



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**МСЭ-Т**

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

**Y.1542**

(07/2006)

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ  
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА  
ИНТЕРНЕТ И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

Аспекты протокола Интернет – Качество обслуживания  
и сетевые показатели качества

---

**Условия для достижения требований  
к показателям качества сквозной передачи  
сети IP**

Рекомендация МСЭ-Т Y.1542

---

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y  
ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ  
ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	
Общие положения	Y.100–Y.199
Услуги, приложения и промежуточные программные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500–Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899
АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ	
Общие положения	Y.1000–Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами	Y.1200–Y.1299
Транспортирование	Y.1300–Y.1399
Взаимодействие	Y.1400–Y.1499
<b>Качество обслуживания и сетевые показатели качества</b>	<b>Y.1500–Y.1599</b>
Сигнализация	Y.1600–Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ	
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты обслуживания: возможности услуг и архитектура услуг	Y.2200–Y.2249
Аспекты обслуживания: взаимодействие услуг и СПП	Y.2250–Y.2299
Нумерация, присваивание имен и адресация	Y.2300–Y.2399
Управление сетью	Y.2400–Y.2499
Архитектура и протоколы сетевого управления	Y.2500–Y.2599
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899

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

## **Рекомендация МСЭ-Т У.1542**

### **Условия для достижения требований к показателям качества сквозной передачи сети IP**

#### **Резюме**

В данной Рекомендации рассматриваются различные методы по достижению требований к показателям качества сквозной (UNI-UNI) передачи сети IP. Приведены подробные примеры применения некоторых методов на практике, включая возможные сценарии поведения поставщиков услуг в случаях, когда совокупные искажения превосходят значение, определенное для данного класса качества обслуживания (КО) (подобные рассмотренным в Рекомендации МСЭ-Т У.1541). Обобщены достоинства и недостатки каждого подхода.

#### **Источник**

Рекомендация МСЭ-Т У.1542 утверждена 14 июля 2006 года 12-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, выработывают 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 не 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

	Стр.
1 Сфера применения .....	1
2 Справочные документы.....	1
3 Термины и сокращения .....	1
4 Сокращения и акронимы.....	2
5 Постановка задачи и рассмотрение методов.....	2
5.1 Статические методы.....	4
5.2 Псевдостатический метод.....	5
5.3 Сигнализационные методы .....	5
5.4 Метод накопления искажений .....	7
6 Положительные и отрицательные стороны рассмотренных методов .....	8
7 Обобщение методов касательно перспектив постановки задачи .....	10
Дополнение I – Подробный пример метода статического делителя .....	11
Дополнение II – Подробный пример метода статического распределения на основе эталонного тракта .....	12
Дополнение III – Подробный пример метода накопления искажений.....	14
Дополнение IV – Руководство для поставщиков по показателям качества .....	17
IV.1 Качественные положения руководства .....	17
IV.2 Ситуации, в которых полезно руководство .....	18

## Введение

По сравнению с сетями и системами, которые основаны на линиях связи, сети и системы, основанные на IP, ставят совершенно другие задачи в области планирования и достижения уровней показателей качества сквозной передачи, необходимых для адекватной поддержки широкого диапазона пользовательских приложений (голос, данные, факс, видео и т. п.). Основные требования к качеству для этих приложений хорошо изучены и никак не изменились с точки зрения пользователей; изменилась технология (и связанные с ней ухудшения качества) в уровнях ниже этих приложений. Сама природа маршрутизаторов и оконечных устройств, основанных на IP, с их методами обслуживания очередей и буферами, ликвидирующими дрожания, соответственно, делает реализацию хороших показателей качества сквозной передачи через нескольких сетевых операторов самой главной проблемой для приложений со строгими требованиями к показателям качества.

К счастью, Рекомендации МСЭ-Т Y.1540 и Y.1541 содержат параметры, необходимые для фиксации показателей качества сетей IP, и определяют серию классов "сетевого КО" с указанными требованиями сквозной передачи. Повсеместно считается (т. е. помимо МСЭ-Т), что классы сетевого КО Y.1541 должны поддерживаться сетями последующих поколений, а значит сетями, развернутыми в СПП.

Таким образом, при наличии общего соглашения о том, что должна быть достигнута поддержка классов Y.1541 КО IP-сетей, отсутствует методология для выполнения поставленных требований сквозной передачи по маршрутам, включающим в себя несколько операторов сети и, в некоторых случаях, необычные топологии сети и расстояния. Целью представленного здесь руководства является ускорение разработки, развертывания и управления сетями и системами, которые могут взаимодействовать между собой с четкой целью поддержки выполнения требований к показателям качества сквозной передачи, подробно рассмотренных в Рекомендации МСЭ-Т Y.1541.

Несмотря на данный подход, нет никакой гарантии того, что требования сквозной передачи могут быть достигнуты на сильно перегруженном маршруте через сеть со сложной топологией и/или на крайне больших расстояниях. Однако руководство, представленное в данной Рекомендации, должно способствовать разработке и работе сетей, практически всегда способных соответствовать требуемым уровням показателей качества.

## Рекомендация МСЭ-Т Y.1542

### Условия для достижения требований к показателям качества сквозной передачи сети IP

#### 1 Сфера применения

Данная Рекомендация включает в себя широкое рассмотрение методов достижения показателей качества сквозной передачи сети IP на максимально возможном количестве маршрутов UNI-UNI, включая некоторые подробные примеры возможного применения данных методов на практике. В число примеров вошли возможные сценарии поведения поставщиков услуг в случаях, когда совокупные искажения превосходят значения, определенные для данного класса КО (подобные рассмотренным в Рекомендации МСЭ-Т Y.1541).

Представлена как можно более подробная оценка положительных и отрицательных сторон каждого подхода.

Для целей данной Рекомендации предполагается использование динамической Inter-AS маршрутизации с использованием BGP согласно текущим практическим наработкам.

Упомянуты и другие методы по достижению требований к показателям качества сквозной передачи сети IP, такие как "Метод стоимостных предложений" ("Costed Bids Method") и "Представление предложения с использованием глобальной регистрации" ("Bid Discovery Using a Global Registry"). Поскольку данные методы принципиально отличаются от рассмотренных здесь значительно другим смыслом для развертывания, эти и другие возможные подходы остаются для дальнейших исследований.

#### 2 Справочные документы

В перечисленных ниже Рекомендациях МСЭ-Т и других справочных документах содержатся положения, которые посредством ссылок на них в этом тексте составляют основные положения данной Рекомендации. На момент опубликования действовали указанные редакции документов. Все Рекомендации и другие справочные документы являются предметом корректировки, и стороны пришли к договоренности основываться на этой Рекомендации и стараться изыскивать возможность для использования самых последних изданий Рекомендации и справочных документов, перечисленных ниже. Регулярно публикуется перечень действующих Рекомендаций МСЭ-Т. Ссылка в настоящей Рекомендации на какой-либо документ не придает этому отдельному документу статуса Рекомендации.

