

УДК 004.732

А. Х. СУЛТАНОВ, Р. Р. СУЛТАНОВ

МЕТОД ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ

Предложен метод оценки показателей качества обслуживания иерархических мультисервисных сетей. Для получения показателей качества обслуживания необходимо осуществить декомпозицию сети на несколько уровней. Рассмотрены особенности проектирования мультисервисной сети передачи данных, наложенной на оптическую транспортную сеть. Приведены результаты расчета полосы пропускания при выделении соответствующего сетевого ресурса на уровне соединения. *Мультисервисные сети связи ; качество обслуживания ; иерархические сети ; проектирование сетей*

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача мультисервисных сетей заключается в обеспечении работы разнородных информационных и телекоммуникационных систем и приложений в единой транспортной среде, когда для передачи обычного трафика (данных) и трафика другой информации (речи, видео и др.) используется единая инфраструктура.

Переход к новым мультисервисным технологиям изменяет саму концепцию предоставления услуг, когда качество гарантируется не только на уровне договорных соглашений с поставщиком услуг и требований соблюдения стандартов, но и на уровне технологий и операторских сетей. Для выполнения этих соглашений необходимо соответствие текущих параметров качества обслуживания *QoS* (Quality of Service) сети нормированным параметрам, таким как полоса пропускания, задержка и уровень потери пакетов.

Современные мультисервисные сети имеют многоуровневую структуру, которую можно представить в виде нескольких основных уровней: магистральный уровень, уровень распределения и агрегирования и уровень доступа.

Магистральный уровень является универсальной высокоскоростной и, по возможности, однородной платформой передачи информации, реализованной на базе цифровых телекоммуникационных каналов.

Уровень распределения включает узловое оборудование сети оператора, а уровень агрегирования выполняет задачи агрегации трафика с

уровня доступа и подключения к магистральной (транспортной) сети.

Уровень доступа включает корпоративные или внутридомовые сети, а также каналы связи, обеспечивающие их подключение к узлу (узлам) распределения сети.

Учитывая сложную структуру мультисервисных сетей и повышенные требования к ним по обеспечению заданного *QoS*, необходимо разрабатывать подходы, которые позволяют оценить эффективность будущей сети по различным критериям.

При дальнейшем расширении и развитии существующей сети не всегда удается придерживаться трехуровневой иерархической модели проектирования. Данные проблемы возникают в достаточно больших сетях, например, сеть регионального оператора, ведомственные и кампусные сети, сеть *ISP* (интернет-сервис провайдера).

В основном при проектировании концентрируются на одноуровневых сетях. Но с увеличением масштаба сети, присоединением дополнительных сегментов, при планировании возникает необходимость учитывать большее число уровней сети.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим модели, учитывающие многоуровневый характер сетей, состоящие из более одного уровня сетевых ресурсов. Иерархическая (L_n+1) -уровневая сеть состоит из L_n уровней сетевых ресурсов, пронумерованных от 1 (самый нижний уровень) до L_n . Дополнительный верх-

ний (L_n+1) -уровень используется для того, чтобы представить объем начальных требований, наложенных на сеть, для того, чтобы реализовать их на основе низлежащих уровней сети.

При этом возможны различные частные модели, учитывающие технологии, используемые на каждом уровне, также необходимо рассмотреть начальные требования и типы сервисов, которые должны быть реализованы данной сетью. Например, учет характера передаваемых потоков на каком-либо уровне сети, способа маршрутизации потоков, доступности каналов на звеньях, способа резервирования ресурсов. Исходя из этого описания, можно сформулировать модели оптимизации для проектирования сетей, обеспечивающих требуемый уровень QoS . Также для оценки показателей QoS в данных условиях необходимо предложить соответствующие модели для вычисления характеристик обслуживания.

Самым простым случаем иерархической сети является сеть, состоящая из двух уровней сетевых ресурсов. Сформулированные для этого случая методы и алгоритмы могут быть расширены на большее число уровней.

Рассмотрим сеть передачи данных (IP или $MPLS$) и предположим, что соединения верхнего уровня, организованные с помощью маршрутизаторов, должны быть физически соединены через каналы связи, которые в свою очередь организованы на основе оптической транспортной сети SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*).

Таким образом, мы имеем сеть $IP-over-SDH$ с двухуровневой иерархией ресурсов. Иллюстрированное представление этой иерархической сети показано на рис. 1.

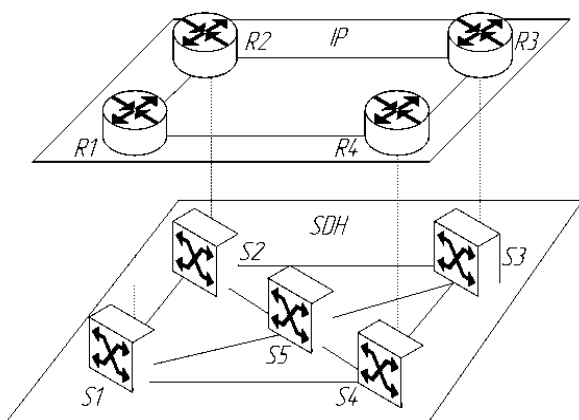


Рис. 1. IP over SDH : двухуровневая архитектура

Тогда основной вопрос, касающийся двухуровневой архитектуры, можно сформулировать следующим образом: учитывая начальные тре-

бования по обслуживаемой нагрузке через данную сеть IP , заданный уровень QoS и тот факт, что эта нагрузка проходит через транспортную сеть SDH , как необходимо соединить узлы на каждом уровне сети и какую величину полосы пропускания (ПП) необходимо выделить на каждом уровне сети?

Такое интегрированное проектирование двух уровней часто возможно у операторов сети, которым принадлежат оба уровня – IP -сеть (верхний уровень) и сеть SDH (нижний уровень). В нашем случае пропускная способность в сети SDH задана (и, следовательно, ограничена). Теперь, для IP -сети, нам необходимо определить выделенную пропускную способность IP -соединений, учитывая, что пакеты маршрутизируются по наикратчайшим маршрутам.

Для определения необходимой ПП вводятся два термина: требуемая ПП (ТПП) и пропускная способность канала (ПСК). Рассмотрим верхний уровень. Предположим также, что IP -соединения происходят со скоростью, равной 155,52 Мбит/с, тогда для IP -соединений ПСК будет равно $M_{ПСК}=155,52$ Мбит/с. Если ТПП на IP -уровне равна 1 Мбит/с, то величина ПСК IP соединений принимается равной 155,52 Мбит/с.

Для нижнего уровня пропускная способность IP -каналов (ПСК) становится ТПП для уровня SDH , следовательно, одна ТПП на нижнем уровне (SDH) эквивалентна потоку $STM-1$ (*synchronous transport module*, синхронный транспортный модуль, уровень 1). Это требование затем маршрутизируется по нижнему уровню сети, используя быстродействующие каналы передачи SDH , такие как $STM-16$ и $STM-64$. Это, в свою очередь, означает, что ПСК нижнего уровня может быть эквивалентна величине $N_{ПСК}=16 M_{ПСК}$, так как канал ёмкостью $STM-16$ может вмещать 16 потоков $STM-1$.

Итак, если ТПП для IP -требований равна 1 Мбит/с, а ПСК для каналов IP соединений равна $M_{ПСК}=155,52$ Мбит/с, то ПСК становится ТПП для сети SDH в архитектуре с 2-мя уровнями, то есть ТПП сети SDH можно считать равной 155,52 Мбит/с. Далее следует определить ПСК сети SDH с учетом топологии, маршрутной таблицы и т. д.

Основным показателем, определяющим QoS , является выделенная ПП. Поэтому возникает задача определения необходимой пропускной способности при передаче данных различного типа с заданным качеством обслуживания и оценка качества работы системы по заданным интенсивностям нагрузки и числу обслуживаемых устройств. Полученное значение будет ПСК для IP -соединений.

Для определения величин ТПП на каждом уровне необходимо разработать математические модели расчета этих величин.

2. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

При оценке характеристик пропускной способности каналов проектируемой IP-сети каждый маршрут, проходящий через несколько маршрутизаторов, представим как виртуальный путь, по которому идет передача потоков пакетов, агрегированных на входных маршрутизаторах.

Согласно традиционной классификации сетевые приложения можно разбить на три основные части: передача данных, пакетная телефония и потоковое видео. Нагрузка коммуникационных приложений, относящихся к первой группе, обычно передается по принципу *Best Effort* («наилучшей попытки») и нечувствительна к задержке, если величина нагрузки лежит в разумных пределах. Нагрузка коммуникационных приложений второй и третьей групп принадлежит к категории мультимедийных нагрузок (*Stream Traffic*) и предъявляет к сети требования по предоставлению гарантированной ПП и обеспечению необходимого *QoS*.

Среди всех схем преимущественного разделения ПП наиболее эффективна в реализации схема, при которой вся ПП цифровой линии предоставляется на правах абсолютного приоритета мультисервисной нагрузки, а пакеты трафика *Best Effort* используют полосу, оставшуюся свободной от передачи мультисервисной нагрузки, ожидая при необходимости начала обслуживания в буфере. Данная технология позволяет усилить эффект, достигаемый за счет статистического мультиплексирования, поскольку пакеты, задержанные из-за отсутствия свободной ПП, ожидают ее освобождения, а не удаляются из системы.

Анализ проектируемой мультисервисной сети будем проводить на основе принципов формализации процесса обслуживания нагрузки пакетов, использующих *MPLS*-метки. При расчете выделения соответствующего сетевого ресурса на уровне соединения построим модель совместного занятия ПП нагрузкой мультимедийных приложений *QoS* и нагрузкой трафика *Best Effort*, а также приведем определения основных характеристик обслуживания нагрузки.

Эта модель мультисервисной пакетной сети формализует технологию передачи различных типов нагрузки мультимедийных приложений *QoS* и передачу нагрузки *Best Effort*. Процедура построения модели подробно рассмотрена в [1].

В сети имеется некоторое число узлов (маршрутизаторов), соединенных между собой цифровыми каналами связи. Обозначим через L общее число линий и будем считать их пронумерованными произвольным образом.

Пусть V_l - скорость l -й линии ($l=1,2,\dots,L$), выраженная в основных передаточных единицах (ОПЕ). Допустим, что по сети передаются N потоков нагрузки речевых и мультимедийных приложений *QoS*, анализируемых на уровне соединения. Пронумеруем имеющиеся потоки заявок на соединение между конечными узлами произвольным образом.

Каждый из обслуживаемых потоков (например, k -й) характеризуется интенсивностью поступления требований по загрузке полосы передачи λ_k , средним временем удерживания выделенной полосы T_k , числом ОПЕ, необходимых для обслуживания поступившего требования b_k , и маршрутом следования пакетов от узла источника к узлу получателя R_k , задаваемым последовательностью номеров соединительных линий (СЛ), составляющих маршрут R_k .

Помимо нагрузки потоков *QoS* в сети происходит передача пакетов по принципу *Best Effort*. При поступлении на l -ю СЛ пакет принимается к обслуживанию, если на линии существует хотя бы одна свободная передаточная единица. В противном случае пакет становится на ожидание в буфер, ассоциированный с l -й СЛ и имеющий неограниченную емкость. Время пребывания пакета в буфере неограниченно, а дисциплина выбора на обслуживание производится по правилу «первый пришёл - первый вышел» (*FIFO, First In - First Out*).

3. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РАСЧЕТА

Предположим, что после завершения передачи на l -й линии пакет с вероятностью $p(l,j)$ продолжит свое обслуживание на j -й линии ($j \neq l$), с вероятностью $p(l,j)$ повторит обслуживание на l -й линии и с вероятностью

$$p(l,j) = 1 - \sum_{j=1}^L p(l,j)$$

освободит сеть. Из элементов $p(l,j)$, $l=1,2,\dots,L$; $j=0,1,2,\dots,L$, сформируем матрицу переходов пакетов $P // p_{l,j}$. Данная матрица имеет прямоугольный вид и состоит из L строк и $L+1$ столбцов.

Предположим, что поступление сообщений k -го потока нагрузки *QoS* подчиняется закону Пуассона, а время передачи имеет экспоненциальное распределение с параметром μ_k , $k=1,2,\dots,N$. Аналогично будем считать, что пакеты, в первой попытке поступающие на l -ю СЛ, составля-

ют пуассоновский поток, имеющий интенсивность $\lambda_{d,l}$, а время обслуживания пакета на l -й линии имеет экспоненциальное распределение с параметром μ_d , d – индекс указывает, что данный параметр относится к нагрузке типа *Best Effort*. В построенной модели сообщения потоков *QoS* имеют абсолютный приоритет при передаче по линии. Это означает, что сообщение потока *QoS* может вытеснить с передачи требуемое для его обслуживания некоторое число пакетов нагрузки *Best Effort*. Вытесненные пакеты попадают в буфер и начинают заново передаваться по мере появления свободного передаточного ресурса.

В силу принятых допущений о характере реализуемых в рассмотренной выше модели случайных величин она может быть представлена марковским процессом. Введем компоненты соответствующего процесса. Пусть $i_k(t) = 1, 2, \dots, N$ – число сообщений k -го потока нагрузки *QoS*, находящихся на передаче в момент t , а $i_{d,l}(t)$, $l = 1, 2, \dots, L$ – число пакетов нагрузки *Best Effort*, находящихся в момент t на l -й линии на передаче или ожидании. Динамика изменения состояний модели описывается марковским процессом

$$r(t) = [i_1(t), \dots, i_N(t), i_{d,1}(t), \dots, i_{d,L}(t)],$$

определенным на S – множестве возможных состояний [2]. Обозначим через $P(i_1, \dots, i_N, i_{d,1}, \dots, i_{d,L})$ стационарные вероятности $r(t)$.

Для исследуемой модели не для всех значений входных параметров существует стационарное распределение вероятностей $P(i_1, \dots, i_N, i_{d,1}, \dots, i_{d,L})$. Рассмотрим, какие в этом случае имеются возможности. Соединения для нагрузки *QoS* предоставляются на основе модели с потерями. Поэтому интенсивности поступления заявок на соединения *QoS* могут принимать любые численные значения, лежащие в интервале от нуля до бесконечности. Напротив, заявки на соединение типа *Best Effort* обслуживаются на основе модели с неограниченным ожиданием. Поэтому интенсивности поступления соответствующих заявок не должны превосходить ПП линии, оставшейся свободной от передачи сообщений нагрузки *QoS*. Не будем давать точные значения интервала изменения $\lambda_{d,l}$, а ограничимся лишь приведенным выше обсуждением, позволяющим найти границы изменения $\lambda_{d,l}$.

Процесс обслуживания потоков сообщений *QoS* будем характеризовать следующими величинами: r_k – доли сообщений k -го потока, получившие отказ в установлении требуемого соединения, и M_k – средняя величина ПП линии, выраженная в ОПЕ и занятая сообщениями k -го потока. Формальные выражения для соответствующих характеристик через значения доли вре-

мени пребывания модели с фиксированным числом соединений каждого типа и известным числом пакетов, находящихся на передаче или ожидании на каждой из имеющихся линий, можно записать в следующем виде [3]:

$$r_k = \sum_{(i_1, \dots, i_N, i_{d,1}, \dots, i_{d,L}) \in S} P(i_1, \dots, i_N, i_{d,1}, \dots, i_{d,L}); \quad (1)$$

$$M_k = \sum_{(i_1, \dots, i_N, i_{d,1}, \dots, i_{d,L}) \in S} P(i_1, \dots, i_N, i_{d,1}, \dots, i_{d,L}) i_k b_k,$$

$$k = 1, 2, \dots, N,$$

где S – множество возможных состояний модели; b_k – множество состояний модели, в которых заявка на соединение от k -го потока нагрузки *QoS* получает отказ из-за недостаточности ресурса в одной из линий, составляющих маршрут следования нагрузки k -го потока.

Тогда ПП на k -й поток нагрузки рассчитываем по формуле:

$$M_k = \frac{\lambda_k}{\mu_k} b_k (1 - r_k) = a_k b_k (1 - r_k),$$

где $a_k = \lambda_k / \mu_k$ – интенсивность k -го потока нагрузки *QoS*, выраженная в Эрлангах. Таким образом, для оценки введенных показателей обслуживания нагрузки *QoS* достаточно знать только долю отказов в установлении требуемого соединения.

Применяя рекурсивный алгоритм, мы можем получить суммарные ПП при заданном уровне потерь для сети с заданной топологией сети.

3. ПРИМЕР РАСЧЕТА

Рассмотрим сеть, у которой имеется $L=44$ цифровых линий, соединяющих удаленные ведомства с центральным узлом. Пронумеруем имеющиеся линии произвольным образом (рис.2). Вследствие того, что каждый из существующих удаленных узлов сети предъявляет одинаковые требования по количеству предоставления сервисов с заданным качеством обслуживания, расчет параметров каналов будет несколько упрощен. Из всех перечисленных в первом разделе сервисов, более востребованными, максимальными по занятию полосы пропускания и наглядными с точки зрения расчетов на проектируемой сети являются: видеоконференцсвязь, IP-телефония, передача данных, критичных к задержкам, а также передача *web*-ресурсов, организуемая по принципу *Best Effort*. Поэтому дальнейший расчет характеристик каналов будем производить исходя из передачи по каналам сети этих четырех сервисов.

Примем, что каждая из L цифровых линий имеет фиксированные скорости передачи S ,

равные 4624, 8448, 1000000, 2496000 кбит/с (рис.2), а по сети передается $N=3$ (видеоконференцсвязь, IP-телефония, передача данных) потоков нагрузки, следующих от узла источника к узлу получателя по какой-то фиксированной для данного потока цепочке. Будем считать, что для обслуживания заявки k -го потока ($k=1..N$) требуется полоса передачи D_k бит в секунду в каждой соединительной линии.

Значение D_k не меняется за время обслуживания, не зависит от порядкового номера передаваемого сообщения и оценивается либо на основе пиковой величины интенсивности поступления пакетов, составляющих анализируемое соединение, либо с помощью понятия эффективной ширины полосы (среднее значение между пиковой и средней интенсивностями генерации пакетов). В данном случае полосу передачи каждой соединительной линии будем оценивать на основе пиковой величины интенсивности поступления пакетов.

Примем минимально допустимые полосы передачи для различных потоков нагрузки: $D_1 = 352$ кбит/с (видеоконференцсвязь); $D_2 = 8$ кбит/с (IP-телефония); $D_3 = 48$ кбит/с (передача данных, работа с БД). При этом расстановка приоритетов потоков нагрузки, начиная с высшего, будет выглядеть следующим образом: видеоконференцсвязь, IP-телефония, web-ресурсы, передача данных, работа с БД.

Т.е, по запросу абонента на начало сеанса видеоконференции с видеотерминала одного из удаленных районов, в общем магистральном канале потоку данных этого сервиса будет гарантированно предоставлена полоса пропускания не менее 352 кбит/с. Аналогично, потоку видеоконференцсвязи при начале сеанса IP-телефонии будет гарантированно предоставлена полоса пропускания не менее 8 кбит/с.

В случае если более приоритетные сервисы занимают основную полосу пропускания канала, запросы абонентов, желающих использовать web-ресурсы или осуществить передачу данных, будут использовать полосу канала, оставшуюся свободной от передачи мультимедийной нагрузки, ожидая при необходимости начала обслуживания в буфере. Причем в первую очередь будут обслужены абоненты, использующие web-ресурсы, а только после них абоненты, осуществляющие передачу данных.

Основным структурным параметром, задающим пропускную способность цифровых линий, является скорость передачи, выраженная в основных передаточных единицах (ОПЕ). По-

нятие основной передаточной единицы α вводится как наибольший общий делитель (НОД) значений полосы передачи всех имеющихся в сети соединительных цифровых линий S_1, \dots, S_L и требований к величине полосы передачи D_1, \dots, D_N , необходимой для обслуживания сообщения каждого из N находящихся в сети потоков информационной нагрузки:

$$\alpha = \text{НОД}(S_1, \dots, S_L, D_1, \dots, D_N);$$

$$\alpha = \text{НОД}(S_1, \dots, S_{46}, D_1, \dots, D_4) =$$

$$= \text{НОД}(4624, 8448, 1000000, 2496000, 352, 8, 48) = 8.$$

В результате имеем целочисленное представление скорости l -й линии в виде $v = \frac{S_l}{\alpha}$ основных передаточных единиц и целочисленное выражение требования к полосе передачи для сообщений k -го потока в виде $b_k = \frac{D_k}{\alpha}$ основных передаточных единиц. Скорость для всех соединительных линий, выраженная в основных передаточных единицах (рис.2):

$$v = \frac{1000000}{8} = 125000 \text{ ОПЕ},$$

$$v_{2-4} = \frac{2496000}{8} = 312000 \text{ ОПЕ},$$

$$v_{3-42} = \frac{8448}{8} = 1056 \text{ ОПЕ},$$

$$v_{43-46} = \frac{1000000}{8} = 125000 \text{ ОПЕ}.$$

Рассчитаем требования к полосе передачи для каждого потока, выраженные в основных передаточных единицах:

$$b_1 = \frac{352}{8} = 44 \text{ ОПЕ};$$

$$b_2 = \frac{8}{8} = 1 \text{ ОПЕ};$$

$$b_3 = \frac{48}{8} = 6 \text{ ОПЕ}.$$

Каждый из потоков (например, k -й) характеризуется количеством поступлений требований в единицу времени на занятие полосы передачи λ_k , средним временем удерживания выделенной полосы T_k в процессе одного занятия, числом основных передаточных единиц, необходимых для обслуживания поступившего требования b_k .

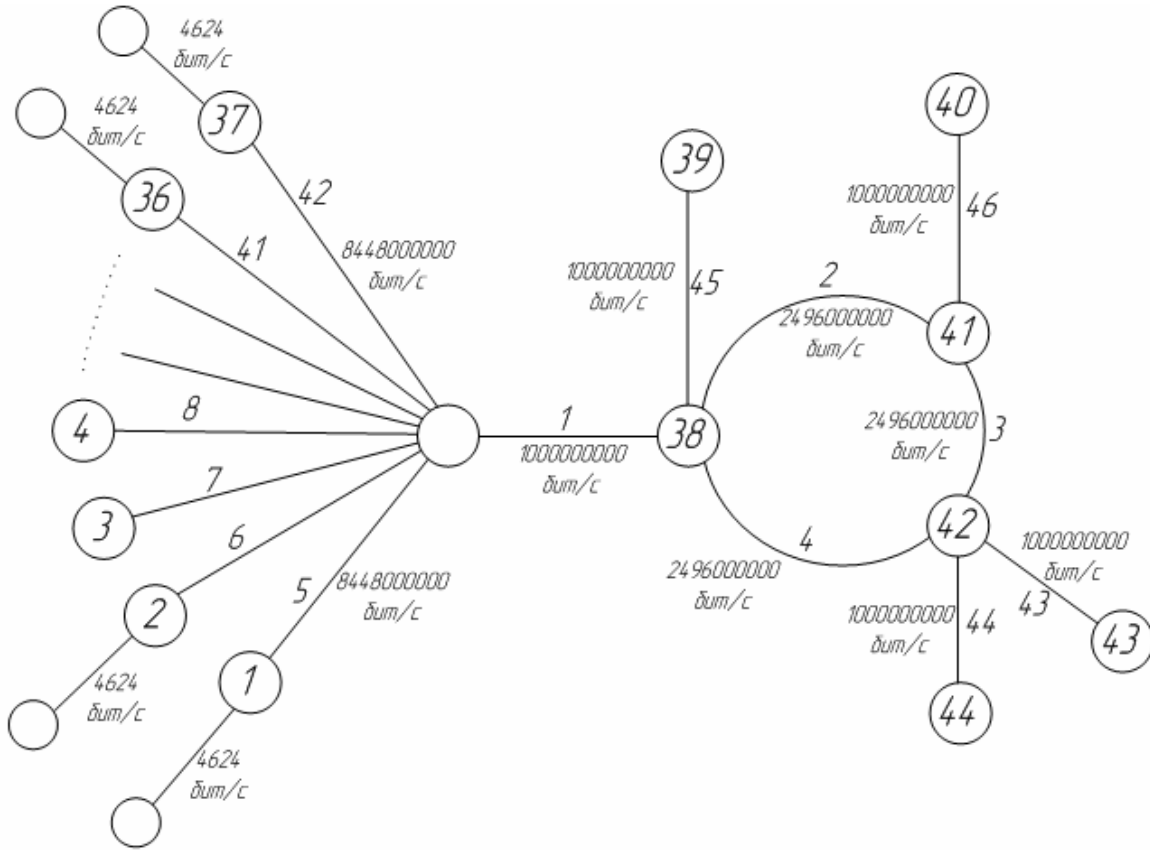


Рис. 2. Нумерация узлов, соединительных линий и их скорости

При расчете ПП с заданной величиной потерь [4] осуществляется обратный переход на полосы пропускания, выраженные в битах в секунду.

С учетом сделанных ранее допущений, для гарантированной передачи с качеством обслуживания 0,9995 сервисов видеоконференц-связь, IP-телефония и передача данных по данному методу расчета были определены требуемые полосы пропускания каналов для данной сети IP (рис. 2):

$$\begin{aligned}
 V_1 &= 516 \text{ ОПЕ} = 45408 \text{ кбит/с;} \\
 V_2 &= 372 \text{ ОПЕ} = 32736 \text{ кбит/с;} \\
 V_3 &= 228 \text{ ОПЕ} = 20064 \text{ кбит/с;} \\
 V_4 &= 240 \text{ ОПЕ} = 21120 \text{ кбит/с;} \\
 V_{5-42} &= 19 \text{ ОПЕ} = 1672 \text{ кбит/с;} \\
 V_{43} &= 20 \text{ ОПЕ} = 1760 \text{ кбит/с;} \\
 V_{44} &= 19 \text{ ОПЕ} = 1672 \text{ кбит/с;} \\
 V_{45} &= 26 \text{ ОПЕ} = 2288 \text{ кбит/с;} \\
 V_{46} &= 19 \text{ ОПЕ} = 1672 \text{ кбит/с.}
 \end{aligned}$$

Полученные величины далее маршрутизируются по транспортной сети SDH между конечными маршрутизаторами с учётом загрузки каналов.

ВЫВОДЫ

1. Для учета разнородной телекоммуникационной среды были введены формализованные показатели, такие как требуемая ПП (ТПП) и пропускная способность канала (ПСК) на каждом уровне иерархической сети.

2. Применение основной передаточной единицы (ОПЕ) позволило численно оценить показатели QoS для определенной структуры мультисервисной сети.

3. Разработана модель, которая дает возможность определить ТПП для сетей пакетной коммутации для предварительно заданной топологии на основе методов теории телетрафика.

4. Полученные величины ПП можно использовать для резервирования сетевых ресурсов на соответствующем уровне, что повысит надежность всей сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лагутин, В. С. Формализованное представление процесса занятия полосы передачи в мульти-

сервисных пакетных сетях / В. С. Лагутин, В. О. Костров // Электросвязь. 2003. № 1. С. 31–34.

2. **Клейнрок, Л.** Теория массового обслуживания = Queueing systems / Л. Клейнрок; пер. с англ. И. И. Грушко; под ред. В. И. Неймана. М. : Машиностроение, 1979. 432 с.

3. **Лагутин, В. С.** Оценка характеристик пропускной способности мультисервисных пакетных сетей при реализации технологии разделения типов нагрузки / В. С. Лагутин, В. О. Костров // Электросвязь. 2003. № 3. С. 28–32.

4. **Лившиц, Б. С.** Теория телетрафика / Б. С. Лившиц, А. П. Пшеничников, А. Д. Харкевич. М. : Связь, 1979. 354 с.

ОБ АВТОРАХ



Султанов Альберт Ханович проф., зав. кафедрой телекоммуникац. систем. Дипл. инженер по многоканал. электросвязи (Новосибирск. электротехн. ин-т связи, 1973). Д-р техн. наук (УГАТУ, 1996). Иссл. в обл. телекоммуникац. систем, оптоэлектронных аэрокосмических систем.



Султанов Рустем Радисович, асс. той же каф. Дипл. инж. по многоканал. телекоммуникац. системам (УГАТУ, 2002). Иссл. в обл. комп. сетей, систем пакетной коммутации, оптимизации сетей.