

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 621.39

**ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
РИСКОВАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СВЯЗИ**

А.Г. КОСТЮКОВСКИЙ

*Высший государственный колледж связи
П. Бровки, 14, Минск, 220027, Беларусь**Поступила в редакцию 9 сентября 2009*

Рассматривается оценка результатов хозяйственной деятельности предприятий связи по критерию мощности сети. Показана сложность сопоставления оценок речевого сегмента сети в сети передачи данных следующего поколения NGN, а также несопоставимость оценок мощности сети в единицах канало-километров. В сетях NGN мощность сети рекомендуется считать в единицах (кбит/с)·км.

Ключевые слова: мощность сети, канало-километры, эрланги, пропускная способность, теория телетрафика и сетей связи.

Введение

Результатом хозяйственной деятельности предприятий связи до недавнего времени являлся показатель обслуживаемых и вновь введенных в эксплуатацию канало-километров. Данный показатель отражал увеличение объемов обслуживания аналоговых абонентов телефонной сети общего пользования (PSTN).

Постановка задачи

С переходом от аналоговых к цифровым методам передачи в сетях связи стали развиваться новые технологии телекоммуникаций. Изменился и результат хозяйственной деятельности предприятий связи. Он стал исчисляться в основных цифровых каналах (ОЦК) или Digital Service / Signal of level 0 (DSO) со скоростью передачи ИКМ-сигнала 64 кбит/с в полном соответствии с Recommendation G.711 ITU-T.

С увеличением объемов телефонного (речевого) трафика показатель обслуживаемых каналов стал измеряться в первичных цифровых каналах иерархии PDH (в Европе — E1 (30 DSO), в США и Японии — DS1 (24 DSO)) и в третичных цифровых каналах (в Европе — E3 (480 DSO), в США — DS3 (672 DSO), в Японии — DSJ3 (480 DSO)). Затем с увеличением доли трафика передачи данных этот показатель начинает измеряться в синхронных транспортных сигналах оптических несущих первого уровня OC1 (672 DSO) и третьего уровня OC3 (1916 DSO) американской синхронной цифровой иерархии SONET. Наряду с ними показатель обслуживаемых каналов начинает измеряться и в синхронных транспортных модулях STM-1 (1920 DSO) первого уровня европейской синхронной цифровой иерархии SDH [1].

Характерно, что новый показатель хозяйственной деятельности предприятий связи уже не учитывал протяженность линий связи. Произошло замыкание трафика, и тариф на услугу телефонной связи перестал учитывать протяженность и направление междугородной и международной связи.

С переходом на технологию Ethernet доля трафика передачи данных достигла 40% (США — 2002 г.) [2] и возникла задача каким-либо образом сравнивать объемы нагрузки со смешанной дисциплиной обслуживания в сегментах сетей передачи речи и данных.

Методика перевода трафика пакетного режима в эрланги

Если речевой канал DSO (ОЦК) пропускает за интервал времени $T_d=125$ мкс 8 бит (1 байт), а ячейка АТМ содержит 53 байта (48 байтов — информации, 5 байтов — заголовок), то поле полезной нагрузки пакета данных IP/MPLS может содержать от 64 до 1518 и более байтов. Становится ясным, что использование речевых В-каналов и ячеек АТМ для передачи данных будет невыгодным. С другой стороны, в технологии Ethernet передача речевых пакетов реального масштаба времени еще затруднена (требует высокой квалификации пользователя). Однако сравнивать объемы предоставляемых услуг по передаче речи и по передаче данных необходимо и вновь возникает потребность считать трафик в эрлангах.

Для перевода трафика пакетного режима передачи речевых сигналов и данных в эрланги рекомендуем следующую методику.

Так как телефонная нагрузка по вызовам (в эрлангах) определяется как

$$a = \lambda \cdot h, \quad (1)$$

где $h = l_{\text{пак}} / \nu$, с; λ — частота поступления пакетов, пак/с; h — среднее время обслуживания (передачи) одного пакета, с/пак; $l_{\text{пак}}$ — средняя длина одного пакета, бит; ν — скорость передачи, бит/с, то положим ее равной телефонной нагрузке по времени.

Тогда произведение эрлангов на час занятия (ч-з) в час наибольшей нагрузки (ЧНН) выдаст емкость пучка соединительных линий (СЛ) s (в числе стандартных каналов ТЧ) при заданном качестве обслуживания:

$$s = (a \cdot \text{ЧНН} / \text{ч-з}) (1 - P), \quad (2)$$

где P — скорость потерь пакетов.

Отсюда определяем мощность сети [3] Ethernet передачи данных в канало-километрах при заданном качестве P :

$$D = \sum_{\forall i, j} s_{ij} \cdot l_{ij}, \quad (3)$$

где l_{ij} — длина ребра графа сети, км.

Рассмотрим два числовых примера, соответственно, для сегментов сети передачи данных и речи.

Пример 1. Рассчитаем мощность сети передачи данных. Пусть средняя длина пакета $l_{\text{пак}}=1518$ байтов, скорость передачи в линии связи Fast Ethernet составляет $\nu=100$ Мбит/с. Тогда среднее время обслуживания пакета (1) составит

$$h = \frac{1518 \text{ байтов} \cdot 8 \text{ бит} \cdot \text{с}}{\text{пак} \cdot 100 \cdot 10^6 \text{ бит} \cdot \text{байт}} = 121,44 \frac{\text{мкс}}{\text{пак}}.$$

При частоте поступления пакетов $\lambda=1600$ пак/с телефонная нагрузка определится как

$$a = \frac{1600 \text{ пак} \cdot 121,44 \cdot 10^{-6} \text{ с}}{\text{с} \cdot \text{пак}} \approx 0,1943 \text{ erl}.$$

С учетом скорости потерь пакетов $P=7,53 \cdot 10^{-9}$ рассчитаем емкость пучка СЛ (2): $s = [0,1943 \text{ erl} (1 - 7,53 \cdot 10^{-9})] = 1$, тогда мощность сети Ethernet (топология звезда по схеме точка-точка) при $l=10$ км составит (3): $D=1 \cdot 10 \text{ км} = 10$ канало-километров.

Пример 2. Рассчитаем мощность речевого сегмента сети через емкость в каналах DSO.

Поток STM-1 способен перенести 1920 каналов DSO со скоростью 155,52 Мбит/с. Поскольку скорость передачи потока STM-1 больше скорости потока Fast Ethernet, то для выравнивания средних скоростей в обоих сегментах сети до 100 Мбит/с арендуем

в синхронном транспортном модуле STM-1 три контейнера — C-31 (480 DSO), т.е. 480 каналов·3=1440 каналов.

С учетом коэффициента загрузки речевого трафика $\rho=0,75$ при потерях $P=0,05$ поток STM-1 реально для нашего заказа может переносить речевой трафик вышеназванного качества в 1440 каналов·0,75=1080 каналах, случайным образом скомутированных на поле арендуемых 1440 каналов.

Поскольку фактическая нагрузка реальных каналов составляет (пример 1) только $a=0,1943 \text{ ег1}$, то в реальных 1080 каналах на самом деле будет загружено только 1080 каналов·0,1943 ег1≈209,8 канала.

Отсюда с учетом формулы (3) мощность загруженной телефонной сети составит $D=209,8 \text{ каналов} \cdot 10 \text{ км}=2098 \text{ канало-километров}$.

Анализ полученных результатов

Как видно из вышерассмотренных примеров, мощность сети Fast Ethernet в канало-километрах при той же величине нагрузки и скорости передачи, что и в телефонной сети, оказалась много меньше мощности телефонной сети. Результаты оказались несопоставимыми между собой. И хотя при централизованных телефонных сетях можно искусственно завышать тариф передачи данных, возникает серьезная угроза возникновения обходных конкурирующих сетей Ethernet более дешевого трафика.

Теперь рассмотрим два вышеприведенных примера с точки зрения пропускной способности. В этом случае мощность сети рассчитаем через пропускную способность каналов связи:

$$D = \sum_{\forall i,j} C_{ij} l_{ij}, \left[\frac{\text{кБит}}{\text{с}} \cdot \text{км} \right], \quad (4)$$

где C_{ij} — пропускная способность ребра графа сети, кбит/с.

Тогда мощность сети при заданных в примерах 1 и 2 условиях с учетом формулы (4) будет:

– для сети PSTN → $D=209,8 \text{ канала} \cdot 64 \text{ кбит}/(\text{с} \cdot \text{канал}) \cdot 10 \text{ км}=134\,720 \text{ (кбит/с)} \cdot \text{км}$;

– для сети Ethernet → $D=1600 \text{ пак/с} \cdot 1518 \text{ байт/пак} \cdot 8 \text{ бит/байт} \cdot 10 \text{ км}=194\,300 \text{ (кбит/с)} \cdot \text{км}$.

Как и следовало ожидать, мощность сети PSTN оказалась меньше мощности сети Ethernet, так как сеть PSTN исторически оптимизировалась под речевой трафик.

В то же время мощности разных сегментов сети различного трафика при размерности (кбит/с)·км стали сопоставимы между собой.

Выводы

1. Целесообразно при оценке результатов хозяйственной деятельности предприятий связи использовать показатель обслуживаемых и вновь введенных в эксплуатацию (кбит/с)·км.

2. Характерной особенностью вышеуказанного показателя является необходимость оценки смешанного трафика (речевого и данных) в эрлангах.

A ROUGH ESTIMATION THE RESULT OF THE BUSINESS ACTIVITIES OF A JOINT VENTURE COMMUNICATIONS

A.G. KOSTUKOVSKY

Abstract

The methods and examples of a rough estimation the result of the business activities of a joint venture communications with criterion of a network power are analyzed. The complexity comparison of evaluation voice segment into data network of next-generation network is show. Is determined that

utilization of a unit of network power in the link-kilometers is not comparable in that evaluation. The network power of a unit (kbit/sec)·km into net NGN is recommended to consider.

Литература

1. *Костюковский А.Г.* Объединение цифровых сигналов при коммутации время-разделенных каналов. Минск, 2007.
2. Gigabit Ethernet for Metro Area Networks [Электронный ресурс]. — 2009. — Режим доступа: www.accessengineeringlibrary.com
3. *Рогинский В.Н. и др.* Теория сетей связи: учеб. пособие / Под ред. В.Н. Рогинского. М., 1981.