- ITU-T Recommendation G.826 (2002), *End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections.*
- ITU-T Recommendation Y.1540 (2002), *Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters.*
- Рекомендация МСЭ-Т Y.1541 (2006 г.), *Требования к сетевым показателям качества для служб, основанных на протоколе IP.*

#### 3 Термины и сокращения

В данной Рекомендации определены следующие термины:

- 3.1 пропорциональное разделение (apportionment):** Метод деления требования к искажению показателей качества на части между сегментами сети.
- 3.2 распределение (allocation):** Шаблонное деление или присвоение требования к искажению показателей качества между сегментами сети.
- 3.3 сегмент доступа (access segment):** Сегмент сети от интерфейса клиента (UNI) до интерфейса первого со стороны клиента шлюзового маршрутизатора.
- 3.4 общий сегмент передачи (total transit segment):** Сегмент между шлюзовыми маршрутизаторами, включая сами шлюзовые маршрутизаторы. Сегмент сети может включать в себя встроенные маршрутизаторы для различных целей.

## 4 Сокращения и акронимы

В данной Рекомендации использованы следующие сокращения:

AS	Autonomous System	Автономная система
BGP	Border Gateway Protocol	Пограничный межсетевой протокол
DV	Delay Variation	Изменение задержки
ER	Edge Router	Граничный маршрутизатор
GW	GateWay router	Шлюзовой маршрутизатор
IPDV	IP Packet Delay Variation	Изменение задержки пакетов IP
IPLR	IP Packet Loss Ratio	Коэффициент потерь пакетов IP
IPTD	IP Packet Transfer Delay	Задержка передачи пакетов IP
LAN	Local Area Network	ЛВС Локальная вычислительная сеть
NSIS	Next Step In Signalling	Протокол сигнализации NSIS
RSVP	Resource Reservation Protocol	Протокол резервирования ресурсов
UNI	User Network Interface	Интерфейс пользователь-сеть

## 5 Постановка задачи и рассмотрение методов

Как можно обеспечить классы КО (например, сетевые показатели качества согласно Рекомендации МСЭ-Т Y.1541) для пользователей? Можно говорить, что присутствуют фундаментальные проблемы для достижения КО сквозной передачи, если:

- для формирования маршрута необходимо несколько поставщиков сетевых услуг;
- число сетей на маршруте меняется от запроса к запросу;
- расстояния между пользователями в общем случае неизвестны;
- уровень искажения любого данного сегмента сети существенно изменчив;
- желательно проведение оценки уровня качества, достигнутого на маршруте на данный момент;
- оператор должен иметь возможность определения, может ли быть предоставлен запрошенный уровень качества или нет; и
- процесс должен быть в конечном счете автоматизирован.

Также решение задачи поставки КО при сквозной UNI-UNI передаче IP потребует развития многих новых инструментов и возможностей и принятия соглашения о них, а объем требуемой работы должен быть оценен для каждого варианта решения. Оба этих аспекта также являются проблемами.

Существует два основных подхода к решению данной задачи. Один включает в себя *распределение* показателей качества между ограниченным числом сегментов сети, что позволяет операторам обеспечивать определенный уровень искажения на сегмент, но ограничивает число операторов, которые могут участвовать в маршруте. (Если для данного сегмента нет необходимости в использовании всей распределенной доли, этот остаток будет утерян.) Другим подходом является *накопление искажений*, позволяющее участвовать в маршруте любому числу операторов. На первый взгляд он может показаться слишком мягким, но, принимая во внимание условия конкуренции между операторами, он способен активно управлять показателями качества и улучшать их, вероятность выполнения требований при сквозной передаче объединенными сегментами может с уверенностью считаться высокой.

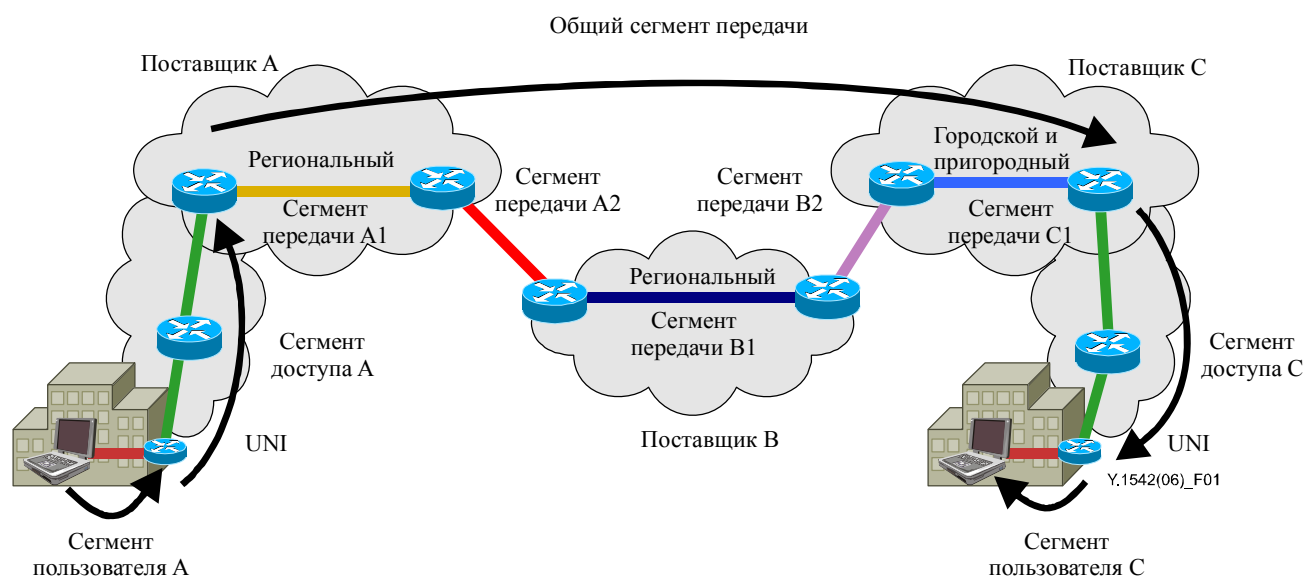
На рисунке 1 изображена основа для отображения задачи и сценарии возможного развития различных решений.



В общем случае методы, которые могут быть задействованы при распределении целевых значений совокупного искажения среди сегментов сети, могут быть охарактеризованы количеством информации, распределяемой между сегментами. Каждый метод имеет свои доводы за и против. Мы опишем их здесь на простых примерах. (Подробные примеры различных методов приведены в дополнениях к данной Рекомендации.)

Ко всем подходам, основывающимся на распределении, может быть применен метод "сверху-вниз" или "снизу-вверх". Он означает, что между сегментами могут распределяться процентные доли совокупного целевого значения искажений (сверху-вниз) или фиксированные/согласованные значения искажений (снизу-вверх). Также может использоваться смешанный вариант данных методов, при котором распределяются процентные доли для одних сегментов и фиксированные/согласованные значения для других.

Применительно к рисунку 1 приведены краткие примеры некоторых методов. Следует обратить внимание на то, что поставщик, пересылающий трафик через непосредственно подсоединенный канал, считается ответственным за показатели качества на данном канале и его значения искажений также должны быть включены в общее значение сегмента.



**Рисунок 1/Y.1542 – Пример топологии для распределения искажений**

Для некоторых методов для оценки показателей зависимости от расстояния, таких как средняя задержка, требуются размеры сегментов передачи. Расстояния по уровню земли между любыми двумя точками (пользователями) могут быть легко определены, несмотря на то, что сигнал трафика переносится на различной высоте над уровнем моря, на участках несферической формы земного шара и т. п. Неэффективная по расстоянию маршрутизация на многих сегментах может привести к тому, что трафик будет проходить значительно большие расстояния между двумя точками пользователей, чем предполагалось. Методы подсчета подобных неэффективностей могут быть также охарактеризованы количеством информации, распределенной между сегментами.

Несмотря на данный метод, нет никакой гарантии того, что заданные требования сквозной передачи будут достигнуты. Любой метод может оказаться неспособным выполнить определенный набор требований на сильно перегруженном маршруте через сеть со сложной топологией и/или на крайне больших расстояниях. Следовательно, ключевым моментом здесь является то, как в каждом из методов улаживаются подобные сбои, и приемлемы ли для пользователей отклики со сбоями.

## 5.1 Статические методы

### 5.1.1 Метод статического делителя

В данном методе "делится" маршрут UNI-UNI на фиксированное количество сегментов и распределяются искажения таким образом, чтобы общее требование (к показателям качества) в принципе выполнялось. Требуется, чтобы отдельные сегменты имели информацию о расстоянии и характеристиках трафика между границами их доменов, поскольку данные особенности сегмента влияют на конечные доли распределения. Например, распределенная доля задержки, отнесенная на сегмент сети, зависит от того, является ли он сегментом доступа или передачи, а также от того, является ли расстояние передачи расстоянием в пределах города и пригородов или региональным. Подобным же образом потеря пакетов и изменение времени задержки должны распределяться на основании, является ли сегмент сегментом доступа или передачи, поскольку особенности трафика могут существенно различаться.

В Дополнении I приведены примеры данного подхода.

Важным аспектом статического распределения является его зависимость от числа поставщиков, поскольку в соответствии с ним должно быть произведено распределение. Это может привести к отклонению от выполнения требования в большую или меньшую сторону, поскольку маршрут может иметь иное число сетевых сегментов, чем то, для которого он был разработан.

Поставщики услуг могут перераспределять целевые значения искажений среди сегментов под свою ответственность.

### 5.1.2 Метод статического распределения на основании эталонного тракта

Данный метод требует, чтобы отдельные сегменты имели информацию о расстоянии между границами их доменов. В данном методе используются значения задержки маршрутизатора из примера Дополнения III/Y.1541 и преобразование кратчайшего расстояния в маршрутное из G.826, которые оказывают наибольшее влияние на величину задержки каждого поставщика. С помощью данного метода рассчитывается предельное значение задержки, и каждому поставщику распределяется доля этого предельного значения следующим образом:

- Шаг 1: Рассчитать задержку распространения для каждого поставщика применительно к расстоянию.
- Шаг 2: Рассчитать задержки обработки и обслуживания очереди для каждого поставщика с использованием значений из примеров, приведенных в Дополнении III/Y.1541.
- Шаг 3: Рассчитать предельное значение задержки путем вычета суммы задержек распространения всех поставщиков из значения требований класса сети КО Y.1541.
- Шаг 4: Рассчитать пропорциональную долю задержек на обработку и обслуживание очереди каждого поставщика от суммы задержек на обработку и обслуживание очереди для всех поставщиков.
- Шаг 5: Для каждого поставщика распределенная задержка равна его задержке распространения плюс пропорциональная доля данного поставщика от предельной задержки.

За моделью статического распределения на основе эталонного тракта, значениями и подробными примерами обращаться к Дополнению II.

Следует обратить внимание на то, что в сферу применения данного подхода попадают сетевые интерфейсы пользователей, но исключены сегменты пользователей.

### 5.1.3 Метод взвешенных сегментов

В данном методе значительная доля совокупного значения искажений распределяется каждому сегменту доступа, при этом каждый основной сегмент имеет меньшее фиксированное общее значение. В данном методе также распределяется установленное совокупное значение искажений между основными сегментами сети вне зависимости от числа основных сегментов сети в любых следующих услугах. Это совокупное значение искажений основного сегмента сети может быть объединено в определенных границах для создания услуг сквозной передачи, вероятность существования которых высока при предельных целевых значениях класса КО сквозной передачи.

Возможно дополнительное затухание для задержки распространения для длинных сегментов сети. В этом случае основные сегменты должны иметь информацию о расстоянии между своими границами, если общее расстояние между границами какого-либо из основных сегментов сети превышает расстояние воздушного маршрута для определенного расстояния, например 1200 км.

Поскольку при использовании данного метода возникает риск смещения IPTD и IPDV (потому что взвешенные доли могут не совпадать), он находится в состоянии дальнейшего исследования.

## 5.2 Псевдостатический метод

В "псевдостатическом" методе каждый поставщик имел бы информацию о количестве поставщиков на маршруте трафика и проводил бы распределение между ними, не теряя части совокупного значения искажений. Поставщики услуг могут перераспределять свои целевые значения искажений среди сегментов под свою ответственность. Данный подход также требует дальнейшего изучения.

## 5.3 Сигнализационные методы

Учитывая гибкость сигнализационного метода, приведено несколько примеров для рассмотрения его гибкости. Для сигнализационного метода предполагается использование управления ресурсами и сигнализация в целях пропорционального разделения искажения.

### 5.3.1 Метод согласованного распределения

В некоторых ситуациях для статического и псевдостатического методов определенные сегменты не будут соответствовать своим шаблонным целевым значениям, в то время как остальные будут соответствовать им, создавая, таким образом, избыток "совокупного значения искажений".

Поставщики услуг доступа, которым необходима меньшая доля искажений, чем обычно, могут иметь возможность вместо этого использовать ненужную часть своего распределения в качестве канала передачи или пользователя. Они могут перераспределять свою долю искажений под свою ответственность или передавать неиспользуемую часть другим сегментам.

Поставщики услуг передачи могут согласовывать использование не требующейся части или делать возможным ее передачу другим сегментам.

Подобным образом в управляемом сегменте пользователя пользователь может затребовать распределения большей или меньшей доли искажений, основываясь на подтипе доступа, например общая категория (предприятие, квартира, беспроводная связь) или определенная возможность (802.11g, 100 Мбит/с Ethernet), и согласовать его со своими поставщиками услуг доступа.

Начиная с начальных целевых значений искажений сегмента, возможно основывающихся на статических и псевдостатических методах распределения из данной Рекомендации, распространенное использование согласования между поставщиками дает возможность согласования любых избытков "совокупного значения искажений" и объявления множеству заинтересованных сторон, смогут ли они предоставить сетевую услугу, которая укладывается в рамки их совокупного значения искажений.

Для начала предположим, что расширение BGP может предоставить префикс для множества объявлений в зависимости от наличия поддержки на маршруте особых классов сети. Тогда начиная с ближайшего к месту назначения поставщика, объявление является условно переходным в зависимости от того, выполняется ли совместное целевое значение искажений для данного сетевого класса.

Как показано на рисунке 1, поставщик С объявляет класс сети реального времени для поставщика В, показывая тем самым, что совокупное значение искажения поставщика С соответствует требованиям данного класса. Если поставщик В сможет соответствовать их совокупному значению искажения, они смогут объявить маршрут поставщику А.

Однако если поставщик В не сможет выполнить установленные для них целевые значения искажений, они могут согласовать с поставщиком С право использования какого-либо избытка доступной доли искажения поставщика С. Подобным образом поставщик А может последовательным образом договариваться с поставщиком В.

Попарные согласования между владельцами сегментов могут проводиться либо посредством сигнализации, либо вручную, и предполагается, что они редко изменяются.

Данный подход представляется поддерживающим множественные соединения между поставщиками, где на решение оказывали бы влияние политика поставщиков по объявлению BGP и концентрация.

### 5.3.2 Метод интервального распределения

В целях выполнения общего целевого значения искажения, а также оптимизированного использования ресурсов в данном пункте приведен другой пример сигнализационного метода, а именно: интервальное распределение.

При использовании данного метода с помощью использования управления ресурсами и сигнализации между сегментами согласуются и рассчитываются интервалы между минимальным и максимальным совокупным значением распределенного искажения для каждого сегмента маршрута передачи данных. Любое значение из интервала совокупного значения распределения искажения каждого сегмента, будучи сложением с соответствующими значениями остальных сегментов, сможет соответствовать общему целевому значению совокупного значения искажения для всего маршрута передачи данных. Таким образом каждый сегмент в отдельности может выбирать подходящее значение из распределенного диапазона совокупного значения при учете оптимизации использования ресурсов.

Ключевыми моментами интервального распределения являются, во-первых, согласование минимума совокупного значения искажений для каждого сегмента на маршруте передачи данных; во-вторых, остаточное искажение на всем маршруте передачи данных равняется общему целевому значению совокупных искажений за вычетом суммы минимумов распределенных совокупных значений искажений сегментов; в-третьих, соотношение минимального и максимального значений интервала равняется общему минимальному значению распределенного искажения, поделенному на общее целевое значение совокупного искажения на всем маршруте передачи данных, и наконец, рассчитывается максимум распределенного совокупного значения искажений для каждого сегмента на маршруте передачи данных.

В данном примере три сетевых поставщика (поставщики А, В и С) соединены между собой показанным на рисунке 1 образом. У поставщика А и поставщика С имеются сегменты доступа. Процесс характеризуется следующими этапами:

- 1) Пользователь определяет желаемые требования к показателям качества UNI-UNI и запрашивает поставщика А об общем целевом значении искажений (например, IPTD).
- 2) Поставщик А:
  - a) рассчитывает остаточные искажения путем вычета своего собственного минимального значения искажений для пакетов из целевого значения UNI-UNI и вводит свой номер автономной системы (AS number) и минимальное значение искажений в сообщение запроса;
  - b) отправляет сообщение запроса, содержащее перечень остаточных искажений, целевого значения UNI-UNI и минимального значения искажений предыдущего сегмента следующему поставщику на маршруте передачи данных – поставщику В.
- 3) Поставщик В, так же как и поставщик А, рассчитывает новое значение остаточных искажений, а затем, в свою очередь, отправляет новый запрос поставщику, следующему за ним по маршруту передачи данных.
- 4) Наконец, поставщик С, являющийся последним поставщиком на маршруте передачи данных:
  - a) рассчитывает новое значение остаточного искажения;
  - b) рассчитывает общее распределенное искажение посредством вычета нового значения остаточного искажения из общего целевого значения искажения;
  - c) рассчитывает долю распределенного искажения посредством деления общего распределенного искажения на целевое значение UNI-UNI;
  - d) рассчитывает свое максимальное искажение посредством деления своего минимального искажения на долю распределенного искажения:
$$\text{Максимальное искажение} = \text{минимальное искажение} / \text{доля распределенного искажения}$$
и выбирает подходящее значение искажения между минимальным и максимальным значениями;
  - e) посылает распределенную долю обратно предыдущему поставщику В.
- 5) Поставщик В, так же как и поставщик С, выбирает соответствующее значение искажения и затем посылает распределенную долю предшествующему ему поставщику А.
- 6) Наконец, поставщик А также может выбрать соответствующее ему значение искажения, а затем послать пользователю сообщение об успешном выполнении.

- 7) Если поставщик (например, поставщик С) на маршруте передачи данных обнаруживает, что маршрут не соответствует поставленным требованиям, поскольку его минимальное искажение меньше, чем значение остаточного искажения, полученное от предыдущего поставщика, он посылает предшествующему ему поставщику сообщение о сбое выполнения (например, В). В свою очередь, предыдущий поставщик посылает сообщение о сбое предшествующему ему поставщику. И наконец, первый поставщик (например, поставщик А) согласовывает с пользователем предложение альтернативного класса услуги или более мягких требований. Альтернативной возможностью согласования является согласование маршрута, заключающееся в поиске альтернативного маршрута, требующее смены маршрутизации на основе тех минимальных значений искажений, которые были предложены данными поставщиками.

#### 5.4 Метод накопления искажений

Методы накопления определены здесь как методы, включающие в себя запросы об уровне показателей качества, который может предложить каждый поставщик, и следующим за этими запросами принятием решений, основывающихся на рассчитанной оценке показателей качества UNI-UNI. Запрашивающей стороной может быть либо только поставщик, находящийся в непосредственном контакте с клиентом (звездобразное соединение), либо все поставщики на маршруте (каскадное соединение). Запрашивающей стороной может быть сам поставщик или их сервер-посредник.

В данном методе:

- 1) Поставщик, находящийся в непосредственном контакте с клиентом:
  - a) определяет маршрут следования пакетов (например, на основе информации о междоменной маршрутизации);
  - b) запрашивает каждого поставщика об уровне показателей качества, который они поручают каждому сегменту маршрута для пакетов, определенных как пара источник/получатель информации, возможно, с использованием маршрутного протокола сигнализации КО.
- 2) Получает от каждого поставщика обязательство о готовности выполнить требования (которое может быть получено посредством какого-либо из методов, описанных в данной Рекомендации), который подходит для сеанса (если не изменено на другое).
- 3) Поставщик, находящийся в непосредственном контакте с клиентом:
  - a) объединяет уровни показателей качества сегментов (согласно правилам, определенным в Рекомендации МСЭ-Т Y.1541); и
  - b) сравнивает оцененные показатели качества с показателями, соответствующими классу КО/требованиям UNI-к-UNI.

Если маршрут не соответствует запрошенным требованиям, существуют две возможности согласования:

- 1) Согласование маршрута: может быть найден альтернативный маршрут, требующий смены маршрутизации на основе параллельного или последовательного опроса других поставщиков.
- 2) Согласование с пользователем: пользователю может быть предложен альтернативный класс услуги или заниженные требования. (Следует отметить, что во многих случаях в процессе оценки будет получена общая величина, которая немного выше конкретных требований класса, но значительно лучше, чем целевой уровень показателей качества для другого класса услуг.)

Положительными моментами данного метода являются:

- Для использования данного метода не требуется соглашений по шаблонному распределению искажений.
- Не требуется явного указания информации о расстоянии.
- Данный метод полностью соответствует видению достижения требований к показателям качества UNI-UNI (классы сетевого КО Y.1541) с использованием протоколов сигнализации, автоматизирующих процесс резервирования ширины полосы пропускания и накопления уровней искажения. Дополнение 51 (по сигнализации КО IP) к серии Q систематизирует перечень требований для данного вопроса, но четкие параллели могут быть найдены в "Комплексных услугах"/RSVP и шаблоне Qspec протокола сигнализации NSIS.
- Поскольку отсутствуют распределения, факт незнания того, как разлагать определенные параметры (особенно IPDV), не является проблемой.

Отрицательными моментами данного метода являются:

- Не учитываются искажения сегмента пользователя.
- Если сбой происходит в процессе инициализации, может потребоваться многократное выполнение цикла запрос/оценка.
- Требуется вовлечение клиента или сервера-посредника клиента (агент, управляемый правилами, или эквивалентный ему).
- Обязательства для каждого сегмента сети должны рассчитываться предварительно с учетом расстояния.
- Обязательства на "все времена", возможно, должны быть чрезмерно консервативными для условий низкого уровня использования.

Подробное описание метода накопления искажений приведено в Дополнении III.

Операторы сети, реализующие метод накопления искажений, обычно чаще извлекают из общего руководства льготы определения показателей качества, чем численные требования к разработке, являющиеся частью других методов. Дополнение IV содержит подробное руководство как для фазы разработки, так и для фазы повседневной эксплуатации из жизненного цикла сети поставщика.

## **6 Положительные и отрицательные стороны рассмотренных методов**

В таблицах 1 и 2 приведены положительные и отрицательные стороны рассмотренных методов распределения и накопления, соответственно.

Таблица 1/У.1542 – Обобщение методов пропорционального деления искажения

Метод	Описание	Информация, необходимая для каждого сегмента	Положительные стороны	Отрицательные стороны
<b>Статический</b> (простейший/наименее гибкий) – Не требует деления информации между сегментами.	Предполагается фиксированное число сегментов. Шаблонное распределение между сегментами пользователя, доступа и передачи.	Требуемая информация: а) тип канала; б) класс услуги трафика; и в) расстояние передачи.	Не требует деления информации между сегментами. Поставщики могут перераспределять доли между своими сегментами пользователя, доступа и передачи.	Перепроектируется, если число сегментов оказывается меньше предполагаемого. Маршруты с большим, чем предполагалось, числом сегментов не покрываются. Отсутствует согласование. Лучше функционирует совместно со статической маршрутизацией, которая больше широко не используется.
<b>Псевдостатический</b> – Требуется частичное деление информации между сегментами.	Определяется точное число транзитных поставщиков. Шаблонное распределение искажений между сегментами пользователя, доступа и передачи.	Требуемая информация: а) тип канала; б) класс услуги трафика; и в) расстояние передачи; д) адрес назначения; е) таблицы BGP.	Распределение искажений может быть эффективным и расширяемым.	Сигнализация между поставщиками требует определения числа транзитных поставщиков на каждом маршруте передачи трафика, например из BGP – число AS. Согласование не поддерживается. Лучше функционирует совместно со статической маршрутизацией.
<b>Сигнализационный</b> (наименее простой, но наиболее гибкий) – Требуется частичное деление информации между сегментами и, возможно, пользователями.	Может быть известно точное число и подтип всех сегментов, например, является ли сегмент пользователя беспроводным или проводным. Распределение искажений может согласовываться между сегментами и пользователями.	Требуемая информация: а) тип канала; б) класс услуги трафика; и в) адрес назначения; д) таблицы BGP или другие средства определения маршрута(ов) на уровне оператора; е) информация о показателях качества на всем протяжении сети. Может быть включена дополнительная необходимая информация: ф) расстояние передачи.	Поддерживается согласование, обеспечивающее очень гибкое распределение между сегментами. Может не требоваться расстояние передачи. Возможность обращаться к пользователю за заниженными требованиями в случаях, когда требования не могут быть выполнены. Совместим с предложенным направлением методов, автоматизированных сигнализацией KO (например, RSVP/NSIS).	Сигнализация требует пропорционального деления величин для каждого сегмента и согласования с пользователем, если запрошенные требования не могут быть выполнены. Информация о показателях качества и маршрутизации должна передаваться для идентификации транзитных поставщиков на каждом маршруте (например, из BGP, число AS) и их показателей качества. Однако существуют альтернативные возможности определения маршрута, а некоторые поставщики передают информацию о показателях качества в режиме реального времени.
Примечание. – Все методы распределения несут некоторые неудобства по причине неспособности разлагать изменение задержки IP согласно согласованным методам (техника комбинирования изменения задержки IP была согласована только в 2005 г.).				

**Таблица 2/У.1542 – Метод пропорционального разделения искажений, основанный на накоплении**

Метод	Описание	Информация, необходимая для каждого сегмента	Положительные стороны	Отрицательные стороны
Накопление искажений, требующее частичного разделения информации между сегментами.	<p>Определяется маршрут через домены различных сетевых операторов.</p> <p>Уровни искажений и другие параметры могут запрашиваться для различных сетевых сегментов или их сервера-посредника, совмещенных и сравненных с заданными требованиями. При их невыполнении используется согласование маршрута или согласование с пользователем, или запрос отклоняется.</p>	<p>Требуемая информация:</p> <p>a) класс услуги трафика;</p> <p>b) адрес назначения (всегда известен);</p> <p>c) таблицы BGP или другие средства определения маршрута на уровне оператора;</p> <p>d) показатели качества на всем протяжении сети.</p>	<p>Не требуются распределения, поэтому не производится согласование.</p> <p>Простое и расширяемое накопление искажений.</p> <p>Не требуются факторы расстояния и преобразования маршрута передачи в воздушный.</p> <p>Поддерживается согласование.</p> <p>Совместим с методами, автоматизированными сигнализацией КО (RSVP/NSIS).</p> <p>Не требуются соглашения по разложению IPDV.</p>	<p>Информация о показателях качества и маршрутизации должна передаваться между поставщиками для идентификации транзитных поставщиков на каждом маршруте передачи трафика (например, из BGP число AS) и их показателей качества. Однако существуют альтернативные возможности определения маршрута, а многие поставщики сообщают информацию о показателях качества в режиме реального времени.</p> <p>Не гарантирует, что будут выполнены требования (верно для всех методов).</p>

## 7 Обобщение методов касательно перспектив постановки задачи

В постановке задачи из п. 5 перечислены проблемы доставки КО UNI-UNI и признаны дальнейшие проблемы для решений в процессе разработки стандартов. После того как различные методы уже описаны, есть возможность сравнить их в соответствии с данными проблемами. В таблице 3 представлено сравнение проблем доставки КО. (Как отмечено в области применения, предполагается использование динамической Inter-AS маршрутизации с использованием BGP.)

**Таблица 3/У.1542 – Обобщение методов касательно перспектив постановки задачи**

	Несколько сетей	Различное число сетей	Работа на неизвестных расстояниях	Меняющиеся уровни искажений	Актуальная оценка показателей качества	Ответ на запрос	Автоматизация
Статический	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Может быть
Псевдостатический	Да	В некоторой степени	В некоторой степени	Может быть	Нет	Нет	Может быть
Сигнализационное деление	Да	Да	В некоторой степени	В некоторой степени	Может быть	Да	Да
Накопление искажений	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да

Каждый метод требует развития и согласования новых инструментов и возможностей, представляющих перспективы для процесса стандартизации. Таблица 4 обобщает различные аспекты дальнейшего развития, требуемые для каждого метода.



**Таблица 4/У.1542 – Сравнение методов в отношении перспектив развития стандартизации**

	Требуется распределение требований UNI-UNI?	Требуются методы разложения?	Требуются весовые факторы сегментов?	Необходим протокол сигнализации?	Поддерживается сбор данных измерения сегмента?	Требуются методы составления?
Статический	Да	Да	Нет	Нет	Да	Нет
Псевдостатический	Да	Да	Да	Нет	Да	Нет
Сигнализационное деление	Да	Да	Нет	Да	Да	Может быть. Если да, уже разработан
Накопление искажений	Нет	Нет	Нет	Да, но возможен в небольших масштабах	Да	Да, уже разработан

## Дополнение I

### Подробный пример метода статического делителя

Для того чтобы получить представление о том, как может выглядеть схема статического распределения, предположим, что существуют максимум три транзитных поставщика на маршруте, соединяющем сегменты пользователей.

Совокупные значения искажений сегментов пользователей зависят от сферы деятельности и размера предприятия, домашней станции и т. п., но с использованием для упрощения приближенного значения сегменту пользователя отводится 1% статического распределения на долю потерянных пакетов и изменение задержки (для задержки сегменту пользователя распределено 2 мс).

К сегментам пользователя, доступа и транзитным сегментам применяются следующие распределения искажений (вне зависимости от применения). Процентные доли являются общей суммой сквозных (сайт-сайт) целевых значений искажений для каждого класса услуги.

**Таблица I.1/У.1542 – Распределения для долей пользователя, доступа и транзита**

Параметр	Сегменты пользователей (каждый)	Сегменты доступа (каждый)	Сегмент передачи (всего)
Потеря пакетов	1%	47,5%	5%
Изменение задержки	1%	40%	40%
Средняя задержка	2 мс	30 мс	В зависимости от расстояния (см. текст далее)

Общее значение для каждого параметра должно определяться для каждой из трех сетей поставщиков, которые могли бы составить совокупный транзитный сегмент. Для доли потери пакетов оно составляет 33%, а для изменения задержки – 40%. Для задержки общее значение для каждого транзитного поставщика основывается на географическом расстоянии. Каждому разрешено до 33% значения соответствующей транзитной задержки, перечисленной в таблице I.2, в зависимости от категории сегмента передачи.

**Таблица I.2/У.1542 – Полная задержка передачи в зависимости от расстояния**

Категории сегмента передачи	Расстояние (км)	Задержка распространения по кратчайшему маршруту (мс)	Общая задержка передачи (мс)
Городской и пригородный	< 100	0,56	5
Региональный	< 1 000	5,6	15
Континентальный	< 5 000	27,8	45
Международный	< 20 000	111,2	140
ПРИМЕЧАНИЕ. – Полная задержка передачи = задержка распространения по кратчайшему маршруту + затухание для неблагоприятной топологии + затухание на задержки в обслуживании очередности.			

Расчет длины маршрута, использованный здесь, основывается на Рекомендации МСЭ-Т G.826, только для перечисленных расстояний.

## Дополнение II

### Подробный пример метода статического распределения на основе эталонного тракта

В Методе статического распределения на основе эталонного тракта определяется время задержки IP с использованием следующих шагов:

- i) Установить модель участка сети с межсоединением (например, эталонный тракт UNI-к-UNI У.1541).
- ii) Установить модель элемента сети для каждого участка сети (см. рисунок II.1).
- iii) Рассчитать задержку распространения для величины каждого участка сети (с использованием коэффициентов масштабирования из Рекомендации МСЭ-Т G.826 для преобразования протяженности маршрута передачи в кратчайшее расстояние).
- iv) Рассчитать задержку на обработку и обслуживание очередности для каждого участка сети с использованием моделей элементов сети и времен задержки на каждый элемент. Данный расчет приведен в таблице III.1/У.1541.
- v) Вычесть сумму задержек распространения (шаг iii) из требования к задержке У.1541. Данная величина является предельным значением задержки.
- vi) Поделить задержку на обработку и обслуживание очередей для каждого участка сети (шаг iv) на сумму всех задержек на обработку и обслуживание очередей. Таким образом, будет получена пропорциональная доля задержки на обработку и обслуживание очередей, установленной для каждого участка. Умножив данную долю на общую предельную задержку (шаг v), можно получить пропорциональную предельную задержку для каждого участка.
- vii) Распределенным временем задержки для каждого участка сети является сумма его задержки распространения (шаг iii) и его пропорциональной доли предельной задержки (шаг vi).

На рисунке II.1 приведен пример для модели каждого элемента сети, а в таблице II.1 представлено типовое увеличение задержки в зависимости от назначения маршрутизатора. Данные модели и значения должны соответствовать Рекомендации МСЭ-Т У.1541.



Y.1542(06)\_Fil.1

**Рисунок П.1/У.1542 – Пример модели элемента сети для каждого участка сети**

**Таблица П.1/У.1542 – Пример типового увеличения задержки в зависимости от назначения маршрутизатора (таблица П.1/У.1541)**

Назначение	Средняя общая задержка (сумма обслуживания очереди и обработки)	Изменение задержки
Шлюз доступа	10 мс	16 мс
Шлюз для работы в интернете	3 мс	3 мс
Распределение	3 мс	3 мс
Основной (участок)	2 мс	3 мс

*Подробный пример*

В данном примере три поставщика подключены друг к другу (рисунок П.2) со следующими допущениями:

- Соединены три сетевых поставщика (поставщики А, В и С).
- Сетевые поставщики А и С имеют сеть доступа, которая непосредственно подходит к пользователю.
- Расстояние воздушного маршрута сети поставщика А составляет 1500 км; поставщика В – 4000 км; и поставщика С – 900 км.
- Не-IP-сетям не требуется тип соединения UNI-к-UNI.
- Предел времени задержки UNI-к-UNI составляет 100 мс (класс 0, 1 времени задержки Рекомендации МСЭ-Т У.1541).

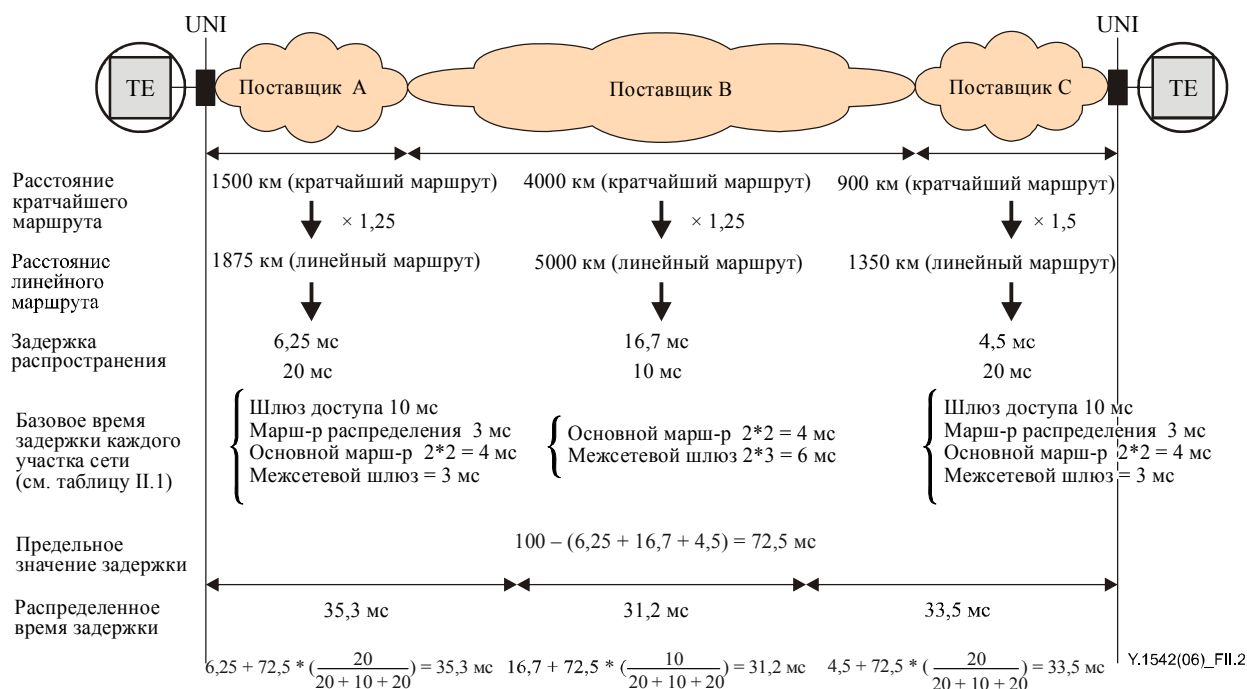


Рисунок II.2/У.1542 – Пример статического распределения на основе эталонного тракта

### Дополнение III

#### Подробный пример метода накопления искажений

В данном Дополнении описывается процесс накопления уровней показателей качества сети на сквозных маршрутах и производится сравнение объединенной оценки показателей качества с определенными требованиями, соответствующими процедурам, предусмотренным протоколами сигнализации качества обслуживания, такими как отвечающие требованиям Дополнения 51 Рекомендаций МСЭ-Т серии Q по КО IP. Здесь не рассматриваются аспекты резервирования пропускной способности, а также абонирование, авторизация и ведение счета, хотя они тоже являются критическими аспектами предоставления услуг высшего качества.

На верхнем уровне процесс характеризуется следующими шагами:

- 1) Определить ожидаемые требования к показателям качества UNI-UNI и любые приемлемые альтернативы им (например, желаемый класс КО сети У.1541).
- 2) Определить интерфейс пользователь-сеть (UNI) и интерфейс сеть-сеть (NNI), который будет использоваться на сквозном маршруте.
- 3) Определить показатели качества каждого сегмента на маршруте (каждого операторского домена от UNI к NNI, NNI к NNI и т. п.) для каждого параметра в зависимости от требований сквозной передачи. Если есть неопределенность, через какой из нескольких возможных NNI перемещаться, то для каждого из них могут приниматься во внимание отдельные расчеты (хотя такие случаи должны быть сведены к минимуму, особенно если имеют значение различия в показателях качества).
- 4) Объединить уровни показателей качества сегментов в соответствии с их взаиморасположением.
- 5) Определить, соответствует ли объединенная оценка показателей качества ожидаемым требованиям.

- 6) Если требования не были выполнены, предпринимаются одно или несколько из следующих действий:
- a) Согласование с пользователем: пользователю может быть предложен альтернативный класс КО или модифицированные требования.
  - b) Согласование маршрута: может быть определен альтернативный маршрут, основанный на параллельном или последовательном опросе других поставщиков и, возможно, требующий изменения маршрутизации.

Между сетями поставщиков происходит обмен лишь тремя элементами информации:

- Требования сквозной передачи.
- Список маршрутов UNI и NNI, включая идентификации оператора.
- Показатели качества каждого сегмента маршрута между конкретными граничными интерфейсами.

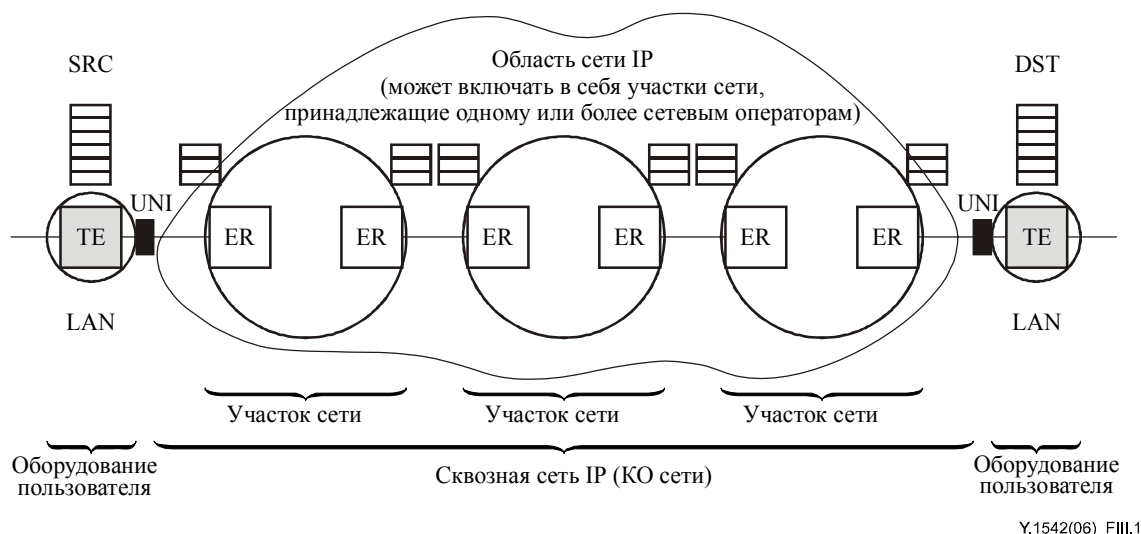
Если исходить из того, что данный процесс будет автоматизирован (с помощью маршрутной сигнализации), то входной граничный маршрутизатор на каждом UNI/NNI может играть решающую роль для каждой автономной системы (AS) на маршруте источник-адресат (шаг 3, выше). Когда в AS приходит запрос сигнализации КО, могут иметь место следующие действия:

- 1) Граничный маршрутизатор идентифицирует пакет как требующий обработки исключений (возможно, после проверки номера протокола в заголовке IP) и посылает пакет центральному процессору (пакет ранее не обрабатывался в данной AS).
- 2) Процессор маршрутизатора проверяет адрес назначения и определяет BGP следующего перехода (или другую эквивалентную выходную точку) для данной AS. В результате появляются местные шлейфовые адреса входных и выходных граничных маршрутизаторов и NI.
- 3) Входные и выходные точки AS могут быть сведены в матрицу измерения показателей качества (возможно, хранящуюся в каком-либо другом месте на сервере, известном маршрутизатору, таким образом, что он может формировать пакеты сигнализации со входными/выходными точками в один пакет и направлять его серверу измерений). Матрица показателей качества будет обновляться довольно часто, как только появятся новые данные измерений потери, задержки и изменения задержки, причем всегда используются полученные последними действительные данные измерений.
- 4) Пакет сигнализации дополняется номером AS и измерениями сквозных показателей качества (опять же данную функцию может выполнять сервер измерений, он же может включать пакет сигнализации в заголовок IP для отправки его обратно граничному маршрутизатору).
- 5) Граничный маршрутизатор (извлекает и) передает дополненный пакет сигнализации по нормальному маршруту.
- 6) Внутренние маршрутизаторы той же AS должны проверить пакет, выявить, что их AS уже там перечислена, и не предпринимать никаких действий в отношении показателей качества.

Следует обратить внимание, что данный процесс использует в качестве блокообразующего показатели качества операторского домена (AS). Другие процессы используют в качестве блокообразующих элементы сети и каналы между ними, такие как предусмотренные для интегрированных услуг, поддерживаемых сигнализацией RSVP. Может существовать возможность задействовать управление пропускной способностью/трафиком на поэлементной основе, в то время как на маршруте через домен при наличии достаточной пропускной способности возможно управление аспектами показателей качества на доменной основе.

## Пример расчетов

На рисунке III.1 изображен пример маршрута с тремя сетевыми сегментами.



**Рисунок III.1/Y.1542 – Пример накопления искажений на маршруте UNI-UNI**

В данном примере пользователь запросил класс КО 0, и определяются участки сети, изображенные выше, для построения маршрута UNI-UNI. Следующим шагом является запрос уровней показателей качества (искажений) для каждого сегмента на маршруте. Результаты изображены в таблице III.1:

**Таблица III.1/Y.1542 – Пример накопления и оценки показателей качества UNI-UNI**

	Запрошено	Сеть 1	Сеть 2	Сеть 3	Оценка UNI-UNI
Класс КО	Класс 0				Класс 0
Средняя задержка передачи (IPTD)	100 мс	22,4 мс	10,6 мс	32,4 мс	65,4 мс
99,9% – минимальное изменение задержки (IPDV)	50 мс	25 мс	2 мс	25 мс	47,5 мс
Минимальная задержка передачи	–	10 мс	10 мс	20 мс	–
Изменение задержки передачи	–	52,4 мс	0,23 мс	55,1 мс	–
Потери (IPLR)	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$	$3 \times 10^{-4}$
Ошибочные пакеты (IPER)	$10^{-4}$	$3 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$	$9 \times 10^{-5}$

Уровни показателей качества с сети 1 до сети 3 сгруппированы в соответствии с их взаиморасположением при построении в пункте 8/Y.1541 для образования оцененных показателей качества UNI-UNI.

В данном первом примере требования к показателям качества класса 0 будут выполнены на маршруте, поэтому ответ пользователю подтвердит запрос класса 0 и при желании может сообщить оценочные значения UNI-UNI для данного маршрута.

Во втором примере, приведенном далее, проиллюстрированы действия в случае невыполнения маршрутом заданных целей. Пользователем вновь запрошен класс КО 0, а три участка сети, рассмотренные выше, определены для построения маршрута UNI-UNI. Следующим этапом является запрос уровней показателей качества (искажений) каждого сегмента на маршруте. Результаты приведены в таблице III.2.

**Таблица III.2/Y.1542 – Пример накопления и оценки показателей качества UNI-UNI**

	Запрошено	Сеть 1	Сеть 2	Сеть 3	Оценка UNI-UNI
Класс КО	Класс 0				Класс 1
Средняя задержка передачи (IPTD)	100 мс	42,4 мс	20,6 мс	42,4 мс	105,4 мс
99,9% – минимальное изменение задержки (IPDV)	50 мс	25 мс	2 мс	25 мс	47,5 мс
Минимальная задержка передачи	–	30 мс	20 мс	30 мс	–
Изменение задержки передачи	–	52,4 мс	0,23 мс	55,1 мс	–
Потери (IPLR)	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$	$3 \times 10^{-4}$
Ошибочные пакеты (IPER)	$10^{-4}$	$3 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$	$9 \times 10^{-5}$

В данном примере оцененная задержка превышает предельное значение, установленное для класса 0. Обработка допускает два возможных образа действия при возникновении сбоя.

Согласование с пользователем требует ответа с отклонением запроса на класс 0, но он может предложить класс 1 с принятием обязательства не превышать 105,4 мс IPTD, делая ответ с предложением класса 1 более привлекательным.

Согласование маршрута требует, чтобы запрашивающий оператор сети нашел альтернативные маршруты между отправителем и адресатом UNI. Данный процесс затем возвращается к запросу уровней показателей качества для новых сегментов маршрута и повторению расчетов по оценке показателей качества UNI-UNI.

## Дополнение IV

### Руководство для поставщиков по показателям качества

#### IV.1 Качественные положения руководства

Постановка сквозных требований придает все большее значение выделению областей показателей качества. При работе по достижению классов Y.1541 с неустановленным изменением задержки для достижения их целей используются техники, отличные от тех, которые могут быть использованы для класса 0 или 1 (с ограничениями на изменение задержки).

Руководству по обеспечению показателей качества нет необходимости быть количественным (например, X мс/км от допустимой задержки), чтобы быть полезным. Общие руководства, подобные "Минимизируйте задержку, удерживая отношение расстояния маршрута передачи к кратчайшему минимально возможным", должны достигать приблизительно того же результата. Экономические факторы не могут быть проигнорированы в данной работе. Такие факторы обычно устанавливают точку "убывающей доходности" при попытках улучшения показателей качества в любой области.

Другими простыми, но существенными положениями руководства по показателям качества являются:

"Минимизируйте задержку, обеспечивая достаточную пропускную способность канала, чтобы удерживать низкий уровень очередей";

"Минимизируйте изменение задержки, предоставляя планировщиком очередей приоритета трафику, чувствительному к изменению задержки, или путем оптимизации или формирования такого трафика";

"Минимизируйте потерю пакетов планированием достаточной пропускной способности канала во избежание потери остатков очереди".

Предполагается, что будут разработаны дополнительные положения руководства, таким образом, данный перечень является всего лишь началом.

## IV.2 Ситуации, в которых полезно руководство

В сроке службы сети есть несколько фаз, когда производится новое строительство или расширение сети. Устойчивая фаза имеет место, когда географические ресурсы сети зафиксированы, и пользователи соединены с ближайшим из существующих узлов. Пропускная способность может быть увеличена в любой фазе. Добавление каналов из расположений сетей для достижения сторон удаленных пользователей является просто ожидаемым ростом при нормальном/устойчивом режиме работы, если не создаются новые узлы сети (точки наличия или концентрации). Таблица IV.1 отражает влияние этого руководства на разработку сети во время строительства или расширения.

**Таблица IV.1/У.1542 – Области для действия, данного руководством по качественной разработке**

<b>Область улучшения качества</b>	<b>Аспекты разработки</b>		
Задержка	Расположение узла	Пропускная способность (избегать очередей)	
Изменение задержки	Пропускная способность (избегать очередей)	Обеспечение механизма КО	
Доля потерь	Время восстановления защиты от сбоев	Пропускная способность (избегать переполнения очереди = прерываний)	Типы услуг по передаче (битовые ошибки приводят к потерям)

При устойчивом режиме работы те же три формы руководства преобразуются в:

- отслеживание и поддержание работы сети в соответствии с уровнями разработки плюс некоторое допустимое отклонение;
- управление загрузкой во избежание заторов и перегрузок;
- увеличение пропускной способности при необходимости.

В условиях конкуренции сетевые операторы вынуждены следовать данному руководству.





## 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
<b>Серия Y</b>	<b>Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет и сети последующих поколений</b>
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи