторически устоявшейся терминологией и архитектурой, используемых в различных организациях по разработке стандартов.



**Рисунок 2/G.998.2 – Сравнение стеков протоколов IEEE и МСЭ**

#### 5.4 Использование нескольких каналов-носителей

Для физических уровней, которые поддерживают несколько каналов-носителей, методы настоящей Рекомендации могут независимо применяться к одному или нескольким таким каналам. Поскольку каждый канал-носитель может независимо передавать отдельные фрагменты, можно объединять несколько каналов-носителей на нескольких линиях. Не следует объединять несколько каналов-носителей на одной и той же линии.

### 6 Исключения к пункту 61 стандарта IEEE 802.3ah-2004

xDSL системы, в которых TPS-TC Ethernet объединяются согласно настоящей Рекомендации, должны соответствовать пункту 61 стандарта IEEE 802.3ah-2004 за исключением того, что детально определено в остальной части этого пункта.

В данном пункте подробно описаны исключения к пунктам 61.1 и 61.2 стандарта IEEE 802.3ah-2004 для обобщения функции объединения в сети Ethernet, которая называется "функция агрегации подключения к PMA" (PAF) в стандарте IEEE 802.3ah-2004 [9], на технологии xDSL, которые не являются технологиями SHDSL (G.991.2, 2BASE-TL) и VDSL (G.993.1, 10PASS-TS).

Настоящая Рекомендация не определяет уровень TC, используемый для объединения. Пункт 61.2 стандарта IEEE 802.3ah-2004 [9] определяет уровень TC, основанный на инкапсуляции 64/65 октетов. Однако настоящая Рекомендация поддерживает также и другие режимы передачи пакетов на уровне TC.

Пункты с 61.5 по 61.10 неприменимы к настоящей Рекомендации.

#### 6.1 Исключения к пункту 61.1 стандарта 802.3ah-2004

Пункт 61.1 содержит введение и обзор остальной части пункта 61. Существует общее исключение по всему пункту 61.1, которое заключается в том, что настоящая Рекомендация расширяет область применения пункта 61 за рамки 10PASS-TS (VDSL) и 2BASE-TL (SHDSL). Что касается всего

описательного текста в пункте 61.1.1, то необходимо отметить, что специальные ссылки на 10PASS-TS и 2BASE-TL можно заменить более обобщенными ссылками на системы, в которых используется несколько пар, и на системы физического уровня, как определено в настоящей Рекомендации.

#### **6.1.1 Исключения к пункту 61.1.1**

Пункт 61.1.1 применяется с учетом указанного выше обобщения.

#### **6.1.2 Исключения к пункту 61.1.2**

В пункте 61.1.2 перечисляются цели соединения в сети Ethernet, определенные в стандарте IEEE 802.3ah-2004. Настоящая Рекомендация включает следующую добавленную цель.

- g) Работа многопарного объединения в сети Ethernet посредством технологий xDSL, включая ADSL и будущие технологии xDSL.

#### **6.1.3 Исключения к пункту 61.1.3**

В пункте 61.1.3 производится сравнение архитектуры IEEE 802.3 с традиционной архитектурой xDSL, этот пункт применяется без изменений.

#### **6.1.4 Исключения к пункту 61.1.4**

В пункте 61.1.4 приведен обзор всего пункта 61. К настоящей Рекомендации имеют отношение только те пункты, которые касаются работы с использованием нескольких пар. Подходящими пунктами являются пункты 61.1.4.1.1 и 61.1.4.1.3. Другие части пункта 61.1.4 не имеют отношения к настоящей Рекомендации.

#### **6.1.5 Исключения к пункту 61.1.5**

В пункте 61.1.5 приведены примеры конфигураций в сети Ethernet с использованием нескольких пар. Хотя в этих примерах используются регистры аппаратных средств, специфические для стандарта IEEE 802.3ah-2004, примеры и возможности использования соединений с помощью нескольких пар относятся также и к настоящей Рекомендации.

### **6.2 Исключения к пункту 61.2 стандарта 802.3ah-2004**

В этом пункте подробно описаны исключения к пункту 61.2 стандарта IEEE 802.3ah-2004.

#### **6.2.1 Исключения к пункту 61.2.1**

В пункте 61.2.1 определяется процедура согласования скорости для технологий "Ethernet посредством xDSL" при использовании существующего управления MAC Ethernet. Этот пункт не изменяется, он применим всегда, когда в системе используется управление MAC, соответствующее стандарту IEEE 802.3, посредством объединения в сети Ethernet и/или технология TPS-TC, определенная в настоящей Рекомендации.

#### **6.2.2 Исключения к пункту 61.2.2**

В пункте 61.2.2 приведено описание функции объединения подключения к PME (PAF), которая выполняет функцию объединения при использовании нескольких пар для технологий "Ethernet посредством xDSL". Функция PAF отвечает за сегментацию на несколько фрагментов кадра, полученного от более высокого уровня, и передачу их на уровне TPS-TC по отдельным шлейфам. Кроме того, она отвечает за сборку в кадры фрагментов, полученных от TPS-TC по отдельным шлейфам, и передачу этих кадров вышележащему уровню.

PAF – это необязательный уровень в стандарте IEEE 802.3. Если он не реализован или если функция PAF заблокирована, в объединении допускается использовать не более одной пары, и осуществляется непосредственный обмен кадрами между вышележащим уровнем и TPS-TC.

При обобщении методов транспортировки по сети Ethernet стандарта IEEE 802.3ah-2004 основные исключения в пункте 61.2.2 заключаются в механизмах управления для предоставления и обнаружения того, какие пары входят в одну и ту же агрегационную группу.

В пункте 61.2.2.8.3 приведено описание набора регистров для управления парами в агрегационную группу. Эти регистры перечислены ниже:

- 1) Capability register (Регистр возможностей). Он используется для того, чтобы объект управления или контроля мог прочитать на физическом уровне, поддерживается ли работа по нескольким линиям, а также, в случае положительного ответа, включена ли она.
- 2) PMI\_Available\_register. Этот регистр используется для того, чтобы указать, какие шлейфы могут входить в агрегационную группу.
- 3) PMI\_Aggregate\_register. Этот регистр используется для того, чтобы указать, какие шлейфы входят в определенные агрегатные группы.
- 4) Remote\_discovery\_register. Этот регистр используется для автоматического обнаружения того, какие шлейфы связаны с одним и тем же удаленным устройством.
- 5) Aggregation\_link\_state\_register. Этот регистр используется для указания уровню агрегации и управления сведениями о состоянии линии.

Обратите внимание на то, что основная поддержка этих регистров предоставляется в соответствии с сообщениями процедуры установления связи согласно Рек. МСЭ-Т G.994.1. Соответствие этих параметров настройки регистров механизмам процедуры установления связи по Рек. МСЭ-Т G.994.1 объясняется в пункте 61.4 стандарта IEEE 802.3ah-2004 для подуровней РНУ при использовании VDSL и SHDSL. В настоящей Рекомендации и в стандарте IEEE 802.3ah-2004 используются кодовые точки установления связи, определенные в Рек. МСЭ-Т G.994.1. В пункте 8 настоящей Рекомендации приводится дополнительная информация по использованию процедур установления связи для определения агрегационных групп.

### **6.3 Исключения к пункту 61.3**

Стандарт IEEE 802.3ah-2004 определяет инкапсуляцию 64/65 октетов в пункте 61.3, требуемое TPS-ТС для соединения по сети Ethernet, которое определено в стандарте 802.3ah-2004. Однако настоящая Рекомендация не определяет конкретный TPS-ТС, который требуется для функции соединения по сети Ethernet. Поэтому пункт 61.3 не требуется для данной Рекомендации.

