

УДК 621.391

Е.В. Мелешко

Кировоградский национальный технический университет, Кировоград

МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАФИКА И ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОЧЕРЕДЯМИ В МНОГОПРОТОКОЛЬНЫХ УЗЛАХ СВЯЗИ И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Рассматриваются методы идентификации трафика и динамического управления очередями в многопротокольных узлах связи на основе BDS-тестирования для повышения оперативности передачи данных в телекоммуникационной сети (ТКС). Разрабатывается имитационная модель систем идентификации трафика и управления очередями в многопротокольных узлах связи. На основе математического и имитационного моделирования фрагмента ТКС, имеющей многосвязную топологическую структуру, оценивается эффективность предлагаемых методов идентификации трафика и динамического управления очередями, обосновывается достоверность полученных результатов.

Ключевые слова: телекоммуникационные сети, идентификация трафика, подсистема управления и обслуживания в многопротокольном узле связи.

Постановка проблемы в общем виде и анализ литературы

Разработка новых методов и алгоритмов идентификации и обработки данных, а также динамического управления очередями в узлах связи ТКС, которые смогут обеспечить оптимальное распределение сетевых ресурсов между поступающими информационными потоками, повысить оперативность передачи данных и качество телекоммуникационных услуг, является актуальным направлением исследований [1 – 3]. Перспективными в этом смысле представляются методы идентификации трафика и динамического управления очередями в многопротокольных узлах связи, использующие математический аппарат BDS-тестирования [4 – 7]. Применение BDS-тестов позволяет в ряде случаев обнаружить различные типы отклонений от независимости и идентичного распределения, что может служить общим критерием для классификации исследуемых процессов, в том числе и информационного трафика в ТКС.

Целью статьи является разработка методов идентификации трафика и динамического управления очередями в многопротокольных узлах связи на основе BDS-тестирования, оценка эффективности предлагаемых методов с помощью математического и имитационного моделирования фрагмента ТКС.

1. Методы идентификации трафика и динамического управления очередями

Предлагаемый метод идентификации трафика в телекоммуникационной сети включает в себя процедуры моделирования информационного трафика, оценки его статистических зависимостей и процедуры идентификации на основе p -мерного шкалирования [4].

Оценка статистических зависимостей информационного трафика в предлагаемом методе иден-

тификации основана на BDS-тестировании, т.е. на оценивании статистической величины $w(\vec{\xi})$:

$$w_{m,N}(\varepsilon) = \sqrt{N-m+1} \frac{C_{m,N}(\varepsilon) - C_{1,N-m}(\varepsilon)^m}{\sigma_{m,N}(\varepsilon)},$$

где $C_{m,N}(\varepsilon) - C_{1,N-m}(\varepsilon)^m$ – (числитель BDS-статистики) определяется корреляционными интегралами $C_{m,N}(\varepsilon)$, $C_{1,N}(\varepsilon)$ для размерности m ; ε – радиус гиперсферы; $\sigma_{m,N}(\varepsilon)$ – среднее квадратическое отклонение разницы $C_{m,N}(\varepsilon) - C_{1,N-m}(\varepsilon)^m$; N – число элементов временного ряда.

Поведенные исследования показали, что при $N \rightarrow \infty$ величина $\left(C_{m,N}(\varepsilon) - C_{1,N}(\varepsilon)^m \right) \times \sqrt{N-m+1}$ является случайной асимптотически нормально распределенной величиной с нулевым средним и среднее квадратическим отклонением $\sigma_{m,N}(\varepsilon)$, которое определяется как:

$$\sigma_{m,N}(\varepsilon) = 2 \sqrt{k^m + 2 \sum_{j=1}^{m-1} k^{m-j} \cdot (C_{1,N}(\varepsilon))^{2j} + (m-1)^2 \cdot (C_{1,N}(\varepsilon))^{2m} - m^2 k (C_{1,N}(\varepsilon))^{2m-2}},$$

$$k = \frac{1}{(N-1)(N-2)N} \times$$

$$\text{где } \times \sum_{t=1}^N \left[\sum_{s=1}^N I_{\varepsilon}(\xi_t, \xi_s) \right]^2 - 3 \sum_{s=1}^N \sum_{t=s+1}^N I_{\varepsilon}(\xi_t, \xi_s) + 2N.$$

