

УДК 681.324 (075)

В. А. Артёменко, канд.тех.наук, **К. А. Артёменко**

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
ул. Политехническая, 36, корпус 18, г. Киев, 03056, Украина.

Анализ и исследование методов управления трафиком в сетях IPTV

Задачи, ориентированные на управление трафиком, включают в себя аспекты улучшения QoS информационных потоков, в том числе: минимизацию потерь пакетов и задержек, оптимизацию пропускной способности и согласование наилучшего уровня услуг. Одним из подходов решения таких проблем является оптимизация использования всех имеющихся ресурсов сети. Полоса пропускания является критическим ресурсом современных сетей. Следовательно, центральной функцией управления трафиком является эффективное управление пропускной способностью. Перегрузка обычно проявляется при недостатке сетевых ресурсов или их неэффективном распределении, которая может быть уменьшена с помощью политики балансировки нагрузки в сети. В динамически реконфигурируемых сетях неэффективное распределение ресурсов дополнительно может возникнуть в результате изменения топологии сети или ее логической конфигурации. Библ. 10. рис. 6.

Ключевые слова: IPTV, параметры задержки, параметр Херста, качество обслуживания, метод управления трафиком IPTV.

Введение

С позиций теории управления при рассмотрении процессов в интегрированной сети можно выделить следующий важный аспект – пользовательская и управляющая информация передаются по одним и тем же физическим, а иногда и логическим каналам связи. Их взаимное влияние оказывает существенное влияние на общий сетевой трафик и является причиной возникновения сложных бифуркационных явлений, которые проявляются в неравномерном или взрывном характере протекания сетевых процессов [1,7]. Это в свою очередь оказывает существенное влияние на эффективность функционирования сети и качество передачи информации.

Поэтому для управления такими процессами требуется разработка адекватных математических моделей, учитывающих как статистический характер возмущений, так и динамику передачи пакетов на различных уровнях протоколов межсетевого взаимодействия.

1. Средства управления сетевым трафиком IP

Все средства управления сетевым трафиком имеют своей целью повысить производительность и качество обслуживания информационных приложений, использующие соответствующие средства и возможности канального, сетевого и транспортного уровней ТС. Наиболее распространенные способы предотвращения перегрузок в сети основываются на отбрасывании части пакетов не оказывающих существенного влияния на уровень качества передаваемой информации. Первый и широко используемый в этом случае алгоритм управления основан на отбрасывании всех ячеек, следующих за потерянной ячейкой, которая принадлежит данному IP пакету (PPD - partial packet discard). Модификацией этого механизма управления является схема раннего отбрасывания ячеек (EPD - early packet discard). В этом случае используется алгоритм краткосрочного предсказания уровня заполнения буфера коммутатора и, если длина очереди превышает определенный уровень или некоторый критический порог, то система управления принимает решение об отбрасывании всех ячеек, принадлежащих определенному количеству (например, одному) TCP сегментов. Такая схема управления трафиком позволяет повысить производительность транспортных соединений. Однако выбор обособленного значения величины критического порога заполнения буфера требует анализа характера, в общем случае, нестационарных потоков данных и создания эффективных алгоритмов предсказания состояния каналов.

Вторая схема отбрасывания ячеек основана на программном управлении ресурсами сети и требует априорного их резервирования для каждого из образованных виртуальных соединений. Основное преимущество такого подхода состоит в том, что можно гарантировать нулевой уровень потерь ячеек, вызванных переполнением устройств буферизации. Однако объем ресурсов буферной памяти, который позволяет эффективно использовать такую схему управления потоком, зависит от величины задержки

при распространении пакетов и флуктуации пропускной способности линии связи.

Как показали исследования, такая схема обладает недостаточными экстраполяционными возможностями, но позволяет эффективно управлять перегрузками на весьма коротких промежутках времени. Ее основной недостаток состоит в необходимости использования значительных объемов памяти для буферизации данных. Опыт разработки приложений для сети Интернет показывает, что существенного повышения эффективности использования буферной памяти можно достигнуть за счет применения алгоритмов прогнозирования при статистическом мультиплексировании трафика.

Качество функционирования системы передачи зависит от величины задержки при передаче пакетов и наличия канала подтверждения. В последнем случае в модель системы необходимо добавить механизм управления в виде контура обратной связи. При подтверждении каждого отдельного пакета процесс формирования сигнала обратной связи можно связать с изменением состояния сетевого соединения, которое характеризуется номером ожидаемого к приему пакета. Заметим, что пакеты могут передаваться по виртуальному каналу без получения подтверждения пока их число в канале меньше некоторого числа. Лучшим можно считать алгоритм управления, который обеспечивает минимальную задержку при заданной производительности или наибольшую производительность при заданном времени задержки.

В работе [3] рассматривается вопрос равномерного предоставления пропускной способности на канальном уровне в сетях MANET. Предлагается несколько алгоритмов, основанных на теории игр, а также приводятся результаты имитационного моделирования, подтверждающие их эффективность.

В работе [6] рассматриваются вопросы организации буферизации данных в мобильных устройствах при соблюдении требований QoS с целью обеспечения минимального потребления энергии. Предлагается алгоритм планировщика, позволяющего эффективно управлять передачей буферизированных данных, и результаты имитационного моделирования.

В работах [7-9] рассматриваются вопросы оптимизации передачи данных в беспроводных сетях с точки зрения мощности, потребляемой мобильными устройствами. При этом также учитываются требования к качеству обслуживания.

Рассмотренные выше модели позволяют качественно оценить влияние отдельных параметров сетевых соединений, но все сделанные на их основе рекомендации распространяются на случай существования установившихся режимов, что ограничивает их применение для анализа процессов динамически реконфигурируемых ТС.

2. Анализ математической модели трафика IPTV

Исследования различных типов сетевого трафика [5-8] показали, что сетевой трафик является самоподобным (self-similar) или фрактальным (fractal) по своей природе.

В работе [5], посвященной исследованию трафика в сетях Ethernet, рассмотрена проблема влияния самоподобия на производительность. Было замечено, что чем выше нагрузка на сеть Ethernet, тем выше оцениваемый параметр Херста и тем выше степень самоподобия. Этот результат важен, так как вопрос производительности приобретает значимость как раз при высокой нагрузке.

Для нахождения наиболее подходящей схемы управления трафиком IPTV, рассмотрим его математическую модель в сети. Как было сказано выше, используемый ранее пуассоновский закон распределения дает достаточно высокую погрешность, более лучшие результаты дает использование принципа самоподобия.

Для описания явлений, обладающих фрактальными свойствами в работе [8] было введено броуновское движение, которое по определению записывается в форме дробного интеграла:

$$B_H(t) = \frac{1}{\Gamma\left(H + \frac{1}{2}\right)} \int_{-\infty}^{+\infty} h(t-\tau) dB(\tau) \quad (1)$$

где $dB(\tau)$ – приращение винеровского процесса; $\Gamma(\cdot)$ – гамма функция; H – параметр Херста; $h(t-\tau)$ – импульсная переходная функция степенного вида.

Использование импульсной функции такого типа приведет к сильной коррелированной зависимости процесса $B_H(t)$ от предшествующих его значений, а также указывает на самоподобный характер фрактального броуновского движения.

Нормированная корреляционная функция (коэффициент корреляции) стационарных приращений фрактального броуновского движения

для двух соседних неперекрывающихся одинаковой длительности интервалов времени (t_0, t_1) и (t_1, t_2) определяются как:

$$\gamma_H(t) = 2^{2H-1} - 1 \quad (2)$$

Тогда корреляционная функция приращений на интервалах $(0, t)$ и $(t, 2t)$ фрактального броуновского движения выглядит как:

$$K_{2H}(t) = (2^{2H-1} - 1)t^{2H} \quad (3)$$

Это выражение указывает на сильную корреляционную зависимость приращений, увеличивающуюся с ростом t .

Заметим, что при $H = 0,5$ процесс (1) становится винеровским.

Коэффициент корреляции для стационарных приращений фрактального броуновского движения на интервалах $(t_n, t_n - T)$ и $(t_{n+k}, t_{n+k} - T)$ заданной длительности T , разнесения на время kT , где K – параметр смещения, можно представить выражением:

$$\gamma_H(K, T) = \frac{1}{2} \left[(K+1)^{\alpha+1} - 2K^{\alpha+1} + (K-1)^{\alpha+1} \right] \quad (4)$$

При $K = 1$, что соответствует приращением процесса на соседних интервалах времени, а также учитывая соотношение $\alpha = 2H - 1$, получаем (2). При больших значениях K коэффициент корреляции аппроксимируется выражением:

$$\gamma_H(K, T) = \frac{1}{2} (\alpha(\alpha + 1)K^{\alpha-1}) = H(2H - 1)K^{2H-2} \quad (5)$$

Из этого выражения следует что, чем больше параметр H , тем больше протяжённой зависимостью обладает коэффициент корреляции.

Среди параметров функционирования трафика IPTV можно выделить группу параметров, характеризующих возможность того или иного события. К таким событиям можно отнести: потерю пакета, ошибку данных в пакете, отказа в доступе. Кроме того, распространенными параметрами функционирования трафика являются задержка доставки IP пакета (IPTD) (время доставки пакета) и джиттер (IPDV) (разброс времени доставки пакета).

Задержка доставки пакета является одним из основных параметров, характеризующих качество обслуживания трафика. Превышение задержки выше некоторого значения может приводить к снижению качества предоставления услуг связи.

Согласно Y.1541 разброс времени задержки может определяться как на основе оценки вре-

менных интервалов, так и на основе оценки квантилей распределения задержки.

При определении IPTD на основе квантилей распределения задержки эта величина определяется как разница между верхним и нижним квантилями распределения [4]:

$$IPDV = IPTD_{UPPER} - IPTD_{LOWER} \quad (6)$$

где $IPTD_{UPPER}$ – верхний квантиль распределения IPTD, полученного по результатам измерений; $IPTD_{LOWER}$ – нижний квантиль распределения IPTD, полученного на интервале измерений.

Графическая интерпретация данного определения представлена на рис.1. На приведенном рисунке $f(x)_{IPTD}$ – функция плотности распределения времени доставки пакета, $IPTD_{LOWER}$ и $IPTD_{UPPER}$ – нижний и верхний квантили распределения $f(x)_{IPTD}$ соответственно.

Вероятность того, что величина задержки x лежит в пределах $IPTD_{LOWER} < x < IPTD_{UPPER}$ и равна $1 - \alpha$, это эквивалентно тому, что величина разброса задержки не превышает величины $IPTD_{UPPER} - IPTD_{LOWER}$ с вероятностью $1 - \alpha$.

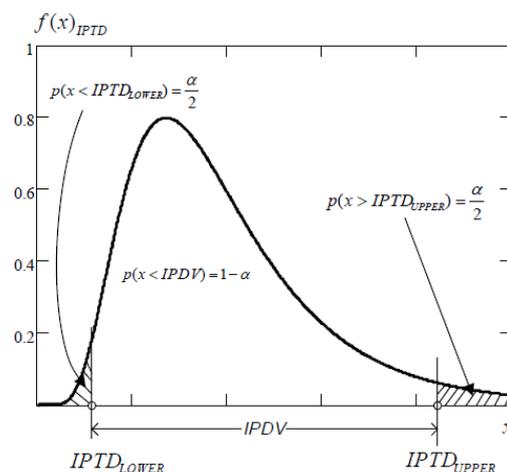


Рис. 1. Графическое определение IPDV на основе квантилей распределения задержки

Такая интерпретация разброса задержки позволяет характеризовать не только величину разброса, но и его вероятностный характер.

Определим разброс времени задержки доставки пакета на основе оценки временных интервалов. Для этого введем понятия задержек, принятых в литературных источниках [9].

Cell Transfer Delay (CTD) – задержка, при передаче ячейки определяемая как отрезок

времени между двумя событиями – «входом ячейки» в точке приемнике и «выходом ячейки» из исходной точки. Параметр CTD характеризует максимальную задержку в сети при передаче ячеек от отправителя к получателю. Конкретная задержка складывается из задержек при передаче по линии связи между устройствами и задержек на каждом из промежуточных коммутаторов в ATM:

$$CTD = CTD_{fixed} + CTD_{over} \quad (7)$$

где CTD_{fixed} – фиксированное минимальное время доставки ячейки, которое определяется маршрутом и параметрами сети; CTD_{over} – дополнительная задержка, которая возникает из-за задержек в коммутаторах при загрузке или отказе последних. В литературе этот параметр носит название CDV (Cell Delay Variation).

Параметр CDV определяется разницей во времени между максимальной и минимальной задержкой при доставке ячеек от отправителя к получателю. Вариация задержки зависит от процедуры мультиплексирования в один физический канал связи потоков ячеек, принадлежащих множеству виртуальных соединений, и непостоянства задержки, вносимой очередями коммутаторов ATM.

При этом распределение вероятности возникновения дополнительной задержки выглядит следующим образом (согласно статистическим исследованиям форума в реальных сетях с помощью соответствующего оборудования) рис.2.

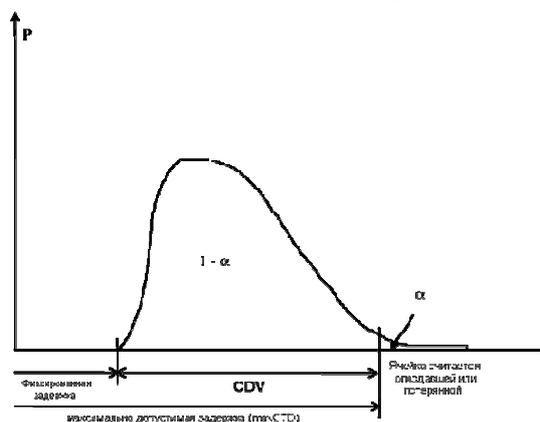


Рис. 2. График распределения вероятности возникновения дополнительной задержки

В то же время, для схемы с учетом параметра Херста возможна минимизация задержек за счет минимизации времени передачи, тогда распределение вероятности возникновения дополнительной задержки будет выглядеть следующим образом (рис.3).

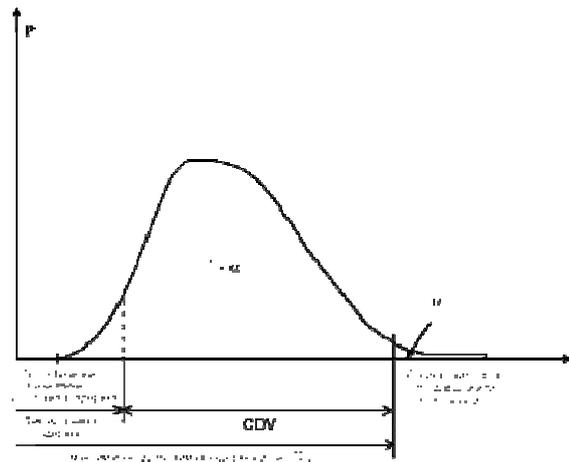


Рис. 3. График распределения вероятности возникновения дополнительной задержки

Теоретическая минимально возможная задержка – это такое значение, которое принимала бы задержка при передаче данных с использованием максимально возможной полосы пропускания на данном маршруте.

Кривизна кривой на участке возрастания и положение точки максимума по отношению к фиксированной задержке зависит от загрузки сети (т.к. она влияет на значения коэффициентов ускорения k_i), а также от составляющей доли трафика, поддерживающего режим ускорения. При этом возможен вариант, когда максимально вероятное время задержки будет меньше, чем теоретически вычисленная фиксированная задержка для классической схемы или равна ей. Подобный вариант, с точки зрения сети, означает минимальную загрузку коммутаторов, которая характеризуется отсутствием или минимальным значением отказов в обслуживании, а также минимальным уровнем потери ячеек. И, наоборот, при приближении времени задержки к области α , вероятность отказов в обслуживании и потери ячеек резко возрастают. Из вышесказанного вытекает, что в идеальном случае было бы не допускать превышения времени задержки некоторого порогового значения.

3. Исследование характеристик трафика IPTV

Уменьшение времени задержки CTD осуществляется различным образом для различных классов обслуживания. Так, для классов гарантированного сервиса (CBR, VBR) такое уменьшение может осуществляться за счет выбора альтернативных маршрутов передачи, которые являются в данный текущий момент времени более выгодными, чем те, которые используют

ся. Для сервиса ABR возможно уменьшение интенсивности трафика, вплоть до минимального значения MCR.

Вышеперечисленные действия могут дать желаемый результат только при достаточно эффективной схеме управления обратной связью, а также с использованием принципа коммутации по меткам MPLS т.к. данная технология предполагает перенос основных функций по определенному пути прохождения пакета через сеть на граничные маршрутизаторы. Опишем дополнения к алгоритму работы цепи обратной связи в ключе формирования трафика и управления сетевыми параметрами, необходимые для предложенной схемы управления [10]:

1. При $CTD \geq CTD_{W_1}$ (рис.4) текущий коммутатор генерирует и отправляет предыдущему коммутатору на маршруте ячейку RM с установленным флагом W_1 и текущим значением CTD. Следует отметить, что здесь подразумевается общее время задержки доставки, однако пороговые значения CTD (или CDV) достигается на определенном коммутаторе при его чрезмерной загруженности или невозможности передать данные определенного соединения из-за отказов сети. Поэтому следует предпринять попытку «разгрузить» этот коммутатор или выбрать альтернативный маршрут для его обхода.

2. При получении W_1 коммутатор пытается определить альтернативный маршрут доставки, используя только свои связи, но за исключением двух – связи, которая идет к перегруженному коммутатору и входящую связь для данного маршрута. Альтернативный маршрут должен удовлетворять условию: $CTD_{new} \leq CTD + \Delta$, где Δ - параметр, учитывающий временные задержки на установку нового соединения, обновления содержимого маршрутных таблиц и фактор риска, необходимый для предотвращения новых перегрузок.

3. Если такой маршрут найден, то производится переустановка соединения и все сопутствующие ей действия, чтобы «перенести» перегруженное соединение на новый маршрут. Если маршрут не найден, то W_1 игнорируется.

4. При $CTD \geq CTD_{W_2}$, текущий коммутатор генерирует и отправляет предыдущему коммутатору на маршруте ячейку RM с установленным флагом W_2 и текущим значением CTD. W_2 сигнализирует о перегрузке близкой к критической.

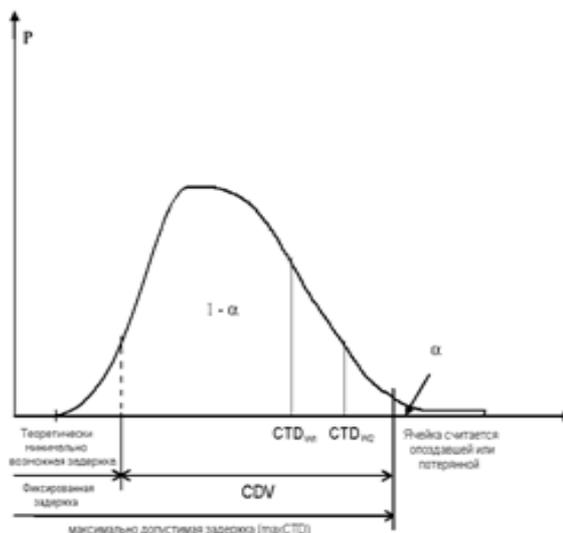


Рис. 4. Графическое изображение распределения вероятности возникновения дополнительной задержки

5. При получении W_2 , коммутатор выполняет действия аналогичные пункту 3. Однако, если необходимый маршрут не может быть найден средствами данного коммутатора, то ячейка с W_2 передается коммутатору предыдущему с точки зрения перегруженного маршрута, вплоть до источника. Источник при этом может реагировать на получение предупреждающих ячеек как изменением скорости передачи (ее понижением), так и выбором альтернативных маршрутов.

Вышеперечисленные пункты алгоритма выполняются только для трафика с гарантированным качеством обслуживания. Для трафика «лучшей попытки» передается только ячейка W_2 , и передается она по цепочке коммутаторов к источнику с требованием понизить интенсивность передачи.

Для исследования характеристик трафика IPTV были проведены его измерения на имитационной модели сети. Анализ были подвергнуты потоки пакетов на уровне RTP. Фрагмент минимальной длины составлял не менее 45 минут.

Результаты моделирования показали следующую эффективность работы модифицированной схемы по сравнению с классической (рис.5).

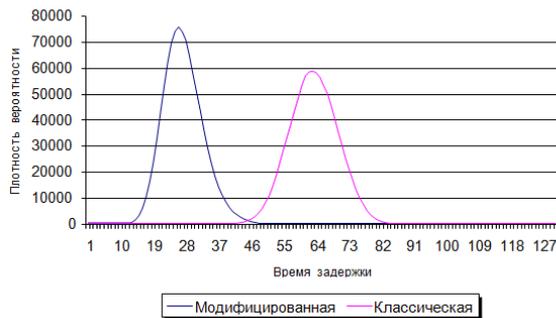


Рис. 5. График вероятности времени задержки в работе схем

Результаты моделирования показывают, что возможны случаи, когда наиболее вероятное время задержки при работе модифицированной схемы будет меньше чем фиксированное минимальное время передачи для классической схемы.

Классическая схема менее эффективно использует полосу пропускания за счет того, что при большой загруженности сети остается нераспределенная пропускная способность, величина которой недостаточна для установки новых соединений. В модифицированной схеме эта пропускная способность передается тем соединениям, которые могут получить некоторую выгоду от передачи своего трафика с более высокой скоростью.

Следует отметить, что при высоком уровне загрузки сети время задержки будет приближаться к задержкам в классической схеме. Это объясняется тем, что при высоких нагрузках предложенная система управления трафиком будет вынуждена уменьшать скорости передачи некоторых источников, для которых эти скорости были увеличены, что повышает непроизводительные расходы. Однако, как показывает моделирование, при правильном выборе параметров модифицированная схема работает более эффективно, чем классическая (рис.6).



Рис. 6. График вероятности времени задержки в работе схем

Характер графиков объясняется тем, что при средней загруженности сети модифицированная схема может работать очень эффективно за счет увеличения пропускной способности для тех соединений, которые могут получить от этого выгоду. При этом, для низкой и средней загруженности сети, существует низкая вероятность того, что впоследствии возникнет необходимость снижать скорость этих соединений или производить ретрансляцию, а, следовательно, не потребуются дополнительные непроизводительные затраты.

Выводы

1. В предложенном механизме управления трафиком с учетом его самоподобия величина ошибки прогноза зависит от характера поведения коэффициента корреляции.

2. Анализ характера сетевого трафика в IP-сетях показал, что в зависимости от загрузки сети и значений параметра Херста можно оптимизировать распределение потоков и повысить качество обслуживания в ТС.

3. Введение механизма предсказания, исследованного в данной работе, позволяет максимально снизить загрузку коммутатора без существенных отказов в обслуживании и обеспечивает минимальный уровень потери ячеек, что и подтверждают результаты построенной имитационной модели.

Список использованных источников

1. Addie R. *Fractal Traffic: Measurements, Modeling and Performance Evaluation*, Proceeding of IEEE INFOCOM'95 / R. Addie, M. Zukerman, T. Neame. - 1995.
2. Willinger W. *A Bibliographical Guide to Self-Similar Traffic and Performance Modelling for Modern High-Speed Networks*, Stochastic Networks // W. Willinger, M. S. Taqqu, A. Erramilli // Theory and Applications, Oxford University Press. - 1996.
3. Баня Е.Н. Компьютерные сети, учебное пособие: Изд-во К., "Корнейчук". 2009. - 264 с.
4. Богданова Н.В. Метод та способи підвищення ефективності управління телекомунікаційними мережами. Автореферат, Київ, 2008.
5. Городецкий А. Я. Информатика. Фрактальные процессы в компьютерных сетях: учебное пособие / А. Я. Городецкий, В. С. Заборовский. - Санкт-Петербург: СПбГУ, 2000. - 100 с.

6. *Маколкина, М.А.* Методы оценки качества обслуживания IPTV: учебное пособие / Маколкина М.А. : Изд-во СПбГУТ, 2012, - 16.
7. *Олифер В.Г., Олифер Н.А.* «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, 2-е изд.» СПб, Питер-пресс, 2002
8. *Столингс В.* Современные компьютерные сети / В. Столингс. - [2-е изд.]; [пер. с англ.]. - Питер, 2003. - 783с. - (Серия «Классика computer science»).
9. *Тарасов Д.В.* Исследования характеристик системы мониторинга сетей связи следующего поколения. Автореферат, Санкт-Петербург, 2012
10. *Артеменко В.А., Артеменко К.А.* Метод управления трафика IPTV. // Электроника и связь. – 2013, – № 3, – С.70 – 75.

Поступила в редакцию 11 февраля 2014 г.

УДК 681.324 (075)

В. А. Артеменко, канд.тех.наук, **К. А. Артеменко**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
ул. Політехнічна, 36, корпус 18, г. Київ, 03056, Україна.

Аналіз та дослідження методів управління трафіком в мережах IPTV

Аналіз відомих методів управління трафіком IPTV показує, що більшість з них не забезпечують бажану рівномірність завантаження мереж в силу того, що вони не враховують характер самоподібності мережевого трафіку.

Відома математична модель розкиду пакету на основі тимчасових інтервалів також не враховує фрактальність процесу в мережі IPTV.

Для вирішення такого завдання пропонується математична модель оцінки прогнозу з урахуванням самоподібності трафіку IPTV і на основі отриманої математичної моделі новий (проактивний) метод управління трафіком IPTV. Оптимальна оцінка прогнозу затримки для певного моменту часу, визначена з урахуванням параметра самоподібності або Херста. Імітаційне моделювання процесів мережі IP показало, що запропонований метод управління трафіком IPTV працює ефективно при введенні двох додаткових порогових значень оцінки прогнозу затримок. Бібл. 10. рис. 6

Ключові слова: IPTV, параметри затримки, параметр Херста, якість обслуговування, метод управління трафіком IPTV.

UDC 681.324 (075)

V. A. Artemenko, Ph. D., **K. A. Artemenko**

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute",
str. Polytechnique, 36, campus 18, Kiev, 03056, Ukraine.

Analysis and research methods of traffic management in network IPTV

Analysis of the known methods of traffic management IPTV shows that most of them do not provide the desired uniformity of loading networks due to the fact that they do not take into account the nature of the self-similarity of network traffic.

The known mathematical model for spread of packet-based timing also does not account for fractal process in network IPTV.

To solve this problem we propose a mathematical model to evaluate the prognosis of self-similar traffic based IPTV and based on that new mathematical model (proactive) the method of traffic management IPTV. Optimal forecast estimate the delay for a particular point in time, defined with respect to the parameter of self-similarity or Hurst. Simulation modeling of IP networks has shown that the proposed

method of traffic management IPTV works effectively with the introduction of two additional thresholds assessing prognosis delays. References 10, figures 6.

Keywords: IPTV, delay parameters, Hurst parameter, the quality of parking around, method of managing traffic IPTV.

References

1. *Addie R, Zukerman M., Neame T.* (1995), "Fractal Traffic: Measurements, Modelling and Performance Evaluation, Proceeding of IEEE INFOCOM'95".
2. *Banya E.N.* (2008), "Computer networks, Tutorial: Publishing House K." Korneichuk. P. 264.(Rus)
3. *Bogdanova N.V.* (2008), "The method that is capable of pidvischennya effektivnosti upravlinnya telekomunikatsiyimi seines". The Abstract. Kiev. (Rus)
4. *Dmitry Tarasov* (2012), "Studies performance monitoring system of next generation networks." The Abstract. St. Petersburg. (Rus)
5. *Gorodetsky A. J., Zaborowski In. C.* (2000), "Informatics. Fractal processes in computer networks: a training manual". St. Petersburg: St. Petersburg State University, P. 100. (Rus)
6. *Makolkin, M. A.* (2012), "Methods for assessing service quality IPTV: Tutorial". Publishing House of the SUT. P. 16. (Rus)
7. *Olifer V.G., Olifer N.A.* (2002), "Computer networks. Principles, technologies, protocols, 2nd ed." St. Peter Press, P. 680 (Rus)
8. *Willinger W., Taqqu M. S., Erramilli A.* (1996), "A Bibliographical Guide to Self-Similar Traffic and Performance Modelling for Modern High-Speed Networks, Stochastic Networks." Theory and Applications, Oxford University Press. P. 128.
9. *Stallings W.* (2003), "Modern computer networks." [2nd ed.], [Lane. from English.]. Peter, P. 783 (Series "Classic computer science»). (Rus)
10. *Artemenko V. A., Artemenko K.A.* (2013), "IPTV traffic management method". Electronics and Communication. Number 3. Pp. 70 – 75. (Rus)