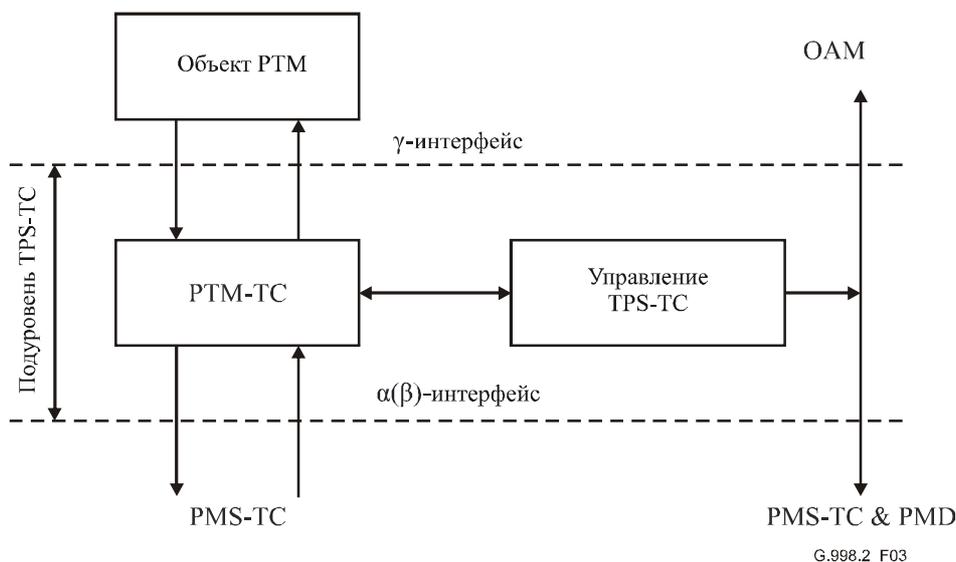
Операция соединения по сети Ethernet на двух возможных пакетных подуровнях TPS-ТС описывается в отдельных приложениях – в Приложении А для инкапсуляции 64/65 октетов, а в Приложении В для инкапсуляции по HDLC. Инкапсуляция 64/65 октетов представляет собой предпочтительный способ инкапсуляции при пакетном TPS-ТС для соединения по сети Ethernet.

Несмотря на то, что в настоящей Рекомендации не определен подуровень TPS-ТС для соединения в сети Ethernet, существуют требования к любому пакетному подуровню TPS-ТС, который используется для соединения согласно этой Рекомендации. Для работы по нескольким парам требуется знать предельное значение дифференциального времени задержки, возникающей между парами в агрегационной группе. Метод инкапсуляции, выбранный для конкретной реализации, должен привести к трафику через  $\gamma$ -интерфейс, отвечающему ограничениям, приведенным в пунктах 61.2.2.5 и 61.2.2.6.

Функциональная модель транспортировки пакетных данных представлена на рисунке 3. В направлении передачи объект РТМ получает пакеты данных, которые должны транспортироваться от интерфейса приложений. Объект РТМ обрабатывает каждый пакет и передает его в байтовом формате на  $\gamma$ -интерфейс. TPS-ТС (РТМ-ТС) принимает пакет от  $\gamma$ -интерфейса, инкапсулирует его в специальный кадр (кадр PMS-ТС) и преобразует в кадр PMS-ТС (передаваемый кадр) для передачи по физическому соединению.

В направлении приема кадр РТМ-ТС, извлеченный из полученного кадра PMS-ТС, направляется в РТМ-ТС. Подуровень РТМ-ТС восстанавливает транспортируемый пакет и передает его объекту РТМ через  $\gamma$ -интерфейс.

Связанные с РТМ данные ОАМ, включая информацию относительно пакетов с ошибками, должны представляться объекту управления TPS-ТС, обеспечивающему все необходимые функции ОАМ для поддержки РТМ-ТС.



**Рисунок 3/G.998.2 – Функциональная модель транспортировки в режиме PTM**

В направлении передачи подуровень TPS-TC принимает данные от объекта PTM на той скорости, на которой они могут обрабатываться подуровнем TPS-TC, устанавливая на  $\gamma$ -интерфейсе Tx\_Enbl. В направлении приема подуровень TC помещает данные в объект PTM посредством установки Rx\_Enbl на  $\gamma$ -интерфейсе.

Для соединения по сети Ethernet объектом PTM является PAF (функция агрегации пар PME).

## 7 Управление

Уровень управления является необязательным уровнем в сети Ethernet согласно стандарту IEEE 802.3, и поэтому он является необязательным уровнем в соединении по Ethernet. Однако в случае наличия уровня управления рекомендуется использовать следующие атрибуты для каждого соединяемого порта Ethernet.

- Local Aggregation Capacity (Локальная способность агрегации). Количество линий, которые могут быть агрегированы на уровне соединения.
- Local Lines Available (Доступные локальные линии). Набор линий, которые могут быть включены в данное объединение. Обращается внимание на то, что линия может быть потенциально доступна для нескольких агрегированных портов.
- Local Lines Aggregated (Агрегированные локальные линии). Набор линий, которые входят в объединение в текущий момент времени. В любой момент времени линия может входить максимум в одно объединение.
- Local Aggregate Bandwidth (Полоса пропускания локальной агрегации). Текущая полоса пропускания агрегированного порта Ethernet (сумма скоростей передачи данных по отдельным линиям в объединении).

