

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТРАФИКА В МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ ОПЕРАТОРА СВЯЗИ

Кузьмин В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*«Нижегородский государственный технический университет им. П.Е. Алексеева», Нижний Новгород, Россия (603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24), e-mail: vvk1987@yandex.ru*

**В статье рассматриваются вопросы организации управления трафиком в мультисервисной сети связи. Определяются основные особенности управления пропускной способностью канала связи при организации доступа к телематическим услугам. Анализируются существующие методы и подходы управления пропускной способностью канала связи. Рассматриваются факторы, влияющие на представление абонента о качестве предоставляемого сервиса. Предлагается подход организации системы управления трафиком на основе классовой модели представления данных в сети оператора связи. Распределение пропускной способности канала связи предлагается выполнять на основе функции полезности: представление конечного клиента о качестве предоставляемого сервиса. На основе результатов исследования предлагается новый метод оптимизации использования канала связи.**

Ключевые слова: мультисервисная сеть, телематические услуги, маршрутизатор, узел агрегации, качество обслуживания, пропускная способность, шейпер, ожидаемая полезность.

## THE TRAFFIC CLASSIFICATION AND IDENTIFICATION IN A MULTISERVICE NETWORK

Kuzmin V.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*«Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev», Nizhny Novgorod, Russia (603950, Nizhny Novgorod, Minin street, 24), e-mail: vvk1987@yandex.ru*

**The article examines the methods of the traffic control in a multiservice network. The main features of the bandwidth control are described. The existing methods and management approaches for bandwidth control are analyzed. The factors affecting the client's presentation of the quality of service are described in the article. The new approach to organize a traffic control in multiservice network is suggested. The new method is based on the class model of data in the operator's network. The utility functions represented the Quality of Experience of the customer are used during the distribution of the network's bandwidth. The new method to optimize the using of communication channel is suggested. This method is based on the investigated results. The methods of evaluating the performance of the proposed methods are described.**

Keywords: multiservice network, telematic services, router, switching node, Quality of Service (QoS), bandwidth, shaper, expected utility.

Стремительное строительство мультисервисных сетей для предоставления телематических услуг (Интернет, интерактивное телевидение, телефония и др.) способствовало переходу качества обслуживания на совершенно новый уровень. С учетом того, что в сети появляются всё новые виды сервисов и приложений, каждое из которых работает по собственному протоколу, используя ресурсы сети (пропускную способность) по-разному, и при этом, имеет различные характеристики (задержку, интенсивность, размер пакетов и т.д.) возникает ситуация, когда в единой инфраструктуре присутствует одновременно несколько типов трафика.

В случае если доступ к информационным ресурсам осуществляется в сети с недостаточной пропускной способностью, то задача распределения трафика между клиентами приобретает особую актуальность [7]. В итоге, с учётом роста потребления телекоммуникационных услуг, и появлением новых сетевых сервисов в Интернет перед операторами наиболее остро ставится задача разработки и реализации интеллектуальных

методов организации управления трафиком. Исходя из этого, задача оптимизации использования пропускной способности общего канала связи за счет применения интеллектуальных методов управления трафиком, является наиболее актуальной и приоритетной в сети связи.

**Существующие исследования** в области управления трафиком с развитием теории самоподобия связаны с предсказанием его интенсивности [2, 4, 5]. Теоретически, применение методов динамического прогнозирования позволяет повысить коэффициент использования канала связи: чем ближе прогнозируемая пропускная способность к профилю трафика, тем выше эффективность использования данного ресурса сети.

В результате анализа было установлено, что в реальных сетях связи применение механизмов динамического прогнозирования как базовых методов управления трафиком не представляется возможным. Методы динамического прогнозирования предполагают переменное определение пропускной способности, которое делает использование такого подхода в условиях реального рынка телематических услуг неприемлемым. Оператор связи заранее приобретает фиксированный канал связи с заданными параметрами (пропускной способностью), входящий в смету расходов компании [1].

#### **«Комфортность обслуживания» как показатель качества управления трафиком**

В статье предложен новый метод организации системы управления трафиком, основанный на пользовательской классификации данных, проходящих через узел агрегации оператора связи, т.е. разбиение информационного потока с учётом влияния на представление пользователя о предоставляемой услуге (т.е. «Quality of Service» - QoS). С учетом вводимой классификации, предложены методы идентификации этих типов трафика. Данная классификация позволяет оптимизировать использование пропускной способности канала связи в пиковые моменты его перегрузки (например, вечерние часы).

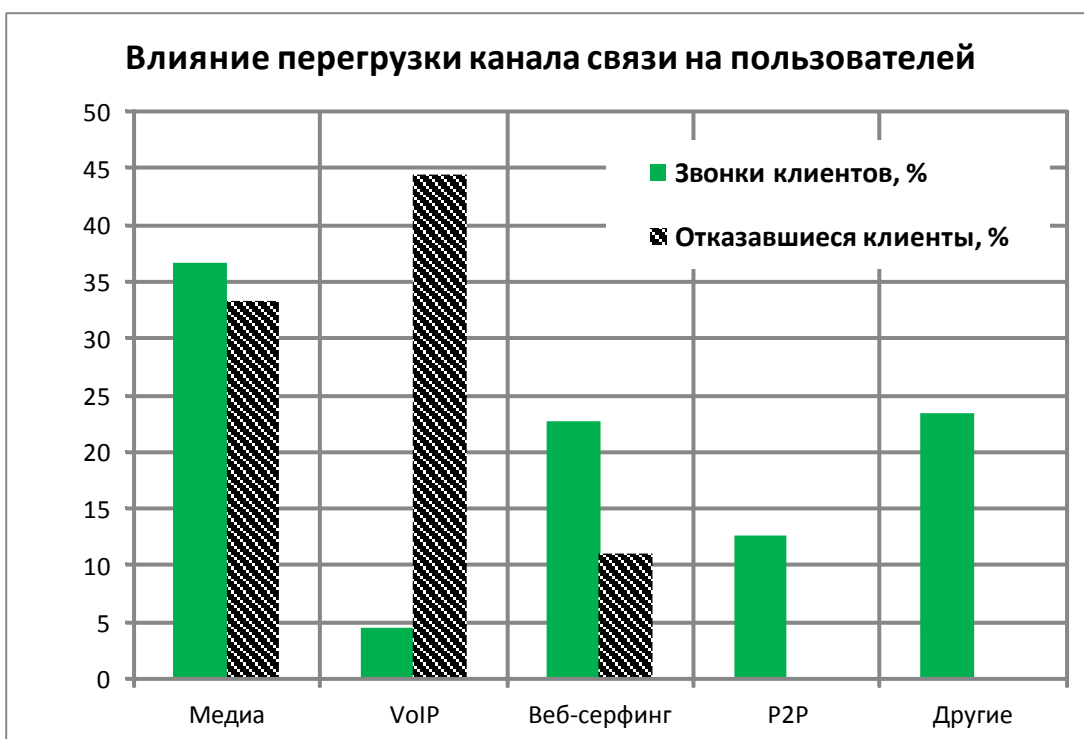
В случае перегрузки общего канала доступа в сеть Интернет, оператор связи вынужден уменьшить скорость каждого абонента, пропорционально заявленным тарифам. При этом такое снижение скорости может вызвать разную реакцию абонентов сети. В случае если один клиент отправляет электронное письмо, а другой просматривает видеоролик, реакция от снижения скорости доступа будет разной. Можно сделать заключение, что различные типы трафика по-разному влияют на представление абонента о качестве предоставляемой услуги доступа в сеть Интернет. При этом задача определения и управления различными типами трафика с позиции их влияния на абонента является актуальной для оператора связи, предоставляющего канал связи с ограниченной пропускной способностью.

Характеристика комфортности пребывания пользователя в сети связи является в значительной степени субъективным понятием и не обладает очевидной количественной оценкой. Поэтому задача определения группы трафиков и их влияние на качество обслуживания решалась с использованием практических данных, полученных в результате

исследования в реальной сети оператора связи.

### Классификация Интернет трафика

Методология исследования при решении задачи классификации трафика, заключалась в сборе статистических данных звонков клиентов в пиковые моменты перегрузки канала связи. Обработка заявок в действующей сети связи выполнялась с использованием специализированных средств, когда оператор принимающий звонок должен был зафиксировать краткое описание проблемы абонента. При сборе статистики с жалобами клиентов на работу сетевых сервисов, проведено исследование, связанное с отказом от предоставляемых услуг и соответствующих причин прекращения действия договоров. С учетом полученной выборки построена диаграмма звонков абонентов с жалобами на работу сетевых приложений и отказов от предоставления услуг связи (рис. 1).



На рис. 1 приведено процентное распределение звонков клиентов в моменты перегрузки канала связи, с жалобой на указанный тип сетевого сервиса. Процент отказавшихся клиентов характеризует соотношение заявок на прекращение действия договора, вызванных негативным впечатлением от получаемой сетевой услуги определенного типа, с учетом отслеживаемой компанией статистики общей потерей клиентской базы за определенный период.

Все сетевые приложения классифицированы по следующим типам: медиа – потоковое видео/аудио (он-лайн фильмы, аудио файлы и т.д.), VoIP – сетевые программы, использующие VoIP протокол (Skype, TeamSpeak и т.д.), веб-серфинг – интерактивные

сервисы веб-браузера (Mozilla Firefox, Opera, Internet Explorer и т.д.), P2P – сервисы генерирующие пиринговый трафик (mTorrent, Shareaza и т.д.), другие – остальные сетевые приложения.

Таким образом, выделено пять видов трафика с учетом их влияния на впечатление абонента. Во время прохождения трафика конечного клиента через узел агрегации, реализована его идентификация и классификация с соответствующим типом, для дальнейшего управления. Для разработки алгоритма управления трафиком с учетом отнесения пакетов к выделенным классам предложен подход к определению приоритетов различных видов трафика.

### Приоритезация классов трафика

Предложено определять приоритеты классов трафиков на основе решения многокритериальной задачи теории полезности. При этом полезность определяет значимость (приоритет) каждого класса трафика в системе управления пропускной способностью. Для пяти выделенных классов трафика, означающих альтернативы принятия решения, необходимо определить значения функций полезности, с учетом заданных критериев. Альтернатива (класс трафика) с наибольшим значением функции полезности будет обладать наивысшим приоритетом. При решении данной задачи были выделены три основных критерия, влияющих на будущий приоритет трафика:

$k_1$  - процентное значение количества отказавшихся клиентов при работе с выделенным классом трафика (рис. 1);

$k_2$  - процентное значение количества звонков с негативным впечатлением клиентов для выделенного класса трафика (рис. 1);

$k_3$  - процентное соотношение объема различных типов Интернет трафика в сетях связи [1].

При решении задачи приоритезации функция полезности определялась методом Неймана-Моргенштерна [3]:

$$U_i = \sum_{j=1}^n \lambda_j V_j(k_{ij})$$

Здесь  $U_i$  – полезность  $i$ -ой альтернативы на множестве используемых критериев,  $0 \leq U_i \leq 1$  ;

$V_j(k_{ij})$  - функция полезности альтернативы для  $k_{ij}$ ,  $0 \leq V_j(k_{ij}) \leq 1$ ,  $j = \overline{1, n}$ , принимающая вид, представленный в [7];

$\lambda_j$  - вес  $j$ -го критерия,  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ,  $\lambda_j > 0$ .

При определении приоритетов для пяти выделенных классов трафика вычислялись

значения функций полезности, для заданных критериев. Используя метод половинного деления [3] при построении функции полезности Неймана-Моргенштерна, вычислены весовые коэффициенты  $\lambda_j$  и определены значения функций полезности для выделенных типов трафика. С учётом полученных результатов определены следующие приоритеты для классов трафика (ноль соответствует наивысшему приоритету) (табл. 1):

Таблица 1

Приоритеты классов трафика

Класс трафика	Полезность	Приоритет
Медиа	0,813	0
VoIP	0,608	1
Веб-серфинг	0,348	2
P2P	0,202	3
Другой	0,157	4

Таким образом, используя функцию полезности метода Неймана-Моргенштерна, были определены приоритеты классов трафика, используемые при организации системы управления пропускной способностью в сети оператора связи. Данные приоритеты, введены в систему управления трафиком как значения параметров PRIO дисциплины HTB [1], используемой как основной алгоритм управления очередью пакетов.

### **Идентификация классов трафика**

Следующим этапом решения задачи организации методов управления пропускной способностью в канале связи является идентификация трафика проходящего через узел агрегации оператора связи с учетом предложенной системы классификации. Разработка методов управления трафиком выполнена для сервера маршрутизации с установленной операционной системой Linux.

Идентификация P2P трафика. Наибольшую сложность идентификации представляет пиринговый трафик, с учетом его особенностей [6]. В статье предложен комплексный метод идентификации пирингового трафика в сети оператора связи. Суть метода заключается в использовании нескольких подходов распознавания такого рода трафика (идентификация по используемым портам UDP пакетов; порты, используемые трекер программами; сигнатурам P2P протоколов пакетов). Предложен метод идентификации пирингового трафика на основе уже реализованного механизма захвата пакетов, генерируемых P2P приложениями. Реализация механизма захвата P2P трафика выполнена в IPP2P модуле для встроенного

брандмауэра – netfilter операционной системе Linux. Модуль IPP2P ищет определенную сигнатуру, принадлежащую пиринговому протоколу в служебном TCP пакете.

Правило брандмауэра определяет критерии для пакета и цели. Если пакет не попадает под действие правила, проверяется следующее правило в цепочке. Для P2P трафика были добавлены следующие правила в сетевой экран с помощью приложения iptables:

```
$IPTABLES -t mangle -A PREROUTING -j CONNMARK --restore-mark
```

```
$IPTABLES -t mangle -A PREROUTING -m ipp2p --kazaа --bit -j MARK --set-mark 95
```

```
$IPTABLES -t mangle -A PREROUTING -m mark --mark 95 -j CONNMARK --save-mark
```

В данных правилах пакет идентифицируется специальной меткой (маркируется), которая используется в дальнейшем классом системы управления пропускной способностью канала связи.

Идентификация протоколов прикладного уровня. Идентификация класса трафика видео/аудио, VoIP и т.д. на узле агрегации выполнялась с использованием дополнительных модулей для брандмауэра ОС Linux: программный пакет L7-filter и модуль «string» пакета Xtables-addons, представляющих классификаторы для подсистемы Netfilter и выполняющих фильтрацию пакетов, на основе сигнатуры области данных. Используя таблицу с сигнатурами файлов и протоколов, применяемых при передаче трафика определенного типа, сформированы правила iptables по маркировке IP пакетов.

### **Реализация методов управления трафиком в сети оператора связи**

Следующим этапом организации системы управления трафиком в сети оператора связи, является реализация, предлагаемых подходов в реальной сети. Для этого реализация системы управления пропускной способностью с предлагаемыми методами идентификации выполняется на маршрутизаторе организации. При этом задача исследования заключается в определении суммарного использования общего канала связи выделенного для компании, по каждому типу трафика. Исследование выполнялось для двух вариантов реализации системы управления пропускной способностью: система без учета приоритетов трафика различных классов (все классы обладали одинаковым приоритетом); система с приоритезацией выделенных классов данных согласно табл. 1. Для двух вариантов реализации системы получены следующие результаты (рис. 2 и рис. 3).



Как видно на диаграммах, большую часть времени канал связи полностью занят проходящим трафиком, что соответствует режиму его перегрузки. При этом каждый класс трафика конкурирует с остальными за право использования канала как общего разделяемого ресурса. На рис. 2 при выполнении видео звонков (VoIP трафик) качество предоставляемого сервиса резко ухудшается при наличии трафика других программ, приводящих к режиму перегрузки канала связи. В такие моменты времени, соединение обрывалось, и программа автоматически пыталась восстановить связь. Другая ситуация изображена на диаграмме (рис. 3), где с учётом введенных приоритетов Веб и VoIP трафик получают всю требуемую для них полосу в общем канале связи. Аудио и видео потоки не прерываются конкурирующим ранее пиринговым трафиком. Соответственно впечатление пользователя от такого рода услуг в сети

оператора связи улучшиться по сравнению с работой системы управления трафиком без введенных приоритетов.

### **Заключение**

Результаты исследования показали, что система с приоритизацией информационных потоков в большей степени соответствует требованиям, предъявляемым при организации методов управления трафиком в сети оператора связи, учитывающей влияние на впечатление конечного пользователя о предоставляемой услуге. Метод управления пропускной способностью предложенный в статье, позволяет эффективнее распределять ресурсы канала связи снижая затраты оператора на его аренду.

### **Список литературы**

1. Кузьмин, В.В. Методы управления трафиком в кампусных сетях оператора связи / В.В. Кузьмин, А.В. Семашко // Электросвязь. – 2012. – № 5. – С. 37-40.
2. Петров, В.В. Исследование самоподобной структуры телетрафика беспроводной сети / В.В. Петров, В.В. Платов // Радиотехнические тетради. – 2004. – № 30. – С. 58-62.
3. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг : Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006. – 1408 с.
4. Foag, J. Traffic Prediction Algorithm for a Speculative Network Processor / J. Foag, T. Wild // 17th Intl. Symposium for High Performance Computing Systems and Applications HPCS 2003, 2003.
5. Ghaderi, M. On the Relevance of Self-Similarity in Network Traffic Prediction [Electronic resource]. – 2003. – Mode of access: <http://www.cs.uwaterloo.ca/cs-archive/CS-2003/28/TR-CS-2003-28.pdf>.
6. Karagiannis, T. Transport layer identification of P2P traffic / T. Karagiannis, A. Broido, M. Faloutsos // IMC '04 Proceedings of the 4th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement, 2004. – vol.1. – no.1. – pp.121-134.
7. Шабалин Е.А., Милов В.Р. Распределение ресурсов сети связи с учетом ценности информации в условиях радиоэлектронного противодействия // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2008. Т. 6. № 11. С. 87-93.

### **Рецензенты:**

Милов В.Р., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Электроника и сети ЭВМ» Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород.

Мисевич П.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Вычислительные системы и технологии» Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород.