



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**МСЭ-Т**

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**J.281**

(03/2005)

СЕРИЯ J: КАБЕЛЬНЫЕ СЕТИ И ПЕРЕДАЧА  
СИГНАЛОВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ И ЗВУКОВЫХ  
ПРОГРАММ И ДРУГИХ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ  
СИГНАЛОВ

Цифровая передача телевизионных сигналов

---

**Требования к многоканальной передаче  
видеосигналов по волоконно-оптической  
сети на основе IP**

Рекомендация МСЭ-Т J.281

---



### Требования к многоканальной передаче видеосигналов по волоконно-оптической сети на основе IP

#### Резюме

Массовое развертывание широкополосных оптических сетей доступа в последние годы позволяет обычным потребителям использовать полосу пропускания 100 Мбит/с и более при приемлемой стоимости. Такая полоса пропускания обладает потенциалом передачи высококачественных видеосигналов вплоть до телевидения высокой четкости (ТВЧ). В широкополосных волоконно-оптических сетях связи обычно используется межсетевой протокол (IP). Настоящая Рекомендация содержит требования к многоканальной системе передачи видеосигнала по волоконно-оптической сети на основе IP, включая сети кабельного телевидения (КТВ) с архитектурой высокого уровня.

Предполагается, что телевизионные услуги предоставляются тем же способом, что и современная система КТВ. Не рассматривается однонаправленная передача VoD (видео по запросу), которая состоит из одного сеанса передачи. Однако рассматривается вещательная передача VoD, которая интегрирована в вещательную систему КТВ. В настоящей Рекомендации предполагается, что вещательная передача VoD представлена многоадресным потоком, а не вещательным сигналом, и что он может обрабатываться как вещательная служба.

#### Источник

Рекомендация МСЭ-Т J.281 утверждена 1 марта 2005 года 9-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.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет 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 соответствие 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 то, что практическое применение или реализация этой 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 не получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации 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
2.1 Нормативные ссылки .....	1
3 Определения .....	2
4 Сокращения .....	2
5 Предположения, относящиеся к системе .....	3
5.1 Головной узел .....	3
5.2 Базовая сеть .....	3
5.3 Сеть доступа .....	3
5.4 Подключение к сети Интернет .....	4
5.5 STB .....	4
6 Требования .....	5
6.1 Передача и обслуживание .....	5
6.2 Формат пакетов .....	5
6.3 Мультиплексирование и выбор программ .....	6
6.4 QoS сети и полоса пропускания сети .....	6
6.5 STB .....	6
6.6 Безопасность .....	6
6.7 Координация с другими службами и технологиями .....	7



### Требования к многоканальной передаче видеосигналов по волоконно-оптической сети на основе IP

#### 1 Область применения

Настоящая Рекомендация определяет требования к многоканальной системе передачи видеосигнала по волоконно-оптической сети на основе IP. Предполагается, что видеослужба, будет такой же, как современная цифровая вещательная служба, в которой высококачественные видеопрограммы, включая ТВЧ, предоставляются в качестве части набора услуг, таких как передача данных, система условного доступа и электронная программа передач.

#### 2 Ссылки

##### 2.1 Нормативные 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.

- ITU-T Recommendation H.222.0 | ISO/IEC 13818-1 (2000), *Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems.*
- ITU-T Recommendation G.983.1 (2005), *Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON).*
- Рекомендация МСЭ-Т G.983.3 (2001), *Система широкополосного оптического доступа с расширенными функциональными возможностями за счет использования распределения по длинам волн.*
- ITU-T Recommendation G.984.1 (2003), *Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics.*
- ITU-T Recommendation J.183 (2001), *Time-division multiplexing of multiple MPEG-2 transport streams over cable television systems.*
- ITU-T Recommendation J.193 (2004), *Requirements for the next generation of set-top boxes.*
- IEEE Std. 802.3AH (2004), *Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – LAN/MAN – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications – Amendment: Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for Subscriber Access Networks.*

### 3 Определения

В настоящей Рекомендации определяется следующий термин:

**3.1 транспортный поток (TS):** Структура данных, определенная в Рекомендации МСЭ-Т H.222.0 | ISO/IEC 13818-1.

### 4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

КТВ	Кабельное телевидение
ЕСМ	Сообщение контроля названия
ЕММ	Сообщение управления названием
EPG	Электронная программа передач
FTTH	Сеть с доведением оптического кабеля до пользователя
FTTV	Доведение волоконно-оптического кабеля до здания
ТВЧ	Телевидение высокой четкости
IP	Межсетевой протокол
MAC	Управление доступом к передающей среде
MPEG	Группа экспертов в области подвижных изображений
NIT	Сетевая информационная таблица
OLT	Терминал оптической линии
ONU	Элемент оптической сети
PES	Пакетный элементарный поток
PSI	Информация, относящаяся к программе
PHY	Физический уровень
QoS	Качество обслуживания
RTP	Транспортный протокол реального времени
STB	Телевизионный преобразователь (для подключения кабельного телевидения)
TS	Транспортный поток
UDP	Протокол дейтаграмм пользователя
VoD	Видео по запросу



## 5 Предположения, относящиеся к системе

Чтобы облегчить понимание требований к системе, описанной в следующем пункте, в этом пункте приведено описание предположений, относящихся к системе, и эталонной архитектуры.

Представленная система состоит в основном из четырех компонентов: головной узел, базовая сеть, сеть доступа и STB. Эти компоненты кратко поясняются на рисунке 1.

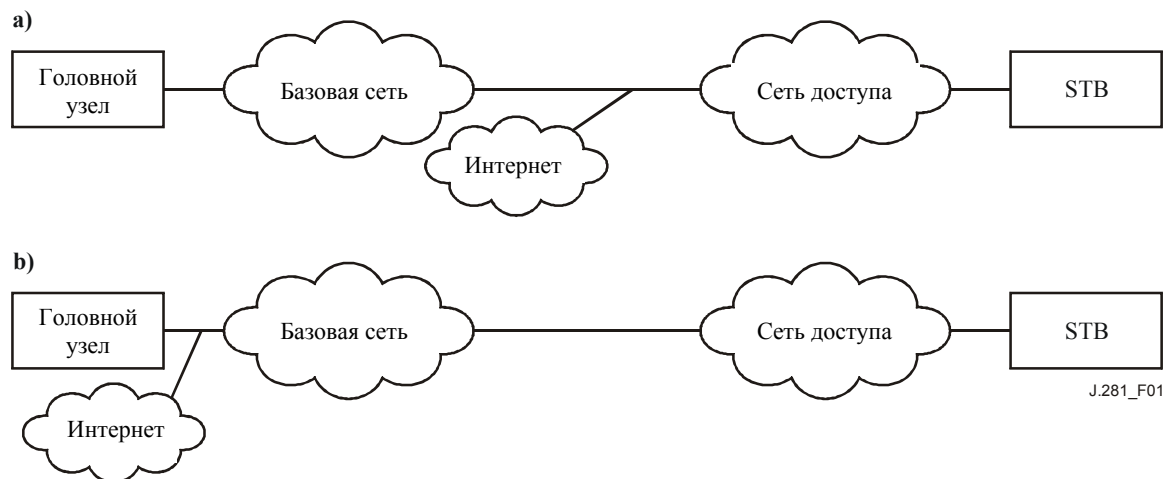


Рисунок 1/J.281 – Примеры конфигурации системы

### 5.1 Головной узел

Головной узел играет роль, подобную роли головного узла КТВ. Он координирует потоки видеосигналов и формирует транспортные потоки. Здесь же производится инкапсуляция в IP-пакеты. В системе должен иметься по меньшей мере один головной узел. В одной системе могут использоваться два или более головных узлов.

### 5.2 Базовая сеть

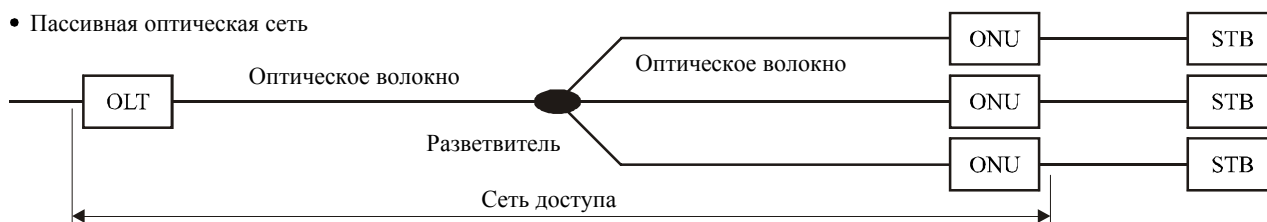
Базовая сеть отвечает за транспортировку введенных IP-пакетов в каждую сеть доступа с обеспечением достаточно высокого качества передачи. Она имеет соответствующую полосу пропускания, функции качества обслуживания (QoS) и/или сетевую архитектуру, чтобы гарантировать качество, необходимое для услуг передачи видеосигнала, а не для трафика, сформированного обычными приложениями Интернет, такими как Всемирная паутина (WWW) и электронная почта.

### 5.3 Сеть доступа

Сеть доступа, соединяющая STB и базовую сеть, обеспечивает достаточную полосу пропускания для видеослужб. Кроме того, она обеспечивает подключение оборудования в помещении пользователя к сети Интернет. В настоящей Рекомендации предполагается, что сеть доступа – это сеть типа FTTx. Имеется несколько архитектур типа FTTx, их сходство между собой может создавать путаницу. В настоящей Рекомендации основное внимание уделено FTTH, в которой ONU устанавливаются внутри зданий или вне их, и FTTB, в которой определяется установка ONU внутри зданий.

На рисунке 2 приведен пример сети доступа. Сеть доступа состоит из OLT, ONU и соединяющего их оптического волокна. В некоторых случаях между ONU и OLT может быть вставлен разветвитель. В некоторых Рекомендациях или стандартах, в частности в Рекомендациях МСЭ-Т серии G, таких как Рекомендации МСЭ-Т G.983 и G.984, волоконно-оптическая сеть между OLT и ONU называется оптической распределительной сетью (ODN).

• Пассивная оптическая сеть



• Одиночная ветвь звездообразной структуры оптической сети



J.281\_F02

**Рисунок 2/J.281 – Примеры сети доступа**

Разработано несколько технологий оптической сети доступа, несколько операторов развернули некоторых из них. Ниже перечислены технологии, которые могут использоваться с настоящей Рекомендацией на момент ее опубликования.

- Рекомендация МСЭ-Т G.983.1;
- Рекомендация МСЭ-Т G.983.3;
- Рекомендация МСЭ-Т G.984.1;
- Стандарт IEEE 802.3АН.

#### 5.4 Подключение к сети Интернет

В системе может обеспечиваться подключение к сети Интернет. Для предоставления услуг Интернет можно использовать несколько точек соединения. На рисунке 1-а показан пример соединительной точки, которая расположена между сетью доступа и базовой сетью. При размещении соединительной точки в месте, показанном на рисунке 1-а, облегчается обеспечение качества обслуживания в базовой сети.

Соединительная точка может находиться в головном узле или базовой сети, как показано на рисунке 1-б. В этом случае базовая сеть должна предложить способ поддержки качества передачи видеослужб.

#### 5.5 STB (телевизионный преобразователь)

STB отвечает за завершение всех сетевых функций на всех уровнях, а также за обеспечение обычных функций STB, таких как декодирование видеосигнала.

Пример стека протоколов показан на рисунке 3. Стек протоколов разделен на две части:

- 1) группа уровней, лежащих ниже уровня RTP, которая прежде всего отвечает за передачу;
- 2) группа уровней, лежащих выше уровня TS MPEG-2, которая прежде всего отвечает за услуги.

Эти две группы уровней слабо связаны; поэтому предполагается, что работа службы и работа сети будут меньше зависеть друг из друга.

Аудио Видео	Службы по передаче данных и т. д.	PSI SI	ECM EMM
	Carousel		
PES	Раздел		
MPEG-2 TS			
RTP			
UDP			
IP			
MAC			
PHY			

J.281\_F03

**Рисунок 3/J.281 – Пример стека протоколов**

Ниже приведены предположения к структуре протокола:

- Услуги предоставляются с использованием системы TS MPEG-2.
- Предоставляется множество программ. Возможно предоставление несколько сотен программ.
- Для распределения содержания видеoinформации используется многоадресная передача по IP.

## **6 Требования**

### **6.1 Передача и обслуживание**

Ниже приведены требования к передаче и обслуживанию:

- IP-сеть должна четко управлять областью распределения.
- Если несколько вещательных компаний предоставляют TS независимо, то каждый TS должен сохранять свою независимость.
- IP-сеть должна устранить или уменьшать вызванное в сети дрожание.
- Должна быть реализована высокая эффективность передачи.
- Переданный по сетям поток TS должен соответствовать Рекомендации МСЭ-Т H.222.0 | ISO/IEC 13818-1.

IP-сеть должна сводить к минимуму задержку передачи.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – В будущих Рекомендациях будет определено допустимое время ожидания передачи видеослуг по FTTH IP-сетям. Несмотря на то, что вопрос времени ожидания передачи оставлен для дальнейшего изучения, в некоторых документах предлагается использовать сотни миллисекунд как допустимое значение времени ожидания.

### **6.2 Формат пакетов**

Ниже приведены требования к формату пакетов:

- Кодирование для защиты от ошибок пакетов TS MPEG-2 или пакетов RTP должно препятствовать потере пакетов на уровне IP, при этом время ожидания передачи должно быть достаточно малым, как указано в п. 6.1.
- Заголовок пакета должен обеспечивать для STB возможность распознавания последовательности переданных пакетов IP.

### 6.3 Мультиплексирование и выбор программ

Ниже приведены требования к мультиплексированию и выбору программ:

- Программы должны приниматься на основе транспортных потоков.
- Информация о мультиплексировании должна предоставляться в составе PSI, которая определена в Рекомендации МСЭ-Т H.222.0 | ISO/IEC 13818-1.
- Таблица NIT должна содержать достаточную информацию для определения логического расположения программ.
- Должна использоваться схема мультиплексирования, определенная в Рекомендации МСЭ-Т J.183.
- STB должен сводить к минимуму время выбора программы, которое желательно привести в соответствие со временем для STB обычного кабельного телевидения.

### 6.4 QoS и полоса пропускания сети

Ниже приведены требования к QoS и полосе пропускания сети:

- Базовая сеть должна предоставлять достаточную полосу пропускания, чтобы обеспечивать возможность одновременного распределения всех программ.
- Сеть доступа должна предоставлять достаточную полосу пропускания для распределения по меньшей мере одной программы каждому пользователю.
- Для базовой сети и сети доступа должна быть определена классификация качества обслуживания.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Необходимо рассмотреть распределение полосы пропускания и приоритетов другим услугам как части общей политики управления сетью. Например, приоритет видеослужбы по отношению к услуге телефонии, определяется оператором и вещательной компанией. Настоящая Рекомендация не решает общие проблемы управления сетью, требуется только обеспечить качество видеослужбы.

### 6.5 STB

Ниже приведены требования к STB:

- IP-адрес должен назначаться автоматически.
- STB должен поддерживать услуги на основе дополнительной информации, связанной с TS MPEG-2.
- STB должен обеспечивать управление копированием.
- Головной узел и/или IP-сеть должны предотвращать прием любой программы несанкционированным STB.
- STB должен удовлетворять требованиям, определенным в Рекомендации МСЭ-Т J.193, кроме определений, относящихся к физическому уровню и аналоговым видео/аудиослужбам.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Рекомендация МСЭ-Т J.193 определяет функциональные требования к STB следующего поколения. Некоторые требования могут быть применены к STB по настоящей Рекомендации, однако не должны применяться требования, связанные с физическим уровнем и аналоговыми видео/аудиослужбами.

### 6.6 Безопасность

Ниже приведены требования к безопасности:

- Головной узел и/или IP-сеть должны обеспечивать средства, препятствующие доступу неуполномоченных лиц к оборудованию головного узла.
- Сервер и STB должны противостоять атакам типа "отказ в обслуживании", которые не позволяют получать видеослужбы или снижают их качество.
- Головной узел и/или IP-сеть должны предотвращать незаконное подключение к линии и спуфинг.

## **6.7 Координация с другими службами и технологиями**

Ниже приведены требования к координации с другими услугами электросвязи:

- Если тракт передачи IP в сети доступа и базовой сети используется совместно с другими услугами электросвязи, то качество передачи видеосигнала не должно зависеть от отказа или прерывания других услуг.
- Качество обслуживания не должно зависеть от структуры волоконно-оптической сети.
- IP-сеть должна позволять расширение полосы пропускания для удовлетворения требований контента в будущем.
- STB должен обеспечивать координацию с домашними сетевыми технологиями (например, с локальной вычислительной сетью).





## 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
<b>Серия J</b>	<b>Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов</b>
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
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 и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи