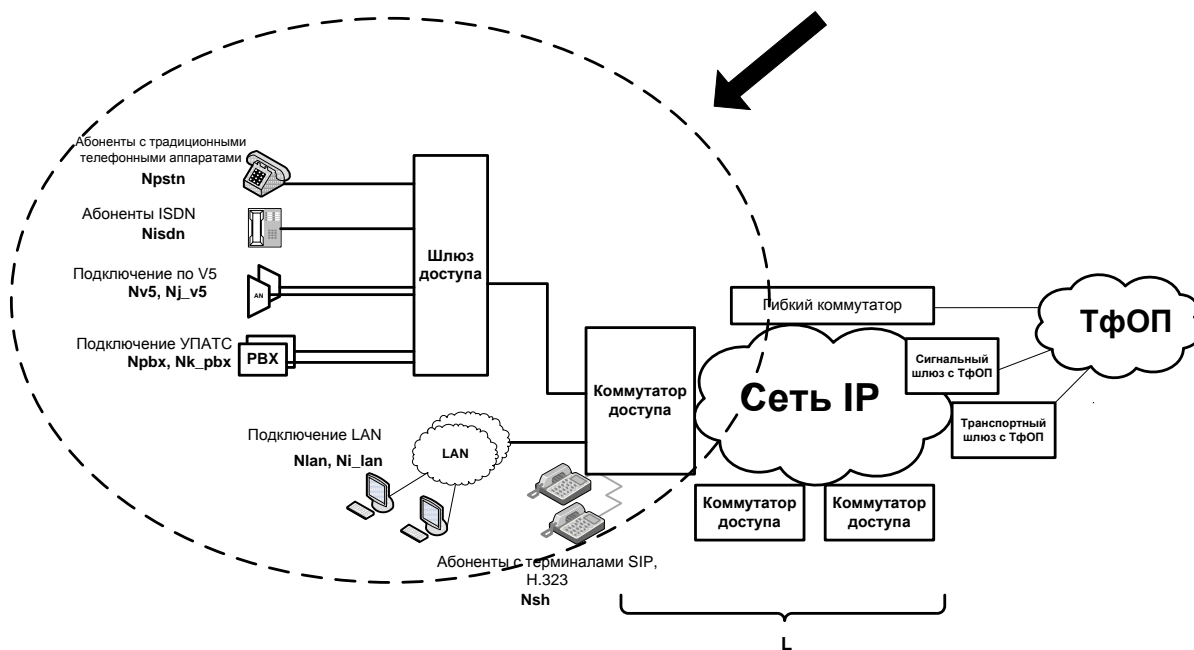


Расчет шлюза доступа

Задачи:

1. Определить число шлюзов и емкостные показатели составляющего их оборудования.
2. Определить транспортный ресурс подключения шлюзов доступа к пакетной сети.



ис. 7. Шлюз доступа в сети NGN

P

Исходные данные для проектирования:

Пользователи услуг связи разных типов:

- а) абоненты, использующие аналоговые абонентские линии, которые включаются в шлюз доступа (RAGW) – N_{pstn} ;
- б) абоненты, использующие линии базового доступа ISDN, которые включаются в RAGW – N_{isdn} ;
- в) абоненты, использующие терминалы SIP/H.323, которые включаются в пакетную сеть на уровне коммутатора доступа – N_{sh} ;
- г) N_{i_lan} – число пользователей, включаемых в одну LAN, где i – номер LAN, общее число сетей LAN, включаемых на уровне коммутатора доступа, I , N_{lan} – общее число пользователей

Здесь стоит обратить внимание на подключение абонентов, использующих терминалы SIP/ H.323. Эти абоненты включаются не в шлюз доступа, а непосредственно в коммутатор доступа. Помимо этого, сразу внесем небольшое уточнение относительно различия между N_{sh} и N_{lan} .

Существует две группы абонентов, использующих терминалы SIP/H.323, которые:

- ✓ подключаются непосредственно к коммутатору доступа, и их число равно N_{sh} ,
- ✓ подключаются к коммутатору при помощи LAN, и их число это $\sum_1^I N_{i_LAN}$, но в нашем случае, предположим, что все сети LAN одинаковые, тогда это выражение будет выглядеть так: $N_{i_lan} \cdot I$.

Для наглядности продемонстрируем схему (рис. 8) подключения абонентов, о которых сказано выше.

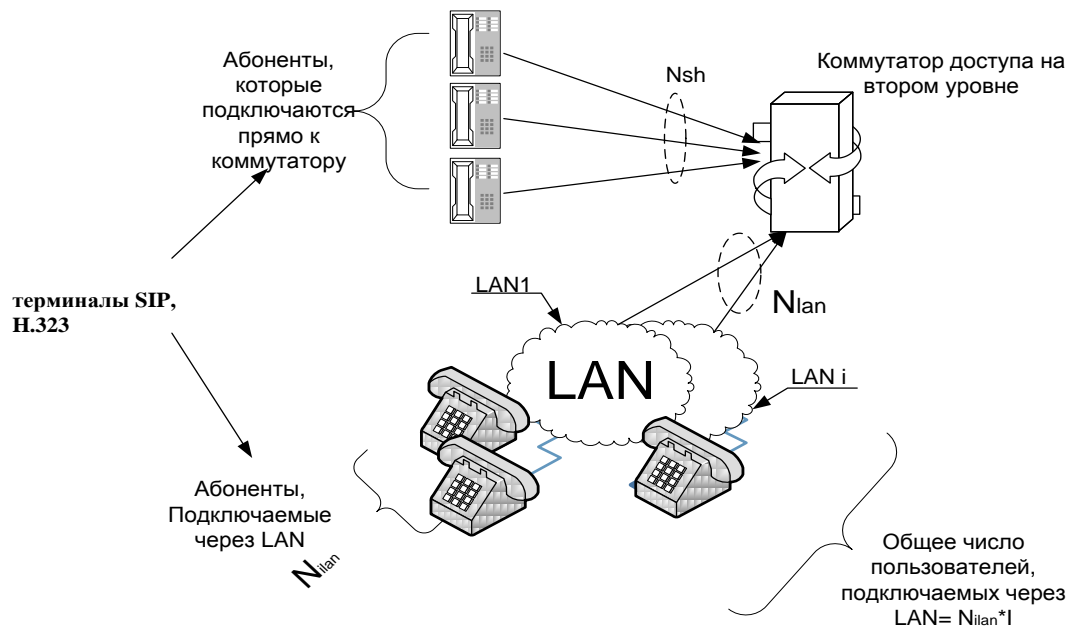


Рис. 8. Варианты подключения терминалов SIP/H.323

По сути, разница между этими двумя вариантами включения практически такая же, как между включением одного абонента или включением УАТС в традиционной телефонии (рис. 9).

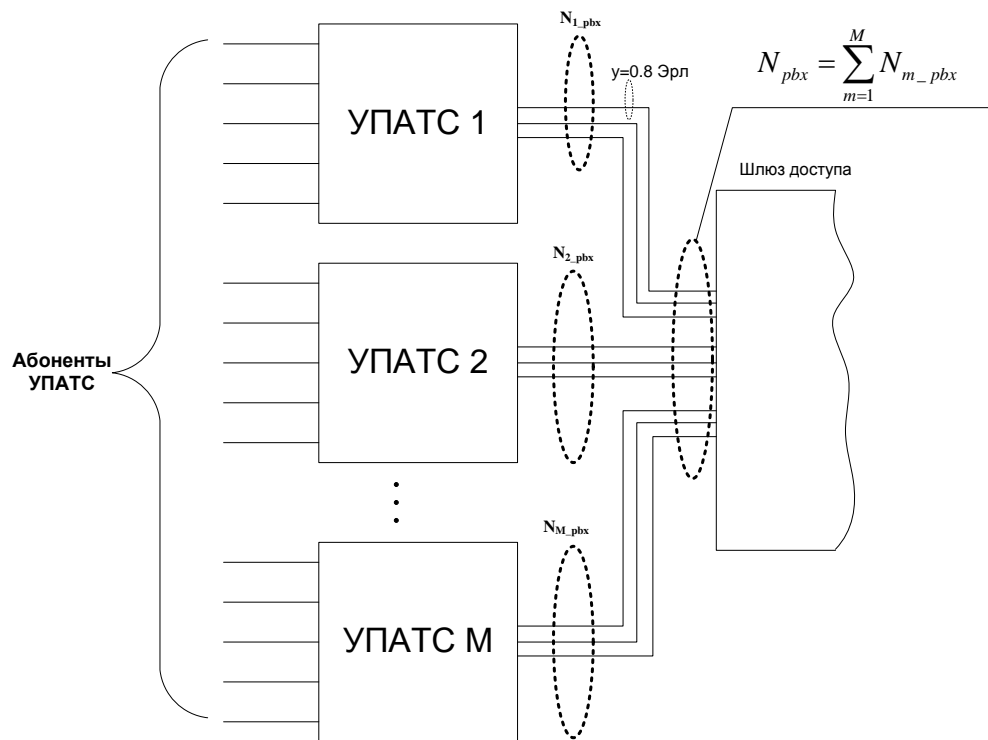


Рис. 9. Подключение УПАТС по PRI

д) УПАТС, использующие внешний интерфейс ISDN-PRA и включаемые в пакетную сеть через транкинговые шлюзы, где M – количество УПАТС;

N_{m_pbx} – число пользовательских каналов, подключаемых к одной УПАТС, где m – номер УПАТС;

N_{pbx} – общее количество пользовательских каналов от всех УПАТС к шлюзу доступа.

ж) оборудование сети доступа с интерфейсом V5, включаемое в пакетную сеть через шлюзы доступа, где J – число интерфейсов V5, N_{j_v5} – число пользовательских каналов в интерфейсе V5j, где j – номер сети доступа;

N_{v5} – общее число пользовательских каналов V5.

*Удельная нагрузка на линию,
подключающую вышеописанных пользователей:*

$y_{pstm} = 0,1$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента ТфОП в ЧНН,

$y_{ISDN} = 0,2$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента ISDN в ЧНН,

$y_{sh} = 0,2$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента, использующего терминалы SIP/ H.323 в ЧНН,

$y_{i_v5} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по интерфейсу V5 (соединительная линия),

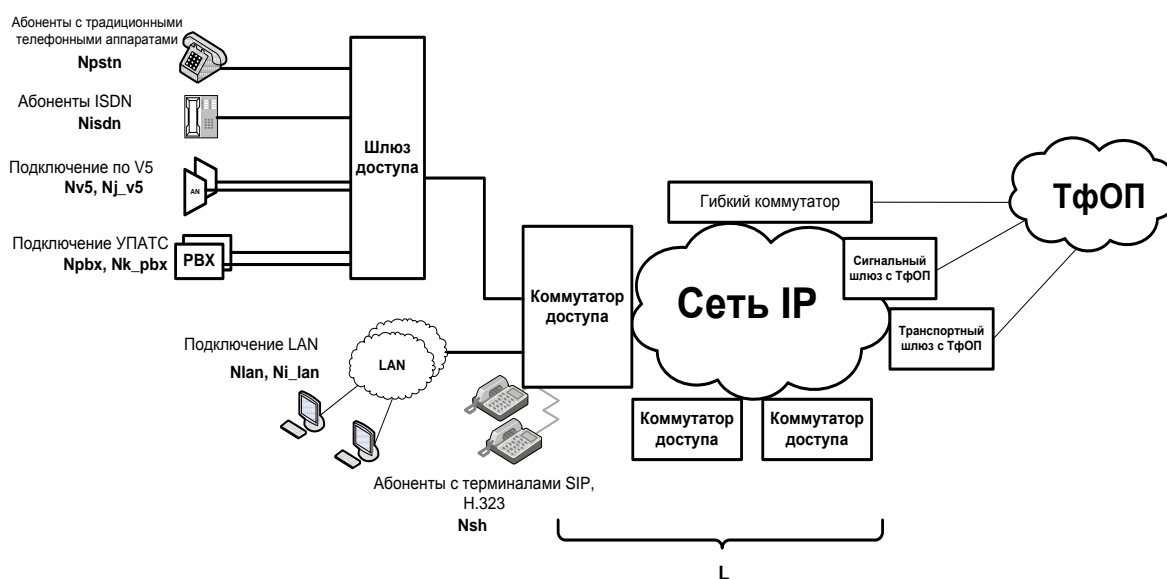
$y_{m_pbx} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по PRI (соединительная линия).

Параметры нагрузки для абонентов, использующих терминалы SIP/H.323 или подключенных к LAN, не рассматриваем в силу того, что они не создают нагрузку на шлюз, параметры которого мы рассчитываем, так как эти терминалы включаются непосредственно в коммутатор доступа. Их влияние мы примем в учет, когда будем рассматривать коммутатор доступа и сигнальную нагрузку, поступающую на Softswitch.

На практике при построении сети для расчета числа шлюзов, помимо рассчитанной нагрузки учитываются и допустимая длина абонентской линии, топология первичной сети (если таковая уже существует), наличие помещений для установки, технологические показатели типов оборудования, предлагаемого к использованию.

Размещение оборудования и схема организации связи

На основании исходных данных и полученных результатов составить схему сети, используя параметры реального оборудования, информацию о котором можно получить в свободном доступе. В качестве образца можно использовать рис. 10, приведенный ниже, но стоит обратить внимание, что на получившейся схеме должно быть изображено спроектированное количество шлюзов доступа и коммутаторов доступа (с учетом их характеристик, например, максимальное количество портов каждого типа), указаны виды подключений к каждому из элементов.



ис. 10. Параметры оборудования сети доступа

На такую схему должны быть нанесены все исходные данные и полученные результаты. При нанесении результатов необходимо учесть, что если в исходных данных, например, приводится количество абонентов традиционной телефонии, равное 100, то это не значит, что для каждого шлюза будет такое количество. Это общее число абонентов такого типа, а какое количество будет для того или иного оборудования рассчитывается на основе параметров выбранного оборудования и результатов расчетов,

проведенных в курсовой работе. Для каждого из элементов сети необходимо привести таблицу, аналогичную той, которая представлена в примере выполнения курсовой работы.

Расчет основных параметров шлюза доступа и коммутатора доступа

Определив количество шлюзов, можно рассчитать нагрузку на линии, подключаемые к каждому из шлюзов. Для каждого шлюза такие расчеты будут идентичны, различаться будут лишь параметры источников нагрузки.

$Y_{\text{общ}} -$ общая нагрузка, создаваемая абонентами ТфОП, и поступающая на шлюз доступа:

$$Y_{\text{общ}} = N_{\text{общ}} \cdot y_{\text{общ}}; \quad (1)$$

$Y_{\text{ISDN}} -$ общая нагрузка, создаваемая абонентами ISDN и поступающая на шлюз доступа:

$$Y_{\text{ISDN}} = N_{\text{ISDN}} \cdot y_{\text{ISDN}}; \quad (2)$$

$Y_{j_V5} -$ общая нагрузка, создаваемая оборудованием доступа j , подключенным через интерфейс V5:

$$Y_{j_V5} = N_{j_V5} \cdot y_{i_V5}; \quad (3)$$

Общая нагрузка, создаваемая оборудованием сетей доступа, подключенным через интерфейс V5, равна:

$$Y_{V5} = \sum_{j=1}^J Y_{j_V5} = y_{i_V5} \cdot \sum_{j=1}^J N_{j_V5}; \quad (4)$$

$Y_{m_pbx} -$ нагрузка, создаваемая УПАТС m , подключенным по PRI:

$$Y_{m_PBX} = N_{m_PBX} \cdot y_{m_PBX}; \quad (5)$$

Общая нагрузка, создаваемая оборудованием УПАТС:

$$Y_{PBX} = \sum_{m=1}^M Y_{m_PBX} = y_{m_PBX} \cdot \sum_{m=1}^M N_{m_PBX}. \quad (6)$$

Выше рассчитаны нагрузки от абонентов различных типов, подключаемых к шлюзам. В нашем случае шлюзы реализуют функции резидентного шлюза доступа, шлюза доступа и транкингового шлюза подключения УПАТС, и к нему подключаются все рассмотренные выше источники нагрузки.

Тогда общая нагрузка на шлюз

$$Y_{GW} = y_{i_V5} \cdot \sum_{j=1}^J N_{j_V5} + y_{k_PBX} \cdot \sum_{k=1}^K N_{k_PBX} + y_{\text{общ}} \cdot N_{\text{общ}} + y_{\text{ISDN}} \cdot N_{\text{ISDN}}. \quad (7)$$

Стоит отметить, что суммарная нагрузка на линии, которые включаются в шлюз, будет равна нагрузке на сам шлюз, и для нашей

курсовой работы примем, что эта нагрузка – на двустороннюю линию, т. е. как от абонента, так и к нему (рис. 11).

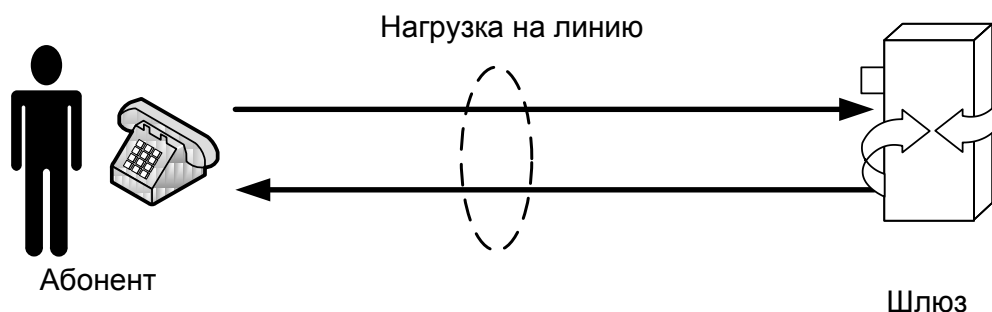


Рис. 11. Нагрузка на линию

Кроме того, пользовательская нагрузка, поступающая на шлюз, будет равна исходящей пользовательской нагрузке (это позволяет нам не учитывать соединения в пределах одного шлюза).

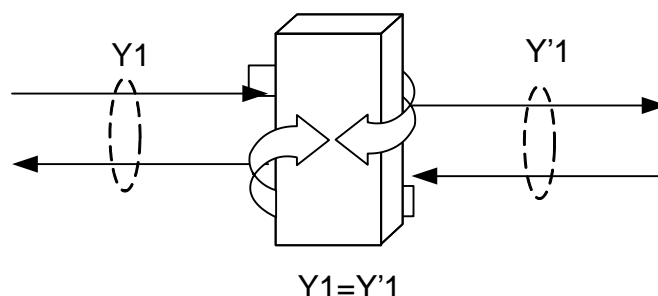


Рис.12. Равенство нагрузки

Пусть V_{COD_m} – скорость передачи кодека типа m при обслуживании вызова.

Значения V_{COD_m} – для кодеков разных типов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Скорость передачи кодеков

Тип кодека	Скорость кодека V_{COD_m} , кбит/с	Размер речевого кадра, байт	Общая длина кадра, байт	Коэффициент избыточности k	Требуемая пропускная способность V_{trans_cod} , кбит/с
G. 711	64	80	134	$134/80=1,675$	108,8
G. 723.1 I/r	6,4	20	74	$74/20=3,7$	23,68
G. 723.1 h/r	5,3	24	78	$78/274=3,25$	17,225
G. 729	8	10	64	$64/10=6,4$	51,2

Полоса пропускания, которая понадобится для передачи информации при условии использования кодека типа m , определяется следующим образом:

$$V_{trans_cod} = k \cdot V_{COD_m}, \quad (8)$$

где k – коэффициент избыточности, который рассчитывается для каждого кодека отдельно, как отношение общей длины кадра к размеру речевого кадра.

Для примера рассмотрим популярный кодек G.711. Передаваемую информацию условно можно разделить на две части: речевую информацию и заголовки служебных протоколов. Сумма длин заголовков протоколов RTP/UDP/IP/Ethernet (а именно эти протоколы потребуются для передачи информации в нашем случае) 54 байта (12+8+20+14).

Общая длина кадра при использовании такого кодека 134 байта.

Тогда коэффициент избыточности: $k = 134/80 = 1,675$.

Смысл этого параметра можно сформулировать следующим образом: для того чтобы передать один байт речевой информации, необходимо в общей сложности передать кадр размером примерно 1,7 байт (рис. 13).



Рис. 13. Формат кадра G.711, передаваемого по IP сети

Обеспечение поддержки услуг передачи данных в телефонных сетях с коммутацией каналов и в сетях с VoIP осуществляется по-разному. Как известно, при помощи речевых кодеков нельзя передавать такую специфическую информацию, как факс, модемные соединения, DTMF и т.п. Часто для их передачи используется эмуляция каналов «64 кбит/с без ограничений». При расчете транспортного ресурса следует учитывать, что некоторая часть вызовов будет обслуживаться без компрессии пользовательской информации, т.е. будет полностью прозрачный канал без подавления пауз и с кодированием G.711.

В задании на курсовое проектирование для каждого варианта указано процентное соотношение используемых кодеков. Данное соотношение должно соблюдаться для каждого отдельного шлюза.

Чтобы обеспечить передачу пользовательской информации по IP-сети, необходимо передавать и сообщения сигнальных протоколов, для передачи

трафика которых также должен быть предусмотрен транспортный ресурс сети.

Если в оборудовании коммутатора доступа реализована возможность подключения абонентов, использующих терминалы SIP, H.323 либо LAN, то необходимо учесть соответствующий транспортный ресурс. Доля увеличения транспортного ресурса за счет предоставления базовой услуги телефонии таким пользователям может быть определена в зависимости от используемых кодеков и числа пользователей.

Если терминалы SIP и H.323 используются для предоставления мультимедийных услуг, то доля увеличения транспортного ресурса должна определяться, исходя из параметров трафика таких услуг, однако в данном курсовом проекте они рассматриваться не будут.

После определения транспортного ресурса подключения определяются емкостные показатели, т. е. количество и тип интерфейсов, которыми оборудование шлюза доступа будет подключаться к пакетной сети. Количество интерфейсов, помимо требуемого транспортного ресурса, будет определяться из топологии сети.

Для того чтобы рассчитать необходимый транспортный ресурс рассмотрим каждый шлюз отдельно.

При проектировании будем описывать шлюз последовательно двумя разными математическими моделями (рис. 14):

- система массового обслуживания с потерями,
- система массового обслуживания с ожиданием.

При помощи первой модели, мы сможем определить, какое количество соединений будет одновременно обслуживаться проектируемыми шлюзами, а при помощи второй определим характеристики канала передачи данных, необходимые для передачи пользовательского трафика с требуемым качеством обслуживания.

СМО с потерями

Модели упрощают реальные физические процессы и нам необходимо остановиться на нескольких важных допущениях, используемых в исследуемой модели.

Для предоставления услуг пользователям жестко определены параметры QoS для каждого типа вызовов, и в случае, если заявка не может быть обслужена с требуемым качеством (пропускная способность, тип кодека), она отбрасывается. Таким образом, потери в данной системе – это те вызовы, которые не могут быть обслужены ввиду отсутствия требуемого ресурса (определенного типа кодирования) для передачи данных. Такой подход имеет свое реальное воплощение в некоторых моделях оборудования.

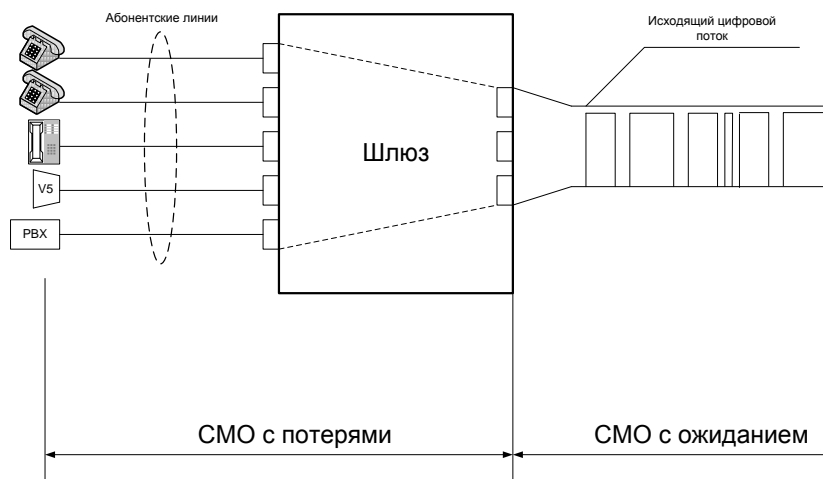


Рис. 14. Логическое разбиение СМО на две части

В связи с тем, что информация на шлюзе обрабатывается при помощи различных кодеков (процентное соотношение используемых кодеков для каждого варианта приведено в задании на курсовое проектирование), она поступает в сеть с разной скоростью, и расчет исходящих каналов мы будем производить для каждого типа кодека отдельно. Таким образом, мы делим СМО на логические части по количеству используемых кодеков и рассчитываем при помощи описанного ниже алгоритма общую скорость канала без учета QoS передачи трафика по сети передачи данных.

Перейдем непосредственно к расчету.

Для кодеков всех типов алгоритм определения требуемого транспортного ресурса одинаков.

Пусть t – среднее время занятия одной абонентской линии.

В общем случае, необходимо учитывать среднее время занятия одной абонентской линии для каждого типа абонентов (абоненты квартирного сектора, пользователи офисных АТС и др.). Чтобы упростить расчеты, для кодеков абонентов всех категорий в курсовом проекте используется единая величина, ее значение принято равным 2 мин.

$$t = 2 \text{ мин,}$$

μ – интенсивность обслуживания поступающих заявок,

ρ – потери заявок.

Зная интенсивность потерь и пользуясь калькулятором Эрланга (описание приведено ниже), найдем число виртуальных соединений, которые нам потребуется установить, чтобы предоставить услуги связи с заданным QoS.

x – число соединений, необходимое для обслуживания нагрузки, обрабатываемой кодеком определенного типа.

$V_{trans_cod_i}$ – полоса пропускания для одного соединения кодека типа i , где N – количество соединений определенного типа на одном шлюзе.

Таким образом, транспортный поток на выходе кодека i

$$V_{c_i} = V_{trans_cod_i} \cdot N. \quad (9)$$

Тогда транспортный поток пользовательского трафика на выходе одного шлюза

$$V_{GW} = \sum_{i=1}^L V_{c_i}, \quad (10)$$

где L – число используемых кодеков.

Рассчитаем общий транспортный поток всех шлюзов:

$$V = \sum_{j=1}^M V_{GW_j}, \quad (11)$$

где M – количество шлюзов.

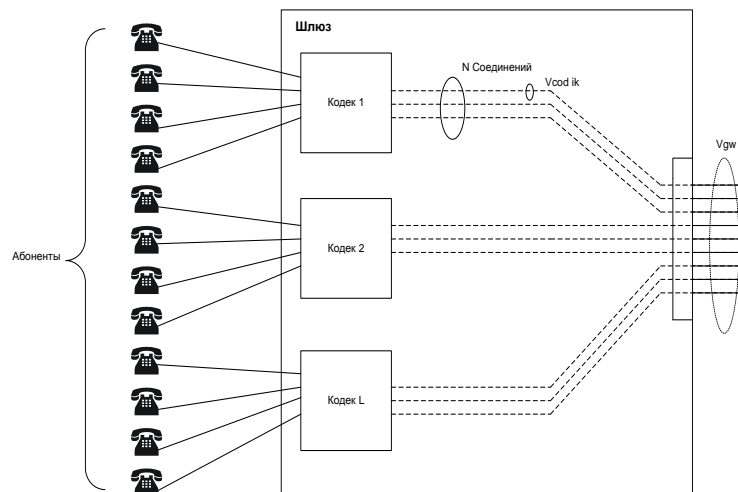


Рис. 15. Кодеки в шлюзе

Калькулятор Эрланга

С помощью калькулятора Эрланга можно определить один из трех параметров при известных двух:

- 1) Число обслуживающих устройств;
- 2) Вероятность потери вызовов;
- 3) Поступающую нагрузку;

Для определения одного из параметров, два других должны быть занесены в соответствующие ячейки калькулятора.

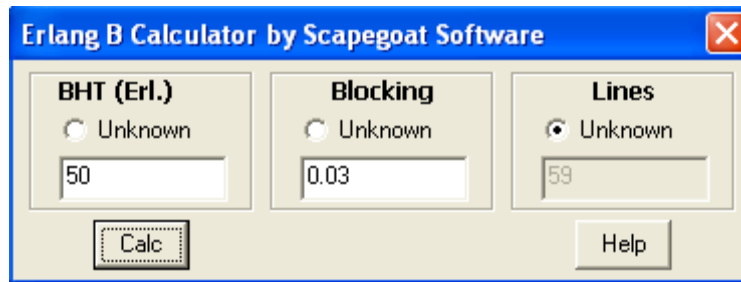
Рассмотрим пример:

Поступающая нагрузка $Y = 50$ Эрл;

Вероятность потерь $p = 0,03$

Определим необходимое число обслуживающих устройств.

Для этого выбираем соответствующее поле (в данном случае число обслуживающих устройств) и задаем поступающую нагрузку и вероятность потери вызовов:



Тогда число обслуживающих устройств $V = 59$

Аналогично можно найти другие параметры, выбрав соответствующее поле.

СМО с ожиданием

В качестве СМО с ожиданием рассматривается тракт передачи данных (от шлюза до коммутатора доступа). Ранее мы определили ресурс, необходимый для обслуживания поступающей нагрузки, имея в виду вызовы. Теперь мы будем работать на уровне передачи пакетов.

Необходимо отметить, что в отличие от СМО с потерями, где в случае занятости ресурсов заявка терялась, в данном случае возникает задержка передачи пакета, которая при определенных условиях может привести к превышению требований QoS передачи трафика.

При нормальных условиях функционирования системы – задержка незначительная и практически не меняется. Но с увеличением нагрузки, в определенный пороговый момент получается так, что не все пакеты, поступающие в канал могут быть обслужены сразу же. Такие пакеты становятся в очередь, а следовательно, общее время их передачи увеличивается (рис. 16).

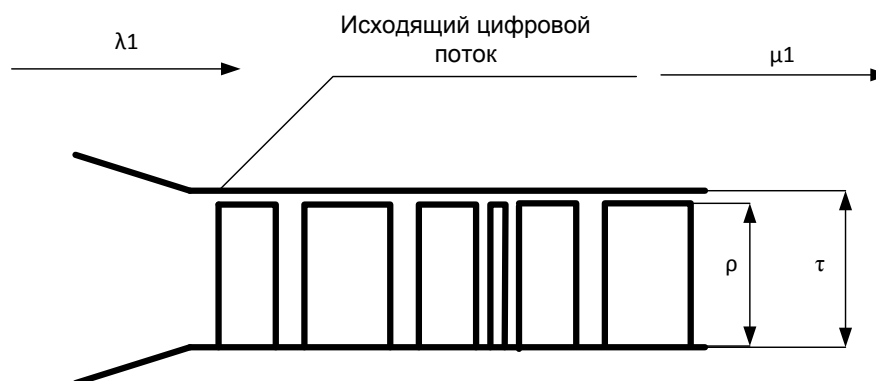


Рис. 16. Схематическое представление цифрового потока в канале связи

На вход СМО с ожиданием со шлюза поступают пакеты с интенсивностью λ .

Поскольку в зависимости от типа используемых кодеков пакеты попадают в сеть с различной скоростью, то нельзя сразу определить параметр λ , его необходимо рассчитать для каждого типа используемого кодека:

$$\lambda = \frac{V_{trans_cod}}{L_{packet_cod}}, \quad (12)$$

где $V_{\text{trans_cod}}$ – скорость передачи кодека, рассчитанная ранее;

$L_{\text{packet_cod}}$ – общая длина кадра соответствующего кодека.

Теперь можно определить общую интенсивность поступления пакетов в канал:

$$\lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i, \quad (13)$$

где N – число используемых кодеков.

Задержка, вносимая каналом при поступлении пакетов:

$$S^{(1)} = \frac{1}{\mu - \lambda}, \quad (14)$$

где λ – суммарная интенсивность поступления заявок от всех каналов, μ – интенсивность обслуживания. Вне зависимости от размера пакета все они обслуживаются одинаково.

Значения сетевых задержек и их параметров нормируются стандартами ITU (рис. 17): предельно допустимая задержка доставки пакета IP от одного пользователя коммерческих услуг VoIP к другому не должна превышать 100 мс. Задержку при передаче пакета вносят все сегменты соединения (сеть доступа, магистральная сеть и т.п.). Приблизительно можно считать вклад каждого сегмента одинаковым.

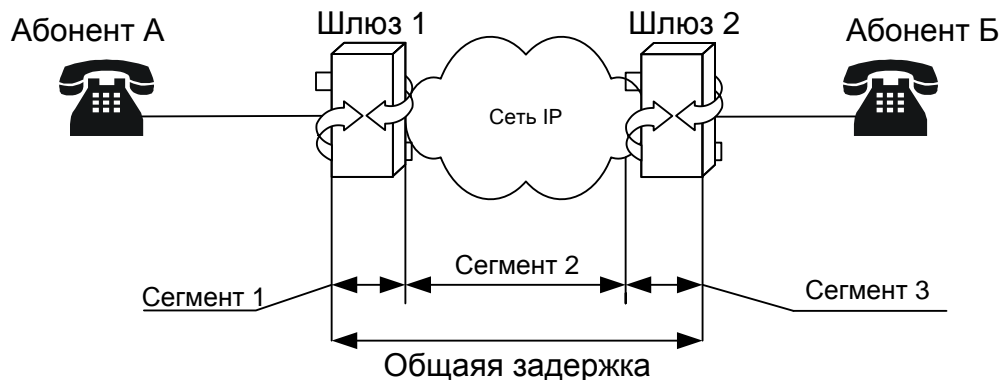


Рис. 17. Составные части задержки

Зная величину допустимой задержки и интенсивность поступления заявок (пакетов), можно рассчитать интенсивность обслуживания заявок в канале, после чего определить допустимую загрузку канала:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}. \quad (15)$$

Зная транспортный поток, поступающий в канал и зная, что этот поток должен загрузить канал на величину ρ , определим общую требуемую пропускную способность канала τ :

$$\tau = \frac{V}{\rho}. \quad (16)$$

Рассчитав транспортный ресурс, необходимый для передачи пользовательской и сигнальной информации от каждого шлюза на

коммутатор доступа, рассчитаем общий входящий трафик, который поступает на коммутатор доступа.

Рассчитывать транспортный ресурс, необходимый для подключения коммутатора доступа к сети выходит за рамки данного курсового проекта, поэтому коммутатор доступа мы рассмотрим лишь для того, чтобы охватить возможные варианты абонентского доступа, а также показать, какое влияние оказывают абоненты различных категорий на общую сигнальную нагрузку.

Для передачи сигнального трафика обычно создается отдельный логический канал, параметры которого необходимо определить.

Пусть

L_{MEGACO} – средняя длина (в байтах) сообщения протокола Megaco/H.248,

N_{MEGACO} – среднее количество сообщений протокола Megaco/H.248 при обслуживании одного вызова,

L_{V5UA} – средняя длина сообщения протокола V5UA,

N_{V5UA} – среднее количество сообщений протокола V5UA при обслуживании одного вызова,

L_{IUA} – средняя длина сообщения протокола IUA,

N_{IUA} – среднее количество сообщений протокола IUA при обслуживании одного вызова,

L_{SIP} – средняя длина сообщения протоколов SIP/H.323,

N_{SIP} – среднее количество сообщений протоколов SIP/H.323 при обслуживании одного вызова.

В коммутаторе доступа для обмена сообщениями протокола MEGACO, используемого для управления шлюзом, должен быть предусмотрен транспортный ресурс, который определяется формулой:

$$V_{MEGACO} = k_{sig} [(P_{\text{обл}} \cdot N_{\text{обл}} + P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + P_{V5} \cdot N_{V5} + P_{PBX} \cdot N_{PBX}) L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO}] / 450,$$

где

$$N_{V5} = J \cdot N_{j_V5}, \quad (17)$$

$$N_{PBX} = M \cdot N_{m_V5}, \quad (18)$$

$$N_{LAN} = I \cdot N_{i_LAN}, \quad (19)$$

k_{sig} – коэффициент использования транспортного ресурса при передаче сигнальной нагрузки.;

$P_{\text{обл}}$ – удельная интенсивность потока вызовов в ЧНН от абонентов, использующих доступ по аналоговой телефонной линии;

P_{ISDN} – удельная интенсивность потока вызовов от абонентов, использующих базовый доступ ISDN;

P_{V5} – удельная (приведенная к одному каналу интерфейса) интенсивность потока вызовов от абонентов, подключаемых к пакетной сети через сети доступа интерфейса V5;

P_{PBX} – удельная (приведенная к одному каналу интерфейса) интенсивность потока вызовов от УАТС, подключаемых к пакетной сети;

P_{SH} – удельная интенсивность потока вызовов от абонентов, использующих терминалы SIP, H.323 (используется для терминалов, подключаемых как прямо к станции, так и при помощи LAN).

Сигнальный трафик в сети передается не равномерным непрерывным потоком, а отдельными блоками в течение всего сеанса связи, как это представлено на рис. 18.

T – длительность сеанса связи, а t_1, t_2, \dots, t_5 – длительности блоков сигнальной информации.

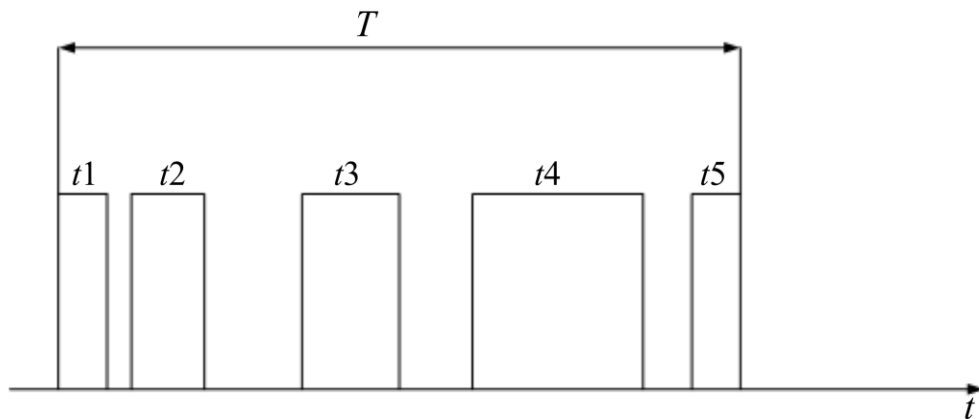


Рис. 18. Схема передачи сигнального трафика

Таким образом, этот коэффициент показывает величину, обратную той части времени, которая отводится из всего сеанса связи для передачи сигнальной информации:

$$k_{sig} = T / \sum_i t_i. \quad (20)$$

Примем значение $k_{sig}=5$, что соответствует нагрузке в 0,2 Эрл (т. е. одна пятая часть времени сеанса тратится на передачу сигнальной информации).

1/450 – результат приведения размерностей «байт в час» к «бит в секунду» ($8/3600=1/450$), значение 1/90, приведенное ниже, получается при использовании $k_{sig}=5$, и, следовательно, $5 \cdot 1/450=1/90$.

Для расчета транспортного ресурса шлюзов, необходимого для передачи сигнальной информации, используются те же параметры, что и для расчета транспортного ресурса гибкого коммутатора.

Так, для передачи сигнальной информации с целью обслуживания вызовов различных типов требуются следующие объемы полосы пропускания (бит/с):

$$V_{ISDN} = (P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} \cdot L_{IUA} \cdot N_{IUA}) / 90, \quad (21)$$

$$V_{V5} = (P_{V5} \cdot N_{V5} \cdot L_{V5UA} \cdot N_{V5UA}) / 90, \quad (22)$$

$$V_{PBX} = (P_{PBX} \cdot N_{PBX} \cdot L_{IUA} \cdot N_{IUA}) / 90, \quad (23)$$

$$V_{SH} = (P_{SH} \cdot N_{SH} \cdot L_{SH} \cdot N_{SH}) / 90, \quad (24)$$

$$V_{LAN} = (P_{SH} \cdot N_{LAN} \cdot L_{SH} \cdot N_{SH}) / 90. \quad (25)$$