Следующие атрибуты дополнительно рекомендуются для STU-C, они отражают (в STU-C) упомянутые выше атрибуты STU-R.

- Remote Aggregation Capacity (Возможность удаленного объединения). Количество линий, которые могут быть агрегированы на уровне соединения в равноранговом порте STU-R.
- Remote Lines Available (Доступные удаленные линии). Набор линий, которые могут войти в это объединение в равноранговом порту STU-R. Обращается внимание на то, что линия может быть потенциально доступна нескольким агрегированным портам.
- Remote Lines Aggregated (Агрегированные удаленные линии). Набор линий, которые находятся в настоящее время в данном объединении в равноранговом порту STU-R. В любой момент времени линия может входить максимум в одно объединение.

- Remote Aggregate Bandwidth (Полоса пропускания удаленного объединения). Текущая полоса пропускания агрегированного порта Ethernet (сумма скоростей передачи данных отдельных линий в объединении) в равноранговом порту STU-R. Она эквивалентна сумме скоростей приема данных в STU-C.

Эти параметры управления дублируют параметры управления, определенные для объекта агрегации в стандарте IEEE 802.3ah-2004 (см. пункт 30.11 в документе [9]).

## 8 Установление связи

Пункт 61.4 стандарта IEEE 802.3ah-2004 определяет работу по установлению связи для стандартов IEEE 2BASE-TL и 10PASS-TS. В настоящем разделе определяются процедуры установления связи для обнаружения того, какие пары предоставлены определенным агрегационным группам, используя кодовые точки PME Aggregation (Агрегация PME) и PME Aggregation Discovery (Обнаружение агрегации PME) дерева установления связи IEEE.

Процедуры указанного раздела используются в настоящей Рекомендации для соединения по сети Ethernet со следующими исключениями.

- Отсутствует параметр "PAF Enable" (Включить PAF), который описан в пункте 61.4 стандарта IEEE 802.3ah-2004 [9]. Этот параметр используется для определения того, осуществляется ли соединение. Поскольку настоящая Рекомендация относится только к работе через соединение, то этот параметр не требуется.

В отличие от операций установления связи согласно стандарту IEEE 802.3ah-2004 [9], в настоящей Рекомендации определяется уровень соединения для работы независимо от TPS-TC. Каждая линия может выбрать свой подуровень TPS-TC независимо от других линий, если только максимальное дифференциальное время задержки пар соответствует требованиям данной Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В настоящей Рекомендации для соединения по сети Ethernet используются кодовые точки PME Aggregation (Агрегация PME) и PME Aggregation Discovery (Обнаружение агрегации PME), определенные в Рек. МСЭ-Т G.994.1. Определение этих переменных приведено в пункте 45.2.3.20 (Агрегация PME) и 45.2.6.8 (Обнаружение агрегации PME) стандарта IEEE 802.3ah-2004. Транзакции, используемые для обмена этими кодовыми точками (например, "Get" (Получить), "Set if Clear" (Установить в случае сброса), "Clear if Same" (Сбросить в случае совпадения)), определены в пункте 61.4 стандарта IEEE 802.3ah-2004. Обратите внимание на то, что пример процедуры обнаружения агрегации содержится в Приложении 61А к стандарту IEEE 802.3ah-2004.

## Приложение А

### Соединение по сети Ethernet с инкапсуляцией 64/65 октетов

Пункт 61.3.3 стандарта 802.3ah-2004 определяет инкапсуляцию 64/65 октетов. Рек. МСЭ-Т G.998.2 должна использоваться в сочетании с инкапсуляцией PTM-TC 64/65 октетов, как определено в серии Рекомендаций МСЭ-Т G.99x для отдельных приемопередатчиков DSL. Нормативные ссылки на пункт 61.3.3 стандарта IEEE 802.3ah-2004 приведены в соответствующей Рекомендации МСЭ-Т.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Пункт 61.3.3.3 определяет длину TC-CRC для инкапсуляции 64/65 октетов. Возможно использование 16 разрядов или 32 разрядов в зависимости от возможностей исправления ошибок базовой технологии. Требования к CRC определены в разделе PTM-TC применяемой Рекомендации МСЭ-Т.

## Приложение В

### Соединение по сети Ethernet с инкапсуляцией по HDLC

Специальные нормативные требования для инкапсуляции по HDLC содержатся в применяемой Рекомендации МСЭ-Т для базовой технологии транспортировки.



## СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, эксплуатация 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 межсетевых протоколов и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи