

# Оценка методов снижения телефонного трафика, порождаемого реакцией абонентов на ЧС

УДК 621.395

**М.В. КАБАНОВ**, руководитель отдела управления проектами НТЦ “ПРОТЕЙ”, **А.К. ЛЕВАКОВ**, директор по эксплуатации сетей связи МРФ “Центр” ОАО “Ростелеком”, кандидат технических наук, **Н.В. ПИНЧУК**, эксперт по психолого-эргономическим вопросам НТЦ “ПРОТЕЙ”, кандидат психологических наук, **Н.А. СОКОЛОВ**, технический директор “ПРОТЕЙ СпецТехника”, доктор технических наук

Трафик, обслуживаемый телефонными сетями различного назначения, можно разделить на два вида. Первый вид определяется, в основном, коммуникативными потребностями людей [1] — абонентов сети телефонной связи. Этому трафику, за редким исключением, не свойственны существенные изменения на коротком интервале времени. Второй вид трафика отражает реакцию людей на неординарное событие,

стимулирующее немедленный обмен информацией между большой группой абонентов. Типичный пример такого события — чрезвычайная ситуация (ЧС). В этой статье на примере телефонного трафика, характерного для отрезка времени после возникновения ЧС и до устранения ее последствий, рассматриваются оценки методов управления, которые могут быть использованы в сетях электросвязи.

## Постановка задачи

Для сети электросвязи, обслуживающей мультисервисный трафик [2] или только телефонную нагрузку [3], известны характеристики, которые входят в набор исходных данных. Для телефонного трафика такие характеристики определяются в ЧНН — час наибольшей нагрузки [3]. Обычно их оценивают средней величиной интенсивности трафика  $Y$ , которая вычисляется как произведение количества терминалов  $N$ , попыток вызовов  $C$ , осуществляемых с одного терминала за ЧНН, и среднего времени занятия ресурсов сети  $T$ . Для описания ресурсов сети электросвязи важным показателем становится пропускная способность  $H$ , которая определяет возможность сети электросвязи обслужить трафик с нормированными качественными показателями.

Величины  $Y$  и  $H$  всегда могут быть выражены в идентичных единицах измерения. Тогда, на первый взгляд, условие  $H \geq Y$  становится достаточным для поддержки нормированных показателей качества обслуживания телефонного трафика. На самом деле величина  $Y$  — это среднее значение случайной величины. Если оперировать функцией  $Y(t)$ , то не исключены ситуации, когда на некотором отрезке времени фиксируется пороговое значение  $Y_m$ . Для него справедливо неравен-

ство  $H < Y_m$ . Именно для такого отрезка времени следует разработать и использовать методы снижения величины  $Y(t)$  и/или управлять ресурсами сети электросвязи с целью достижения максимально возможного уровня качества обслуживания трафика.

Следует акцентировать внимание еще на одном обстоятельстве. До ликвидации последствий ЧС показатели качества обслуживания могут меняться [4]. Приоритетными показателями становятся нормы, определяющие эффективность обслуживания трафика, который прямо или косвенно направлен на ликвидацию последствий ЧС.

Формально поставленная задача сводится к оценке методов управления трафиком в сети электросвязи и информационными ресурсами, направленных на достижение неравенства  $H \geq Y(t)$  на отрезке времени, в границах которого наблюдается резкий рост нагрузки. В сетях телефонной связи управляемым трафиком становится нагрузка, создаваемая подключенными терминалами. Для мультисервисных сетей управляемым трафиком будут все виды нагрузки, определяемые терминалами телефонной связи, обмена данными и получения видеoinформации. Информационные ресурсы логично разделить на два вида: внутренние и внешние. Внутренние

находятся в прямом распоряжении операторов связи (например, рассылаемые SMS), внешние управляют компаниями и ведомствами, которые напрямую не относятся к отрасли “Электросвязь”.

## Методы управления трафиком: первоначальные оценки

В статьях [5, 6] предложены способы управления трафиком, которые уместно разделить на прямые и косвенные методы. Прямые основаны на алгоритмах, которые управляют поведением функции  $Y(t)$  без учета особенности события, которое породило рост трафика. Косвенные методы направлены на снижение роста трафика за счет целенаправленного информирования потенциальных абонентов о сути события (в рассматриваемых примерах — о характере ЧС и принимаемых мерах), что ограничивает рост функции  $Y(t)$ . Безусловно, прямые и косвенные методы следует использовать совместно для достижения максимального эффекта.

На основании исследований, результаты которых изложены в работах [4 — 6], был получен патент на полезную модель [7]. Изложенные в нем предложения реализованы рядом отечественных и зарубежных компаний в центрах обслуживания вызовов, которые направляются в экстренные оперативные службы.

При разработке алгоритмов управления трафиком возникает задача численной оценки достигаемого эффекта. В качестве критерия эффективности логично выбрать безразмерный коэффициент  $\omega$ , равный доле снижения величины  $Y_m$ . Для получения численного значения коэффициента  $\omega$  был проведен опрос нескольких групп респондентов. При этом авторы опроса руководствовались старой шуткой “Степень эмоционального пропорциональна квадрату незнания”. Применительно к рассматриваемой задаче эта фраза интерпретируется следующим образом: “Если потенциальные абоненты оперативно получают достоверную информацию о ЧС и принимаемых мерах (включая, при необходимости, инструкции по обеспечению личной безопасности), то количество звонков заметно сократится”.

Ответы респондентов оказались весьма единодушны, что позволило сделать вывод о высокой эффективности предлагаемых косвенных методов управления трафиком. Ожидалось, что количество вызовов в экстренные оперативные службы удастся сократить примерно на 80 %. Потом у авторов исследования, результаты которого опубликованы в [5], возникли сомнения следующего рода: совпадут ли результаты опроса, проведенного в спокойной — для всех респондентов — обстановке, и данные, которые позволяют судить о поведении абонентов сети электросвязи в стрессовых ситуациях?

Данные из психофизиологии говорят о том, что гормоны стресса оказывают сильное воздействие на регуляцию поведения человека в критической ситуации. Кроме всего прочего, важным аспектом реагирования абонентов на ЧС являются форма и способ информирования. Действительно, семантически идентичные сообщения, сформулированные различным образом, могут вызывать неодинаковую реакцию абонента, особенно в условиях стресса, когда эмоциональный аспект восприятия информации часто является доминирующим. Это обстоятельство дополнительно затрудняет априорную оценку эффек-

тивности косвенных методов управления трафиком. Следовательно, необходим иной подход для оценки методов управления трафиком и информационными ресурсами.

### Предлагаемый подход для получения искомых оценок

Очевидно, что коэффициент  $\omega$  следует рассматривать как оптимистическую оценку эффективности предлагаемых методов управления. Пусть величина  $\alpha$  представляет собой пессимистическую оценку рассматриваемых методов. Если отсутствует достоверная информация, то можно считать, что значение  $\alpha$  близко к нулю. Тогда прагматическая оценка эффективности  $\vartheta$  находится в таком диапазоне:  $\alpha \leq \vartheta \leq \omega$ . Для рассматриваемой задачи это неравенство можно конкретизировать:  $0 \leq \vartheta \leq 0,8$ . Разброс возможных значений весьма существенен. По этой причине следует найти хотя бы среднее значение прагматической оценки  $\bar{\vartheta}$  как случайной величины, распределенной на отрезке  $[\alpha, \omega]$ .

Закон распределения величины  $\vartheta$  на отрезке конечной длины, как правило, неизвестен. В подобных случаях часто используется такая гипотеза: рассматриваемое распределение является равномерным. Тогда  $\bar{\vartheta} = 0,5\omega$ . Это значит, что для проведенного опроса  $\bar{\vartheta} = 0,4$ . Интуиция подсказывает, что равномерный закон распределения величины  $\vartheta$  позволяет получить нижнюю границу значения  $\bar{\vartheta}$ .

Формула  $\bar{\vartheta} = 0,5\omega$  может быть использована до получения обоснованной оценки за счет накопления и обработки статистических данных, полученных при исследовании ЧС различной природы. С другой стороны, уточнение оценки  $\bar{\vartheta}$  не следует считать самоцелью. Более важной задачей авторам статьи представляется разработка алгоритма управления трафиком и информационными ресурсами. Тем не менее, уточнение оценки  $\bar{\vartheta}$  остается важной задачей. Она может быть решена в результате использования алгоритма, рассматриваемого в следующем разделе статьи. Правда, для этого потребуется длительный период времени, в течение которого будет собрана и обработана статистическая информация об опыте управления трафиком и использовании информационных ресурсов в ЧС.

### Алгоритм управления трафиком и информационными ресурсами

Для разработки алгоритма управления трафиком, меняющимся после возникновения ЧС, и доступными информационными ресурсами сначала следует рассмотреть фрагмент сети, на котором оценивается функция  $Y(t)$ . Этот фрагмент сети может быть представлен как “черный ящик” [8], внутри которого выполняются преобразования функции  $Y(t)$  (рис. 1). На характеристики фрагмента сети электросвязи влияют два процесса. Первый, представленный функцией  $J_k(t)$ ,

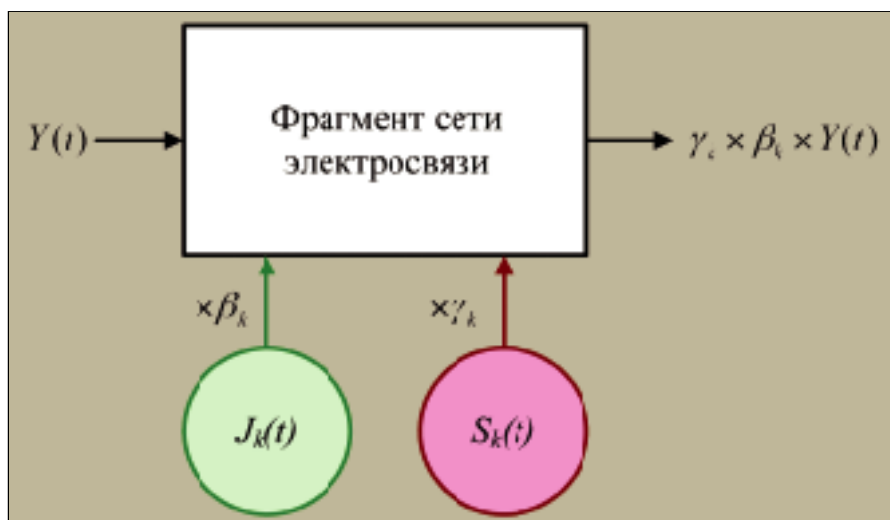


Рис. 1. Модель фрагмента сети электросвязи

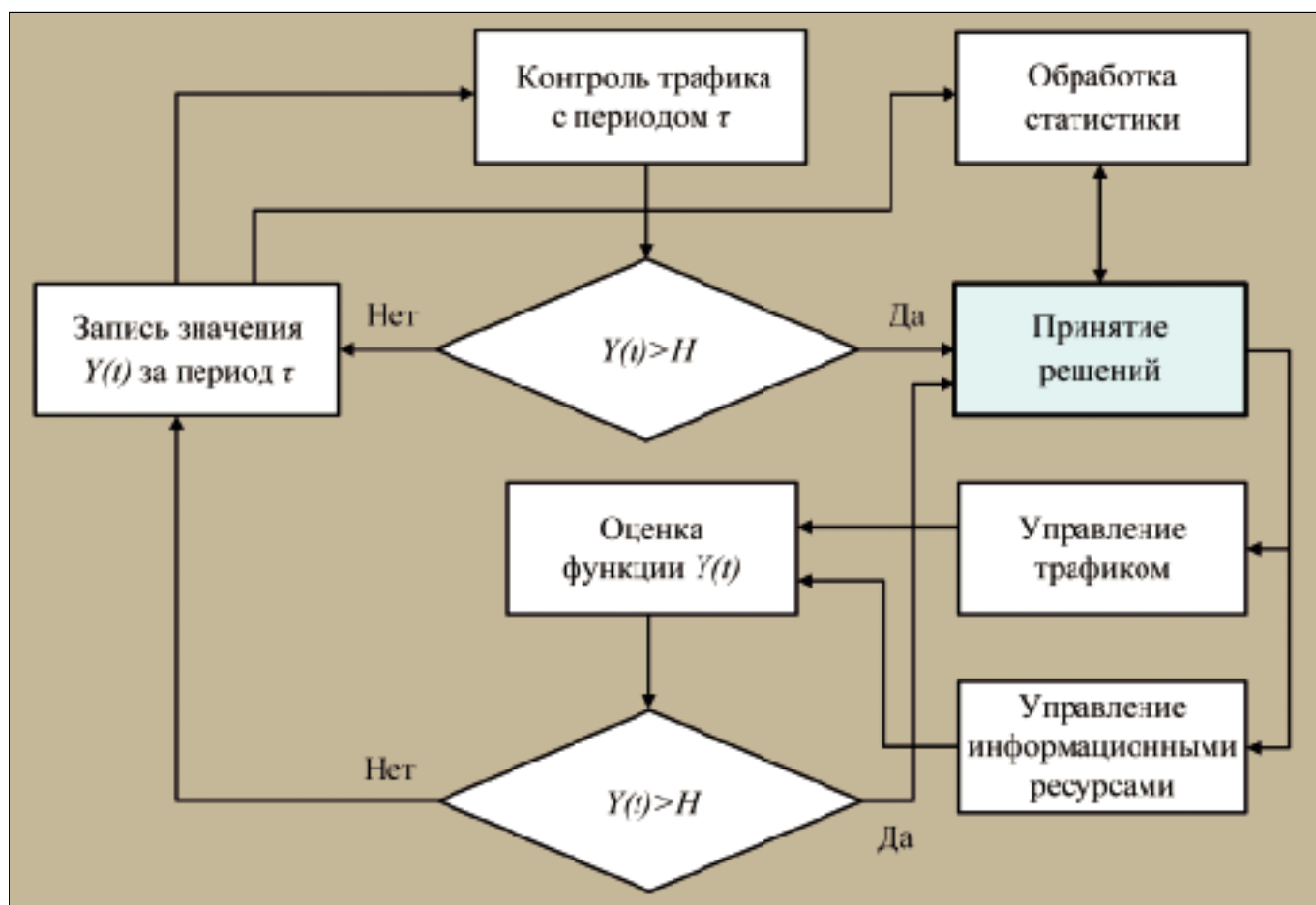


Рис. 2. Алгоритм управления трафиком и ресурсами

снижает трафик за счет предоставления абонентам сети электросвязи информации о характере ЧС  $k$ -го типа и предпринимаемых мерах. Второй процесс характеризуется функцией  $S_k(t)$ . Он увеличивает трафик за счет генерации дополнительных вызовов, обусловленных стрессовой ситуацией, которая возникает в ЧС  $k$ -го типа.

Для проведения предварительных исследований вводится упрощение относительно результатов воздействия процессов  $J_k(t)$  и  $S_k(t)$ , которое предполагает линейное выражение. Это значит, что уменьшение трафика за счет процесса  $J_k(t)$  может оцениваться умножением величины  $Y(t)$  на коэффициент  $\beta_k < 1$ . Рост трафика, обусловленный процессом  $S_k(t)$ , вычисляется умножением полученного произведения на коэффициент  $\gamma_k > 1$ . В зависимости от численных значений этих коэффициентов могут образовываться два неравенства:

$$Y(t) > Y(t) \cdot \gamma_k \cdot \beta_k$$

$$Y(t) < Y(t) \cdot \gamma_k \cdot \beta_k$$

Задача управления заключается в том, чтобы для любого значения  $k$  (типа ЧС) добиться неравенства  $\gamma_k \cdot \beta_k \leq 1$ . Для достижения поставленной цели предлагается использовать алгоритм, изображенный на рис. 2. Он основан на периодическом контроле трафика, выполнении ряда операций по управлению процессами  $J_k(t)$  и  $Y(t)$ , а также принятии решений [9], на что указывает одноименный модуль в составе алгоритма.

Периодический контроль трафика основан на мониторинге функции  $Y(t)$ . Длительность периода контроля обозначена греческой буквой “ $\tau$ ”. В современных сетях электросвязи величина  $\tau$  может быть установлена сколь угодно малой для фиксации практически всех существенных изменений в контролируемых процессах. Применительно к мониторингу функции  $Y(t)$  важным становится ее текущее значение по сравнению с той величиной пропускной способности  $H$ , которая приемлема для обслуживания трафика

с установленными качественными показателями.

Если  $Y(t) \leq H$ , то фиксируется значение трафика, которое хранится в блоке “Обработка статистики”. Контроль трафика продолжается. Если же  $Y(t) > H$ , то блок “Принятие решений”, принципы работы которого будут изложены ниже, активирует процедуры управления трафиком и информационными ресурсами. Эти процедуры могут быть основаны на концептуальных положениях, сформулированных в работах [4 — 7], а также на реализации иных предложений.

Если использованные процедуры управления будут способствовать снижению трафика, то будет зафиксировано неравенство  $Y(t) \leq H$ . Соответствующий вывод попадет в блок обработки статистики. Кроме того, в блоке “Принятие решений” должна быть сделана запись, что принятые меры позволили решить поставленную задачу. Эта возможность подчеркивается наличием двунаправленной стрелки между

двумя блоками алгоритма в правой верхней части рассматриваемого алгоритма. Если  $Y(t) > H$ , то необходимо вернуться в блок “Принятие решений”, который предложит новые процедуры управления трафиком и информационными ресурсами.

Блок “Принятие решений” предлагается реализовать с использованием современных когнитивных технологий [10]. Они “имитируют” мыслительную деятельность человека. Когнитивные технологии, как правило, основаны на моделях с нечеткой логикой (fuzzy logic) и на нейронных сетях (neural networks). Одно из приложений когнитивных технологий — принятие решений в сложных ситуациях.

В блок “Принятие решений” может извне поступать информация, которая была получена в других сетях электросвязи при решении аналогичных задач — как удачном, так и неудачном. Иными словами, блоки “Принятие решений” в разных (по принадлежности, функциональности и иным атрибутам) сетях электросвязи должны работать как единая когнитивная система, формирующая набор рациональных решений для управления трафиком в различных ситуациях. Решения по управлению трафиком названы рациональными, так как они могут (и, как правило, будут) отличаться от оптимальных стратегий функционирования сети электросвязи в ЧС  $k$ -го типа.

## Заключение

Если опустить промежуточные сентенции, то основной вывод статьи заключается в следующем: необходимо создать национальную систему сбора статистики, обработка которой позволит оценить эффективность различных методов управления телефонным трафиком в нестандартных ситуациях. Эта система должна базироваться на перспективных идеях, из которых, в качестве наиболее эффективных, следует выделить когнитивные технологии. Важные направления дальнейших исследований будут базироваться на междисциплинарном подходе. В первую очередь следует обратить внимание на тщательный анализ психологических аспектов управления поведением людей при возникновении чрезвычайных ситуаций различного рода.

### Литература

1. Маслоу А.Г. Мотивация и личность. — СПб.: Евразия, 2001.
2. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей. — М.: Эко-Трендз, 2010.
3. Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. — М.: Радио и Связь, 1996.
4. Леваков А.К. Особенности функционирования сети следующего поколения в чрезвычайных ситуациях. — М.: ИРИАС, 2012.
5. Кабанов М.В., Леваков А.К., Соколов Н.А. Метод ограничения резко растущей нагрузки в Системе-112. — Вестник связи, № 8, 2012.
6. Леваков А.К. Косвенные механизмы снижения лавинообразного трафика, возникающего в чрезвычайных ситуациях. — Вестник связи, 2013, № 7.
7. Кабанов М.В., Леваков А.К., Соколов Н.А. Система обработки информации о чрезвычайных ситуациях. — Патент на полезную модель № 130110 Российской Федерации № 2012155812; заявлен 18.12.2012, опубликован 10.07.2013, Бюллетень. № 19, 2 с.
8. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. — М.: Либроком, 2009.
9. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. — М.: Логос, 2002.
10. Комашинский В.И., Соколов Н.А. Когнитивные системы и телекоммуникационные сети. — Вестник связи, 2011, № 10.