



## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ КОРПОРАТИВНОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СЕТЕВЫХ ПОТОКОВ

**И.М. УСПЕНСКИЙ**

**ЗАО «ИНФОРМСВЯЗЬ  
ХОЛДИНГ»,  
г. Москва**

**e-mail:  
iuspensky@informsviaz.ru**

Одна из проблем региональных корпоративных мультисервисных сетей – недостаточность каналных ресурсов, так как значительную часть каналов связи в регионах составляют средне- и низкоскоростные каналы невысокого качества. Известно, что реально используемая пропускная способность таких каналов связи, как правило, не превышает 30-50% от максимально возможной. Повышение пропускной способности таких каналов путём замены используемого оборудования на более современное требует существенных затрат и рассчитано на достаточно длительную перспективу.

В статье предлагается путь повышения эффективности использования каналов на основе комплексной настройки параметров используемых сетевых протоколов. Данное решение может быть реализовано с минимальными затратами без установки дополнительного оборудования и замены каналов связи.

Ключевые слова: мультисервисная сеть, сеть связи, канал связи, повышение эффективности функционирования сети.

Одной из проблем при построении и эксплуатации региональных корпоративных мультисервисных сетей является недостаточность каналных ресурсов, так как значительную часть каналов связи в регионах составляют средне- и низкоскоростные каналы невысокого качества. Известно, что реально используемая пропускная способность таких каналов связи, как правило, не превышает 30-50% от максимально возможной [4].

При оценке эффективности функционирования мультисервисной сети, в качестве критерия эффективности целесообразно использовать параметр информационной скорости передачи в канале связи  $R_{инф}$ . Данный параметр характеризует количество передаваемой полезной информации в единицу времени через канал связи. Очевидно, что даже теоретически на «идеальных» каналах без потерь  $R_{инф} < C$ , где  $C$  – пропускная способность канала связи. Это обусловлено тем, что в блоках данных при передаче всегда присутствует служебная информация протоколов (от 2% до 75% в зависимости от используемых технологий передачи и конкретных настроек).

Значительный опыт работы с региональными мультисервисными сетями показывает, что традиционные методы построения сетей связи обеспечивают значения  $R_{инф}$  равное 25-30% от теоретически возможного максимума. Такие низкие значения обусловлены наличием потерь в каналах связи при передаче данных и высокой избыточностью, вносимой служебной информацией инкапсулируемых протоколов. На сегодняшний день вероятность ошибки составляет от  $10^{-3}$  для ТЧ-каналов низкого качества до менее, чем  $10^{-6}$  для цифровых каналов высокого качества. Искажения информации в процессе передачи данных приводят к необходимости переповторов, производимых протоколами, гарантирующими доставку. Очевидно, что эти переповторы и приводят к снижению  $R_{инф}$ , а следовательно и эффективности функционирования всей сети связи [2].

Одним из способов повышения эффективности функционирования мультисервисной сети является физическое увеличение доступных ресурсов: замена используемых каналов связи на более качественные и обладающие большей пропускной способностью, увеличение количества каналов связи, установка более производительного и высокотехнологичного телекоммуникационного оборудования. Данный способ требует существенных затрат и рассчитан на долгосрочную перспективу.

Другим способом повышения эффективности является настройка различных параметров протоколов, используемых в сети. Очевидно, что данный метод требует мень-

ших затрат, чем предыдущий, так как производится только перенастройка уже существующего оборудования. Однако опыт оптимизации работы сетей связи показывает, что в случае нормально функционирующей мультисервисной сети связи дальнейшее повышение эффективности её функционирования не достигается изменением только одного параметра конкретного протокола. Дальнейшее повышение эффективности требует нахождения оптимального сочетания значений большого количества параметров всех используемых в сети протоколов. Часто этот процесс называется «тонкой настройкой». Таким образом, наилучшим способом повышения эффективности функционирования мультисервисной сети связи является комплексная оптимизация параметров сетевых протоколов.

На базе значительного опыта построения региональных корпоративных мультисервисных сетей известно, что наиболее распространенной топологией для таких сетей является простая или многоуровневая «звезда». Использование данной топологии обусловлено стремлением разместить филиалы в областном и районных центрах. При этом, существующие каналы связи обычно соединяют районные центры с областным и практически отсутствуют рокадные связи, соединяющие районные центры между собой [1].

Для проведения оптимизации необходимо рассмотреть протоколы, входящие в предлагаемую архитектуру с целью определения параметров, влияющих в наибольшей степени на эффективность функционирования сети. В рамках данной статьи, рассмотрим в качестве примера типовую архитектуру протоколов региональной мультисервисной банковской сети. Данная архитектура позволяет обеспечивать реализацию функций всех основных банковских систем:

- система телефонии – технология Voice over Frame Relay, в качестве средства кодирования голосовой информации используется протокол G.729;
- платежная система – протокол X.25;
- информационная система – протокол TCP на транспортном уровне и протокол IP на сетевом;
- задача мультиплексирования потоков данных на канальном уровне и обеспечение приоритизации выполняется протоколом Frame Relay [3].

Для данной архитектуры протоколов, рассмотрим логическую схему мультиплексирования различных типов данных (рис. 1).

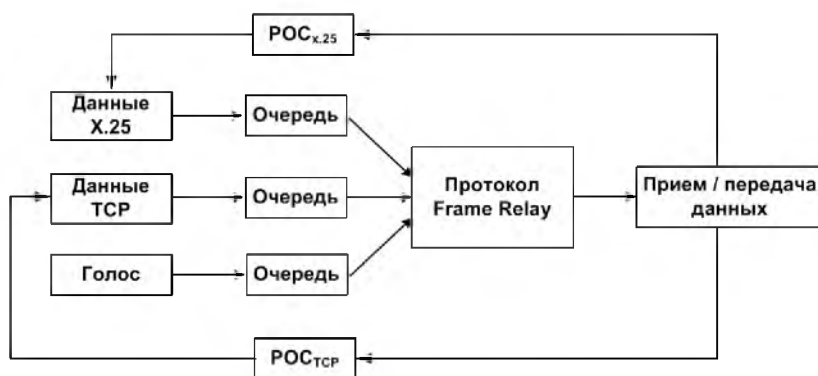


Рис. 1. Логическая схема мультиплексирования данных

Для минимизации времени доставки данных трафика реального времени – голоса и видео, производится фрагментация крупных блоков данных от протоколов X.25 и TCP/IP. Это позволяет уменьшить время ожидания в очереди на передачу через канал связи по протоколу Frame Relay. Для протоколов, обеспечивающих гарантированную доставку информации через сеть, осуществляется процедура решающей обратной связи, обозначенная на схеме как РОСX.25 и РОСТCP соответственно.

Очевидно, что показатель информационной скорости передачи  $R_{инф}$  для отдельно взятого канала связи при использовании указанной схемы мультиплексирования будет складываться из информационных скоростей для каждого типа трафика:

$$R_{\text{инф}} = R_{\text{инф\_X.25}} + R_{\text{инф\_ТСР}} + R_{\text{инф\_голос}},$$

где  $R_{\text{инф\_X.25}}$ ,  $R_{\text{инф\_ТСР}}$ ,  $R_{\text{инф\_голос}}$  – информационные скорости передачи для трафика X.25, ТСР и голоса соответственно.

Для моделирования работы канала связи предлагается использовать модульную модель сети. Для построения данной модели используется принцип декомпозиции на уровни. Пусть имеется модели двух различных протоколов А и В. Исходными данными для моделей является множество  $\{\psi\}$  входных параметров. Такими параметрами могут быть, например, характеристики каналов связи, размеры информационных блоков, величины таймеров и т.д. На выходе модели имеем множество  $\{\omega\}$  выходных параметров. Такими параметрами могут быть времена доставки сообщений, размеры очередей, показатели качества обслуживания и т.д.

При передаче данных в мультисервисной сети используется многоуровневая инкапсуляция, то есть протоколы верхних уровней используют для передачи данных услуги протоколов нижележащих уровней. Таким образом, множество (или подмножество) выходных параметров модели нижележащего протокола будет являться множеством (или подмножеством) входных параметров для модели протокола верхнего уровня.

Основными преимуществами использования данного принципа при моделировании работы канала связи являются:

- возможность моделирования стека любой сложности. Независимо от количества протоколов и их сложности, возможность анализировать функционирование каждого протокола значительно упрощает задачу моделирования работы канала связи;
- возможность использования способов моделирования любой природы. В качестве блоков моделирования могут использоваться как математические, так и имитационные или экспериментальные модели.

Для проведения оптимизации, необходимо выделить и обозначить параметры протоколов, влияющих в наибольшей степени на эффективность функционирования сети. Такими параметрами могут быть длины блоков данных, размеры фрагментов, тип дисциплины обслуживания очередей, величины таймеров переповтора и др. Варьирование значений данных параметров позволит увеличить эффективность функционирования сети связи. Для рассматриваемой архитектуры протоколов, модульная модель канала связи с указанными варьируемыми параметрами протоколов имеет вид, указанный на рис. 2.

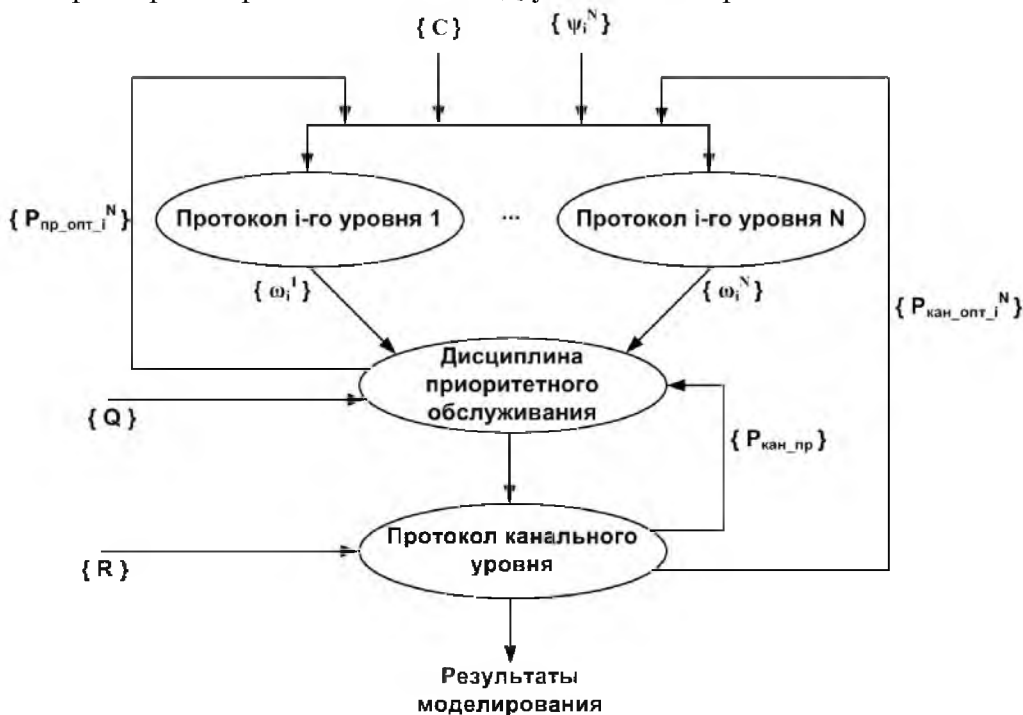


Рис. 2. Модульная модель канала связи

В данном представлении модели использованы следующие обозначения:

1.  $\{ C \}$  – множество параметров канала связи;
2.  $\{ \psi_i N \}$  – множество входных параметров N-го протокола i-го уровня;
3.  $\{ \omega_i N \}$  – множество выходных параметров N-го протокола i-го уровня;
4.  $\{ Q \}$  – множество входных параметров дисциплины приоритетного обслуживания;
5.  $\{ R \}$  – множество входных параметров протокола канального уровня;
6.  $\{ R_{пр\_опт\_iN} \}$  – множество оптимальных параметров дисциплины обслуживания очередей для N-го протокола i-го уровня;
7.  $\{ R_{кан\_опт\_iN} \}$  – множество оптимальных параметров протокола канального уровня для N-го протокола i-го уровня;
8.  $\{ R_{кан\_опт\_пр} \}$  – множество оптимальных параметров протокола канального уровня для дисциплины приоритетного обслуживания.

Очевидно, что при использовании сетевой топологии «звезда», оптимизация функционирования каналов связи по всем индивидуальным направлениям связи обеспечит оптимальность функционирования всей сети связи. Таким образом, данное модульное представление канала связи позволяет проводить комплексную оптимизацию параметров протоколов мультисервисной сети.

Для проверки адекватности модели было проведено исследование результатов на имитационном стенде (рис. 3.)

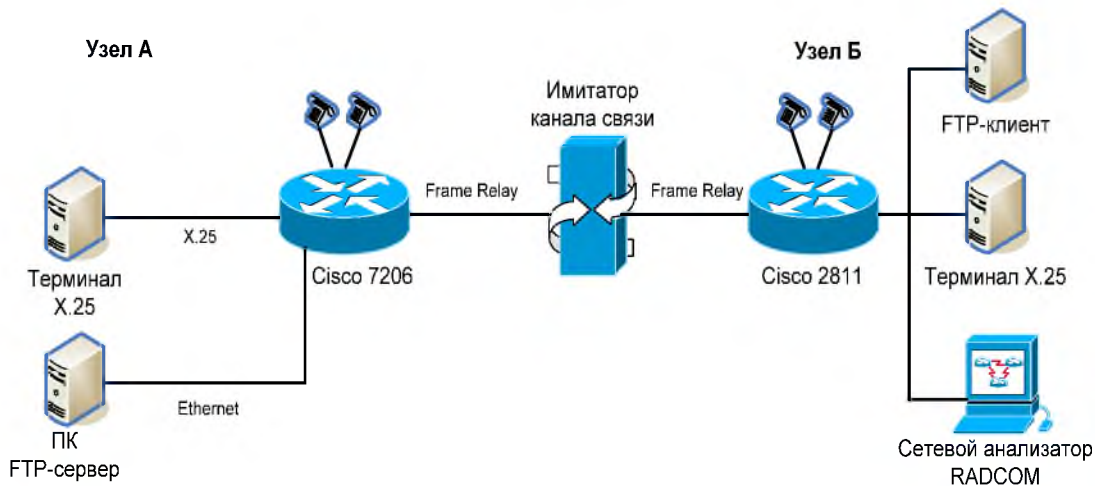


Рис. 3. Имитационный стенд

Данный стенд позволяет организовывать передачу голосового трафика (1-3 телефонных соединения), трафика TCP (передача данных по протоколу FTP) и трафика X.25. В качестве мультисервисного протокола канального уровня используется Frame Relay. Применение ПО, имитирующего канал связи, позволяет проводить исследования для различных задаваемых параметров линии связи (пропускная способность, вероятность битовой ошибки, время задержки при передаче по каналу).

Результат применения метода оптимизации для протокола X.25 при мультисервисной передаче приведены на рис. 4. В качестве значения длины кадра X.25 по умолчанию использовалась величина 500 бит. Из графика видно, что комплексная оптимизация параметров позволяет добиться повышения информационных скоростей для различных характеристик канала связи на величину от 24% до 35%.

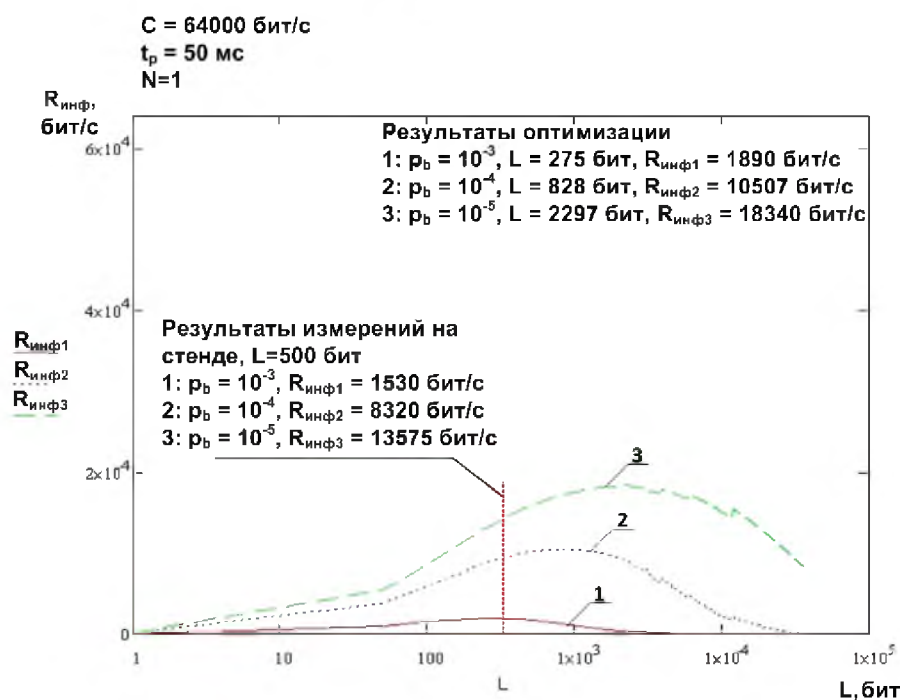


Рис. 4. Комплексная оптимизация параметров протокола X.25 через Frame Relay

Применение рассматриваемого метода позволяет повысить эффективность использования канального ресурса в региональных корпоративных мультисервисных сетях. Данное повышение может составлять от 7% до 30% в зависимости от набора используемых протоколов, установленного оборудования и характеристик каналов связи. Использование метода комплексной оптимизации параметров сетевых протоколов является экономически выгодной альтернативой замене сетевого оборудования и используемых каналов связи.

#### Список литературы

1. Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2003.
2. Зацаринный А.А. Особенности развития корпоративных телекоммуникационных сетей // ВКСС Connect! (Ведомственные корпоративные сети и системы). – 2004. – № 4 (25). – С. 74-78.
3. Сенаторов М.Ю. Информационно-телекоммуникационная система Банка России. – М.: Аякс-Пресс, 2008.
4. Huebner F. Performance and Capacity Evaluations of IP Networks and Systems // IT Pro. November – December. 2001.

## IMPROVING THE FUNCTIONING EFFICIENCY OF A MULTISERVICE CORPORATE NETWORK VIA A COMPLEX NETWORK PROTOCOL PARAMETER OPTIMIZATION

**I.M. USPENSKY**

Ph. D. JSC "INFORMSVIAZ HOLDING",  
Moscow

e-mail:  
iuspensky@informsviaz.ru

One of the key problems, associated with regional multiservice corporate networks, is the shortage of data channel resources. This is due to the fact, that most of the data transfer lines employed are low and medium speed, of very mediocre quality. It is well-known, that the bandwidth usage for such links might not exceed 30-50% of its maximum value. Increasing available bandwidth by installing newer data transfer equipment is usually very costly.

The article explores a way to increase the data links usage efficiency, by employing a complex algorithm of fine-tuning network protocol parameters. This solution can be with minimum expenses, and does not involve additional network equipment installation or data link upgrades.

Key words: multiservice network, data network, communication link, increasing network efficiency.