

Два метода управления трафиком речи в чрезвычайных ситуациях

УДК 621.395

**А.К. ЛЕВАКОВ, директор по эксплуатации сетей связи МРФ “Центр”
ОАО “Ростелеком”, кандидат технических наук**

При возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС) наблюдается существенный рост трафика речи. Во многих случаях это приводит к тому, что сеть связи общего пользования (ССОП) становится практически не способной обслуживать поступающие вызовы. В подобных ситуациях можно предложить два взаимодополняющих друг друга метода управления трафиком, со свойственными им двумя противоречиями. С одной стороны, появляется возможность обслужить

больше количество вызовов, что можно считать достоинством упомянутых методов управления трафиком. С другой — из-за изменения принципов предоставления услуг у пользователей возникнут определенные неудобства, которые являются недостатками предлагаемых решений. Учитывая эти аспекты, данная статья содержит ряд предложений, требующих обсуждения специалистами в области электросвязи.

Алгоритм управления трафиком

Алгоритм, предлагаемый для управления трафиком в узле коммутации, показан на рис. 1. Условием применения процедур ограничения трафика служит превышение текущей интенсивности нагрузки Y заранее выбранного порога Y_{MAX} . Длительность разговора B может быть ограничена порогом X . Между попытками вызова может вводиться пауза продолжительностью τ , которая, при необходимости, возрастает на величину $\Delta\tau$.

Значение Y_{MAX} устанавливается так, чтобы величина потерь вызовов не превосходила заданный уровень π . В качестве исходной точки для оценки величины Y_{MAX} выбирается допустимая интенсивность нагрузки, обслуживаемая полностью емкостью V при норме потерь π . Вычисление оценки величины Y_{MAX} осуществляется по первой формуле Эрланга [1].

Если справедливо неравенство $Y > Y_{\text{MAX}}$, то первый метод управления трафиком сводится к введению ограничения длительности разговора. Это ограничение формулируется в виде условия $B \leq X$.

Величину X следует выбрать так, чтобы за время разговора с высокой вероятностью можно было обменяться необходимой информацией. Похожие методы использовались в прошлом, когда длительность междугородного соединения ограничивалась вследствие дефицита ресурсов ССОП, хотя и не связанных с ЧС.

После введения ограничения $B \leq X$ продолжается контроль величины Y .

Если ограничение длительности разговора не привело к желаемому результату (неравенство $Y > Y_{\text{MAX}}$ остается справедливым), то между попытками установления соединения вводится пауза длительностью τ . При этом допустимая длительность разговора не увеличивается, оставаясь равной X . Следующая попытка осуществить вызов может быть сделана только после истечения времени τ . Это правило не должно действовать, если абонент набирает номер экстренных оперативных служб.

После введения паузы также продолжается контроль величины Y . Если и этот метод не привел к желаемому результату, то длительность паузы увеличивается на величину $\Delta\tau$. Данная операция может быть выполнена несколько раз, но подобную возможность следует использовать только после накопления статистической информации о работе предложенного алгоритма. Корректности ради следует сделать два замечания. Во-первых, данный алгоритм для систем с пространственной коммутацией реализуем не в полной мере. Во-вторых, идея введения пауз не нова. Она реализована, например, в устройствах автоматического дозвона. В предложенном алгоритме назначение пауз иное, хотя математическая модель с точки зрения теории телетрафика практически не меняется.

Анализ предлагаемых методов управления трафиком

Анализ рассматриваемых методов управления трафиком следует начать с

оценки влияния характера потока вызовов на характеристики качества обслуживания трафика речи. Приемлемой моделью может служить система телетрафика с явными потерями [1]. Операции “Введение паузы длительностью τ ” и “Увеличение паузы на величину $\Delta\tau$ ”, показанные на рис. 1, меняют вид входящего потока заявок. Эффективность обеих процедур можно проиллюстрировать на примере изменения вероятности $E(Y, V)$, определяющей величину потерь вызовов в полностью доступном пучке емкостью V , который обслуживает нагрузку с интенсивностью Y .

В условиях ЧС высока вероятность отказа в обслуживании [2]. Вид распределений длительности интервалов между моментами поступления заявок $A(t)$ таков, что коэффициент вариации одноименной случайной величины S_d может существенно превышать единицу.

Введение паузы длительностью τ решает две задачи. Во-первых, в k раз снижается интенсивность потока вызовов λ . Это эквивалентно уменьшению в k раз интенсивности трафика Y . Во-вторых, снижается коэффициент вариации S_d , который теоретически можно свести к нулю, преобразуя входящий поток вызовов в регулярный. Для оценки величины k можно воспользоваться соотношениями, приведенными в [1, 3], для характеристик просеянных потоков заявок.

Первая операция по снижению трафика в алгоритме, показанном на рис. 1, основана на ограничении времени обслуживания вызовов. Про-

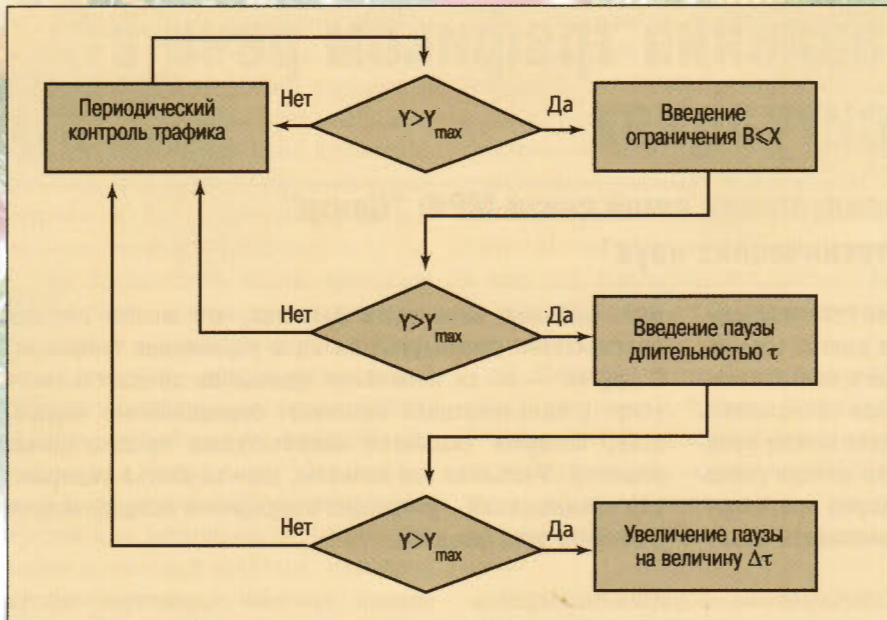


Рис. 1. Алгоритм ограничения трафика в узле коммутации

пускную способность узла коммутации в составе сети телефонной связи рекомендуется рассчитывать для значений эталонной нагрузки (Reference Load) — “А” и “В” [4]. В общем случае обозначим эти уровни как Y_{RL} . Для пучка каналов емкостью V интенсивность потока вызовов λ при известной средней величине времени обслуживания $B^{(1)}$ оценивается так [4]:

$$\lambda = (Y_{RL} \cdot V) / B^{(1)} \quad (1)$$

Величину X , которая равна длительности разговора, ограничиваемой в период действия режима ЧС, удобно рассматривать как разницу $(B^{(1)} - T)$. Оценку величины T при возрастании интенсивности потока вызовов до

уровня $\lambda + \Delta\lambda$ несложно получить на основании соотношения (1), полагая величину Y_{RL} неизменной:

$$T = (\Delta\lambda \cdot B^{(1)}) / (\lambda + \Delta\lambda) \quad (2)$$

Для пучка соединительных линий емкостью в 30 каналов при эталонной нагрузке “А”, определенной в [4] величиной 0,7, и среднем значении времени обслуживания, равным 140 с, из соотношения (2) получено $\lambda = 0,15 \text{ с}^{-1}$. Предположим, что вследствие ЧС интенсивность потока вызовов выросла в 2,5 раза. Это значит, что $\Delta\lambda = 1,5\lambda$. Тогда величина T , вычисленная по формуле (2), дает оценку в 100 с. Следовательно, время обслуживания необходимо ограничить 40 с.

Если эта величина соответствует допустимой границе времени разговора, т. е. $X > 40$ с, а количество вызовов продолжает расти (выполняется условие $Y > Y_{\text{max}}$, содержащееся внутри среднего ромба на рис. 1), то необходимо вводить паузы между попытками вызова одного и того же абонента.

Введение пауз, как было отмечено, позволяет снизить интенсивность потока вызовов λ и коэффициент вариации S_d . Анализ кривых, приведенных в [1, с. 72], показывает, что при перегрузке вид функции $A(t)$ не существенен. Этот факт подтверждают и результаты имитационного моделирования, проведенные для систем телетрафика разного вида.

Обозначим длительность периода времени, в течение которого происходит существенная перегрузка, как $T_{\text{ЧС}}$. Для узла коммутации емкостью N абонентских портов несложно оценить максимум потенциального количества вызовов $\Lambda_{\text{ЧС}}$, которое генерируется абонентами:

$$\Lambda_{\text{ЧС}} = (\gamma \cdot N \cdot T_{\text{ЧС}}) / (X + \Delta X) \quad (3)$$

Коэффициент γ учитывает долю абонентов, находящихся в непосредственной близости от абонентского устройства в период $T_{\text{ЧС}}$. Для сетей мобильной связи можно считать, что $\gamma = 1$. Для абонентов фиксированного компонента ССОП эта величина меняется в широком диапазоне в зависимости от времени суток. Слагаемое ΔX определяет среднее значение длительности отрезка времени между двумя вызовами. Доступные статистические данные показывают, что отношение ΔX к X не превышает 5%. Для получения приближенных оценок можно считать, что $\gamma = 1$ и $\Delta X = 0$. Имеющиеся статистические оценки и опросы эксплуатационного персонала сетей фиксированной и мобильной связи, входящих в состав ССОП, свидетельствуют, что в период действия ЧС обслуживать количество вызовов, равное $\Lambda_{\text{ЧС}}$, невозможно даже при вероятности потерь, заметно превышающей установленную норму.

Для снижения величины $\Lambda_{\text{ЧС}}$ в соответствии с алгоритмом, приведенном на рис. 1, вводится пауза длительностью τ после каждой попытки вызова. Для любого узла коммутации несложно оценить допустимое количество вызовов $\lambda_{\text{доп}}$ обрабатываемых в

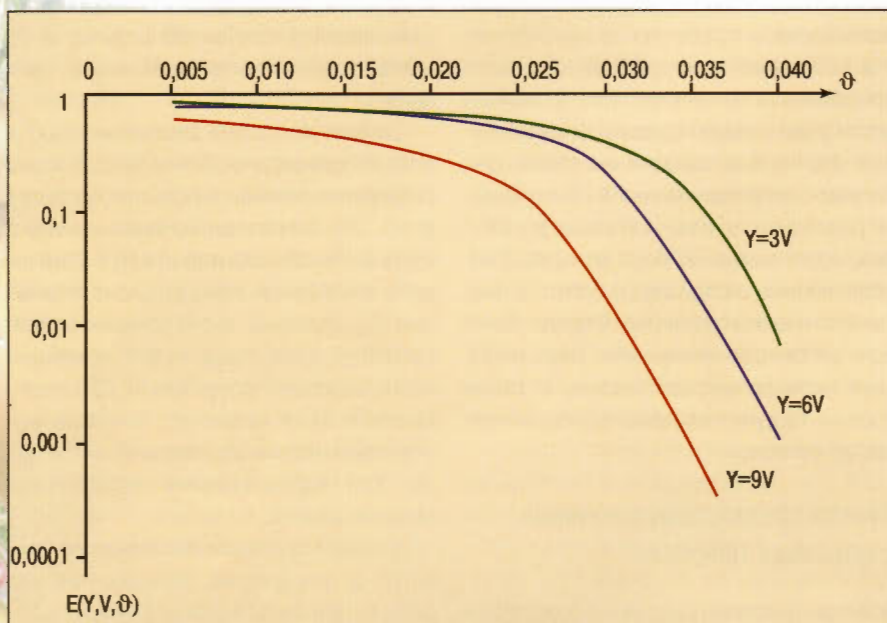


Рис. 2. Изменение вероятности потерь вызовов при введении пауз длительностью τ

секунду (или иную единицу времени), в расчете на одного абонента. В худшем случае (с точки зрения нагрузки узла коммутации) от одного абонента будет осуществляться попытка вызова каждые τ секунд. Для устойчивой работы узла коммутации должно соблюдаться условие, из которого можно получить оценку для значения τ [1]:

$$\lambda_{\text{доп}} \cdot \tau < 1 \Rightarrow \tau < 1/\lambda_{\text{доп}}. \quad (4)$$

Величина τ , полученная из соотношения (4), представляет собой максимальное значение паузы, соответствующее ситуации, при которой каждая попытка вызова заканчивается отказом. Далее это значение паузы обозначается как τ_{max} . Для получения минимального значения исследуемой величины τ_{min} предположим, что каждая попытка вызова будет успешной. Тогда значения τ_{min} и τ_{max} определяются такими соотношениями:

$$\tau_{\text{min}} = (1/\lambda_{\text{доп}}) - X, \quad \tau_{\text{max}} = 1/\lambda_{\text{доп}}. \quad (5)$$

Приемлемое значение τ всегда будет находиться между оценками τ_{min} и τ_{max} . Это означает, что для вычисления текущего значения τ можно использовать, например, простой метод "деления отрезка пополам" [5], включив его в состав предложенного алгоритма.

Оценка эффективности предлагаемых решений

Для оценки эффективности методов управления трафиком вводится функция вероятности потерь вызовов $E(Y, V, \theta)$. Она определяет "условную вероятность" потери заявок в зависимости от интенсивности нагрузки Y , количества обслуживающих приборов V и параметра θ , который вычисляется как отношение τ к $V^{(1)}$. Выражение "условная вероятность" служит для опреде-

ления, что искомая оценка вычисляется при использовании механизма ограничения трафика. Для определения функции $E(Y, V, \theta)$ необходимо оценить три величины: суммарное значение попыток вызовов N_0 , число обслуженных вызовов N_S и количество вызовов, поступивших в течение паузы $N\tau$:

$$E(Y, V, \theta) = (N_0 - N_S) / (N_0 - N\tau). \quad (6)$$

Функция $E(Y, V, \theta)$ служит мерой эффективности предлагаемых решений с точки зрения эксплуатационного персонала. Для абонентов эффективность обслуживания трафика оценивается при помощи первой формулы Эрланга. Различие в поведении функций $E(Y, V, \theta)$ и $E(Y, V)$ представляет практический интерес для выбора решений по управлению трафиком в условиях ЧС.

На рис. 2 в качестве примера приведены функции $E(Y, V)$ и $E(Y, V, \theta)$. Графики построены для трех разных соотношений величин Y и V при условии, что $V=30$. По оси абсцисс отложены значения параметра θ — нормированной величины длительности паузы между попытками вызова. Для оси ординат выбран логарифмический масштаб.

Величины $E(Y, V)$ не зависят от θ . Эти вероятности принимают следующие значения: $E(Y=3 \cdot V, V) \approx 0,67$, $E(Y=6 \cdot V, V) \approx 0,83$ и $E(Y=9 \cdot V, V) \approx 0,89$. Таким образом введение даже небольших пауз между попытками установления соединения позволяет значительно снизить число потерянных вызовов из той их совокупности, которая принята узлом коммутации на обслуживание.

Задачи применения предлагаемых методов управления трафиком

Реализация предлагаемых методов управления трафиком не связана с

решением сложных технических задач. Основной проблемой здесь являются ограничения, налагаемые на абонентов, при пользовании услугой в условиях ЧС. Для решения этой проблемы необходим нормативный правовой акт, делающий законным применение рассматриваемых методов управления трафиком.

Для минимизации негативной реакции со стороны абонентов ССОП им должна предоставляться информация разъяснительного характера. Необходимо регулярно, используя различные средства массовых коммуникаций, доводить до сведения населения информацию о возможных изменениях в обслуживании вызовов. Кроме того, в период действия ЧС целесообразно использовать автоинформатор для лучшего понимания пользователями механизма установления соединений. В частности, после набора номера может звучать фраза примерно следующего содержания: "Время разговора ограничено сорока секундами".

Литература

1. Шнепс М.А. Системы распределения информации. Методы расчета: Справочное пособие. — М.: Связь, 1979.
2. Кабанов М.В., Леваков А.К., Соколов Н.А. Метод ограничения резко растущей нагрузки в "Системе-112" // Вестник связи. 2012. № 8. С. 23 – 25.
3. Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. — М.: Радио и Связь, 1996.
4. ITU-T Recommendation Q.543 "Digital exchange performance design objectives". — Geneva, 1993.
5. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. — М.: Наука, 1986.

Анализ направлений развития системы связи в сельской местности

Б.С. ГОЛЬДШТЕЙН, заведующий кафедрой СПбГУТ, доктор технических наук, Н.А. СОКОЛОВ, главный научный сотрудник ЛО ЦНИИС, доктор технических наук

Системе сельской связи объективно присущи специфические особенности [1]. Они меняются по мере практического применения новых технологий

передачи, коммутации и обработки информации, но не исчезают. Среди сложных задач, которые приходится решать в процессе эволюции системы

сельской связи, следует выделить экономические аспекты. За редким исключением сельская связь убыточна. Основной путь обеспечения приемле-