Таким образом, BDS-статистика $w(\vec{\xi})$ является нормально распределенной случайной величиной при условии, что оценка $\hat{\sigma}_{m,N}(\varepsilon)$ близка к ее теоретическому значению $\sigma_{m,N}(\varepsilon)$.

В табл. 1 приведены значения $|w_{m,N}|$ статистики, полученные с помощью BDS-теста для различного информационного трафика в зависимости от числа элементов временного ряда N и радиуса гиперсферы ε . Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о большой зависимости значений $w_{m,N}$ статистики от числа элементов временного ряда N и радиуса гиперсферы ε .

Таблица 1
Результаты BDS-тестирования при $N=1000$

Потоковое видео				
ε	0,434	0,869	1,303	1,737
$ w_{m,N}(\varepsilon) $	27,371	18,993	14,742	11,152
IP-телефония				
ε	0,084	0,169	0,253	0,338
$ w_{m,N}(\varepsilon) $	16,471	16,349	16,154	15,918
Видеоконференцсвязь				
ε	0,079	0,159	0,238	0,317
$ w_{m,N}(\varepsilon) $	1315	472,719	202,942	120,184
FTP(HTTP)-трафик				
ε	0,25	0,45	0,676	0,901
$ w_{m,N}(\varepsilon) $	202,558	171,526	142,669	98,853
Мультисервисный трафик				
ε	0,45	0,9	1,349	1,99
$ w_{m,N}(\varepsilon) $	88,479	54,065	33,914	21,225

Таким образом, проведенные исследования показали, что BDS-тестирование позволяет обнаружить различные типы отклонений от независимости и идентичного распределения, и может служить общим образцовым тестом классификации процессов (временных рядов) $\bar{\xi}$, особенно в присутствии нелинейной динамики.

Предлагаемый метод управления очередями в многопротокольных узлах связи ТКС отличается от известных учетом статистических зависимостей информационного трафика на основе BDS-тестирования и динамическим распределением сетевых ресурсов, что позволяет повысить оперативность передачи данных в условиях высокой сетевой нагрузки. Входной информацией для динамического управления очередями в многопротокольных узлах связи являются данные о виде поступающего трафика и его интенсивности λ .

В случае поступления на вход мультисервисного трафика осуществляется разделение трафика по категориям и направление различных сетевых приложений на соответствующие порты входного устройства. Далее производится оценка установленных по умолчанию коэффициентов распределения пропускной способности каналов связи и сравнение текущей загрузки ресурсов мультимедийного трафика с требуемыми параметрами.

В случае если коэффициент загрузки $K_{M_g}^{(1)}$ мультимедийного трафика больше требуемого значения $K_{M_g}^{(1) \text{ \u043e\u0434\u0430}}$ осуществляется расчет необходимого приращения полосы пропускания:

$$\Delta\mu = \lambda_i \delta / \left(K_{M_g}^{(1)} - K_{M_g}^{(1) \text{ \u043e\u0434\u0430}} \right).$$

Далее производится оценка и сравнение необходимой для обеспечения требуемой оперативности полосы пропускания мультимедийного трафика с физическими возможностями существующей телекоммуникационной сети (имеющейся пропускной способностью). Если такие ресурсы имеются, то к уже рассчитанной, с помощью алгоритма установки первоначальных параметров обслуживания информационных потоков, полосе пропускания мультимедийного трафика добавляется дополнительная полоса пропускания $\Delta\mu$. Далее осуществляется обслуживание всей поступающей в узел связи информации.

В случае невозможности приращения ресурсов пропускной способности под мультимедийный трафик для повышения оперативности и обеспечения требуемого качества обслуживания необходимо использовать дополнительные механизмы динамического управления сетевыми ресурсами (адаптивная маршрутизация, оптимизация топологической структуры телекоммуникационной сети, использование других алгоритмов).

В случае если коэффициент загрузки $K_{M_g}^{(1)}$ мультимедийного трафика меньше требуемого значения $K_{M_g}^{(1) \text{ \u043e\u0434\u0430}}$, производится определение резервных возможностей каналов связи в полосе пропускания мультимедийного трафика. Такие резервы могут оказаться в случае незанятости отдельных процессоров обработки информации либо отдельных ячеек буфера памяти. Если такие резервные возможности имеются, то производится вычисление возможного приращения полосы пропускания под трафик более низкого приоритета:

$$\Delta\mu = \frac{\lambda_i \delta}{K_{M_g}^{(1) \text{ \u043e\u0434\u0430}} - K_{M_g}^{(1)}}$$

и выделение имеющихся свободных ресурсов мультимедийного трафика для обслуживания других сетевых приложений. После этого производится обработка всей поступающей в узел связи информации.

В случае, если на узел связи поступает трафик, связанный лишь с одним отдельным сетевым приложением (FTP, HTTP, SMTP, потоковое видео, телефония и др.), производится анализ и идентификация поступившего трафика, после чего распределение его по портам обслуживания.

Если устройство идентификации показало, что на вход поступил трафик первой категории приори-

тности (мультимедийный трафик), то после выявления достаточности ресурсов осуществляется обслуживание этого трафика. Если таких ресурсов недостаточно, в алгоритме предусмотрено наращивание полосы пропускания для обслуживания мультимедийного трафика.

В случае поступления на вход информационного трафика более низкой приоритетности в соответствии выполняется оптимизация вычислительных ресурсов для повышения оперативности обслуживания поступившего информационного трафика.

Таким образом, разработанный метод динамического управления очередями многопротокольного узла связи позволяет оценить текущее состояние загруженности полосы пропускания различных сетевых служб и в зависимости от соответствия коэффициента загрузки требуемым параметрам осуществлять адаптивное распределение сетевых ресурсов различным телекоммуникационным приложениям.

Проведем оценку эффективности рассмотренных методов идентификации трафика и динамического управления очередями в многопротокольных узлах связи телекоммуникационной сети.

2. Разработка имитационной модели систем идентификации трафика и управления очередями

Для оценки эффективности рассмотренных методов идентификации трафика и динамического управления очередями, обоснования достоверности полученных результатов проведем имитационное моделирование соответствующих систем. В качестве основного инструментария имитационного моделирования используем среду символьной математики MathCAD-14. В качестве объекта моделирования выберем фрагмент ТКС, имеющий многосвязную топологическую структуру, представленную на рис. 1.

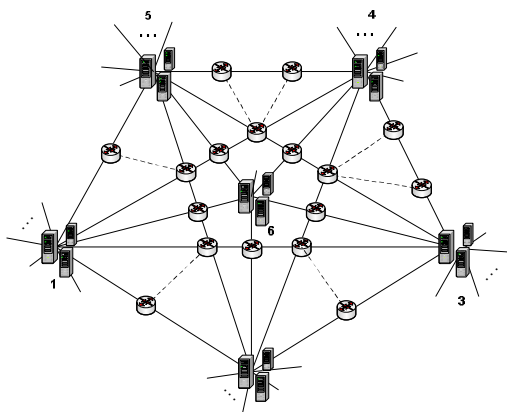


Рис. 1. Фрагмент ТКС, имеющий многосвязную топологическую структуру

Имитационную модель системы идентификации трафика и управления очередями построим следующим образом. Исходные данные для статистической оценки входного информационного потока для разделения по группам и категориям и иденти-

фикации трафика сформируем стандартным программным анализатором трафика (например «Wireshark»). Реализацию подсистем структурной и параметрической идентификации информационного трафика выполним в среде символьной математики MathCAD-14. Для этого получим портреты информационного потока во временной и фазовой областях, а с помощью BDS-теста осуществим структурную идентификацию информационного трафика. В предлагаемой имитационной модели подсистемы параметрической идентификации трафика реализуем также процедуру n -мерного шкалирования, на основе которой будем принимать решение о разбиении информационного потока по категориям и направлении его на различные сетевые устройства (порты) многопротокольного узла связи.

Основной частью имитируемой системы управления очередями в многопротокольном узле связи являются подсистемы установки первоначальных параметров и динамического распределения ресурсов. Входными данными для указанных подсистем являются, в первую очередь, вероятностно-временные характеристики, такие, например, как интенсивность информационного потока, время ожидания информационных пакетов в очереди, джиттер задержки, а также статистические данные о поведении информационного потока различных служб прикладного уровня.

Таким образом, разработанная имитационная модель позволяет осуществлять сбор и статистическую оценку входного информационного потока, идентифицировать различные интерактивные и другие сетевые службы прикладного уровня, производить динамическое перераспределение ресурсов в устройствах обслуживания многопротокольного узла связи, имитировать функционирование подсистем идентификации трафика, имитировать функции сбора статистических данных, управления и обслуживания компонентов телекоммуникационной сети. Результаты имитационного моделирования позволяют оценить эффективность идентификации трафика и динамического управления очередями, обосновать достоверность полученных результатов.

3. Оценка эффективности идентификации трафика и динамического управления очередями

Используя методы и приемы математического и имитационного моделирования, оценим эффективность разработанных методов идентификации трафика и динамического управления очередями для повышения оперативности передачи данных в телекоммуникационной сети, проведем сравнительные исследования с известными методами (построенными на принципах статического управления очередями и «справедливого» распределения ресурсов в многопротокольных узлах связи).

Для этого найдем отношение J_{c0} / J вариаций времени доставки информационного пакета (джит-

тер задержки) в ТКС при использовании метода статического управления и разработанного метода. Зависимость отношения $J_{c\delta} / J$ вариаций времени доставки информационного пакета в ТКС от суммарной интенсивности мультисервисного информационного потока $\lambda^{(i \text{ óëüò})}(t)$ при фиксированных значениях количества процессоров $n=5$, количества ячеек буфера памяти $m=30$, параметра обслуживания пакетов $\mu=700$ Кбит/с. представлена на рис. 2.

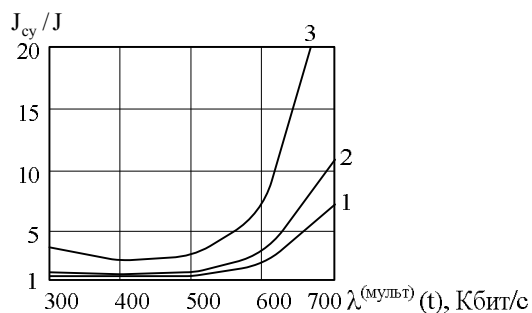


Рис. 2. Зависимость $J_{c\delta} / J$ от $\lambda^{(i \text{ óëüò})}(t)$

Параметром семейства кривых на рис. 2 является время передачи $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i}$ i -го информационного пакета, («1» – $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i} = 0,06$ с, «2» – $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i} = 0,04$ с, «3» – $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i} = 0,02$ с).

На рис. 2 наглядно проиллюстрированы преимущества разработанного метода по сравнению с методом, основанным на принципах статического управления (алгоритмах обслуживания очередей без приоритетов) на всем промежутке исследуемых параметров. Особенно это заметно при высокой загрузке многопротокольного узла связи (в основном за счет увеличения интенсивности мультимедийного трафика). Так при $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i} = 0,02$ с, в приведенных условиях использование разработанного метода позволит снизить вариацию времени задержки в среднем до 10 раз, при $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i} = 0,04$ с до 5 раз, при $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i} = 0,06$ с до 3,5 раз.

Оценим эффективность предложенного метода в сравнении с методом управления, построенным на принципах «справедливого» распределения ресурсов в многопротокольных узлах связи (WFQ). Для этого найдем отношение $J_{c\delta} / J$ вариаций времени доставки информационного пакета (джиттер задержки) в ТКС при использовании метода «справедливого» распределения ресурсов (WFQ) и разработанного метода. Зависимость отношения $J_{c\delta} / J$ вариаций времени доставки информационного пакета в ТКС от суммарной интенсивности мультисервисного информационного потока $\lambda^{(i \text{ óëüò})}(t)$ в условиях аналогичных предыдущему примеру (рис. 2) представлена на рис. 3.

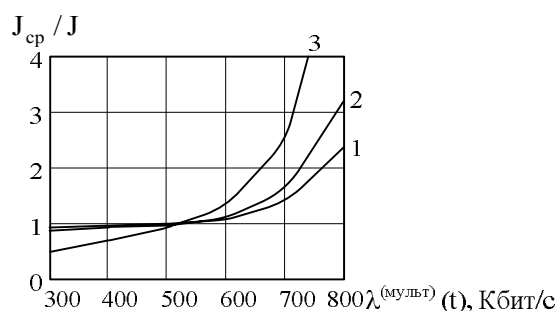


Рис. 3. Зависимость $J_{c\delta} / J$ от $\lambda^{(i \text{ óëüò})}(t)$

На рис. 3 видны преимущества разработанного метода по сравнению с методом, основанным на принципах «справедливого» распределения ресурсов (WFQ) в условиях высокой загрузки многопротокольных узлов связи. Так при $\lambda^{(i \text{ óëüò})}(t) > 550$ ЕАёò/с и $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i} = 0,02$ с использование разработанного метода позволит снизить вариацию времени задержки до 4 раз, при $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i} = 0,04$ с – до 3 раз, при $\tau_i \delta_{\ddot{a}_i} = 0,06$ с – до 2,5 раз. Следует заметить, что при низкой загрузке многопротокольных узлов связи $\lambda^{(i \text{ óëüò})}(t) < 400$ ЕАёò/с (что соответствует практически отсутствию входного мультимедийного трафика) отношение $J_{c\delta} / J$ меньше 1, что подтверждает тезис о целесообразности использования в данном случае алгоритмов «справедливого» распределения ресурсов многопротокольных узлов связи.

Таким образом, исследования показали целесообразность использования метода идентификации трафика и динамического управления очередями для повышения оперативности передачи данных в телекоммуникационной сети, особенно в условиях повышенной загрузки многопротокольных узлов связи мультимедийным трафиком.

4. Обоснование достоверности результатов математического и имитационного моделирования

Для обоснования достоверности полученных результатов в среде символьной математики MathCAD-14 для многопротокольного узла связи проведено имитационное моделирование процесса идентификации телекоммуникационного трафика (структурной и параметрической идентификации) и управления очередями в многопротокольных узлах связи ТКС, в соответствии с условиями:

- число отсчетов N рассматриваемой выборки входных значений интенсивности информационного потока выбиралось в пределах от 500 до 30000;
- радиус гиперсферы ε задан в диапазоне $\varepsilon = 0.5\sigma \div 2\sigma$, где σ – среднеквадратическое отклонение процесса передачи данных;
- размерность вложения $m=6$;

- все процессоры в подсистемы управления и обслуживания в узле связи однотипны и осуществляют обслуживание независимо друг от друга;
- один процессор может обслуживать в единицу времени такое количество пакетов, которое соответствует количеству пакетов, хранящихся в одной ячейке памяти буфера;
- поступление пакетов на обслуживание из очереди в блок процессоров осуществляется в порядке очередности (FIFO);
- длина информ. пакета $\ell_p = 1024$ бита;
- число экспериментов $N^* = 100$.

По результатам имитационного моделирования для различного рода информации получены гистограммы радиуса гиперсферы ε и статистической величины $w(\bar{\xi})$ (BDS-статистика).

На рис. 4 представлены гистограммы радиуса гиперсферы ε и статистической величины $w(\bar{\xi})$ при структурной идентификации входного потока видеoinформации (рис. 4, а), FTP(HTTP)-трафика (рис. 4, б), IP-телефонии (рис. 4, в), и мультисервисного трафика (рис. 4, г) в условиях: $m=6$, $\varepsilon = 0.5\sigma$, $N=1000$. Выдвинутая гипотеза о нормальном распределении этой случайной величины была проверена по критерию согласия χ^2 Пирсона

$$\chi^2 = N^* \sum_{i=1}^k (P_i^* - P_i)^2 / P_i,$$

где k – число разрядов (интервалов) статистического ряда; P_i^* и P_i – «статистическая» и теоретическая вероятности «попадания» $w(\bar{\xi})$ в i -й разряд.

Проведенная проверка доказала правдоподобность гипотезы о том, что величина $w(\bar{\xi})$ распределена по нормальному закону. Получены оценки $w(\bar{\xi})^{(i)}$ – математического ожидания, $\hat{D}_{w(\bar{\xi})^{(i)}}$ – дисперсии и $\hat{\sigma}_{w(\bar{\xi})^{(i)}}$ – СКО СВ $w(\bar{\xi})^{(i)}$:

$$\begin{aligned} \hat{w}(\bar{\xi})^{(i)} &= \sum_{i=1}^k \hat{w}(\bar{\xi})^{(i)} / N^*; \\ \hat{D}_{w(\bar{\xi})^{(i)}} &= \sum_{i=1}^k (w(\bar{\xi})^{(i)} - \hat{w}(\bar{\xi})^{(i)})^2 / (N^* - 1); \\ \hat{\sigma}_{w(\bar{\xi})^{(i)}} &= \sqrt{\hat{D}_{w(\bar{\xi})^{(i)}}}. \end{aligned}$$

Воспользовавшись известным выражением для расчета доверительной вероятности отклонения относительной частоты от постоянной вероятности в независимых испытаниях, определим доверительную вероятность того, что полученное в результате эксперимента значение прогнозируемого уровня квантования «не отклонится» от математического ожидания $\hat{w}(\bar{\xi})^{(i)}$ более чем на 1:

$$P\left(\left|\hat{w}(\bar{\xi})^{(i)} - w(\bar{\xi})^{(i)}\right| < 1\right) = 2\hat{O}\left(1/\hat{w}(\bar{\xi})^{(i)}\right),$$

где Φ – функция Лапласа вида

$$\hat{O}(\delta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^\delta e^{-t^2/2} dt.$$

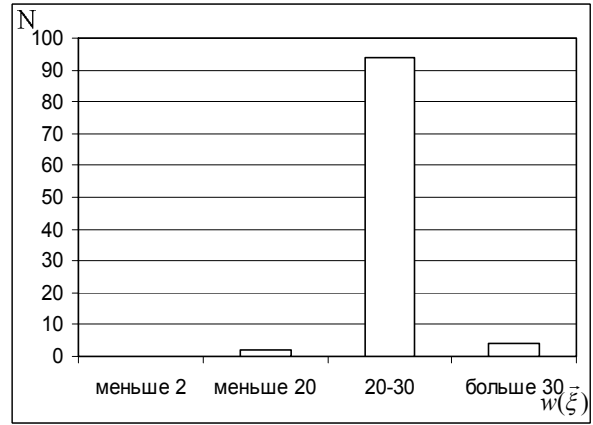
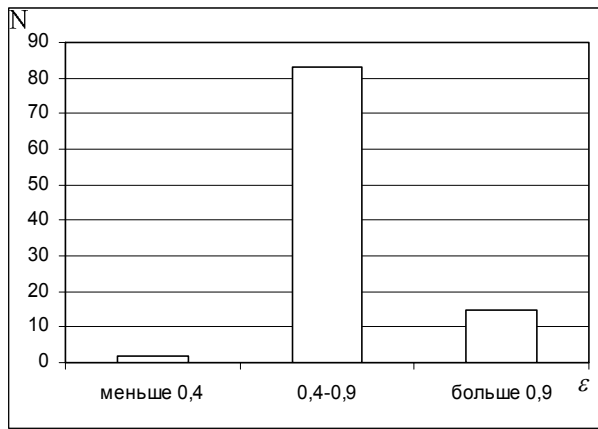
Проведенное имитационное моделирование показало, что для всех исследуемых видов данных доверительная вероятность того, что значение статистической величины $w(\bar{\xi})$ (BDS-статистики) «не отклонится» от математического ожидания $w(\bar{\xi})$ более чем на 1 равно $\hat{D} \approx 0,98$. По результатам моделирования для различных значений пропускной способности подсистемы управления и обслуживания многопротокольного узла связи получены результаты в виде кривых зависимости вариации времени доставки информационного пакета в телекоммуникационной сети от суммарной интенсивности мультисервисного информационного потока $\lambda^{(i \text{ óëüò})}(t)$. Они наглядно иллюстрируют рост вариации J времени доставки информационного пакета в телекоммуникационной сети с увеличением интенсивности $\lambda^{(i \text{ óëüò})}(t)$ суммарного потока информации и уменьшением пропускной способности подсистемы управления и обслуживания многопротокольного узла связи (параметра семейства μ).

На рис. 5 для различных вариантов значений параметра μ ($\mu = 200$ Кбит/с (рис. 5, а), $\mu = 300$ Кбит/с (рис. 5, б), $\mu = 700$ Кбит/с (рис. 5, в)) приведены графики зависимости оценок \hat{J} математического ожидания величины J вариации времени доставки информационного пакета в телекоммуникационной сети от суммарной интенсивности мультисервисного информационного потока $\lambda^{(i \text{ óëüò})}(t)$ (результаты эксперимента помечены «треугольниками») и соответствующие им границы доверительного интервала I_β :

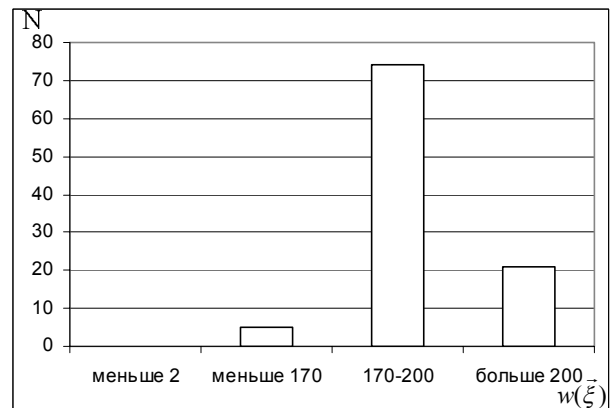
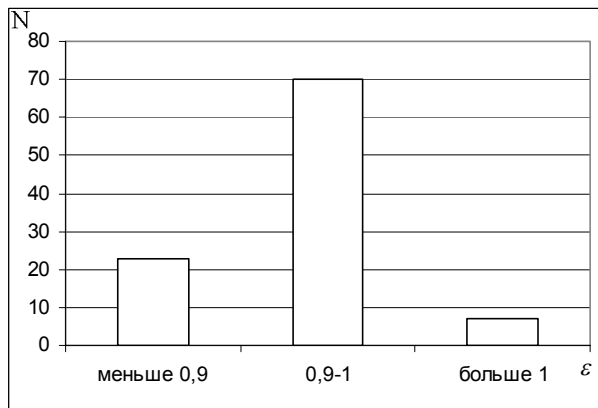
$$I_\beta = \left[\hat{J} - \varepsilon_\beta, \hat{J} + \varepsilon_\beta \right],$$

в которой истинное значение \bar{J} попадает с доверительной вероятностью $\beta = 0,95$.

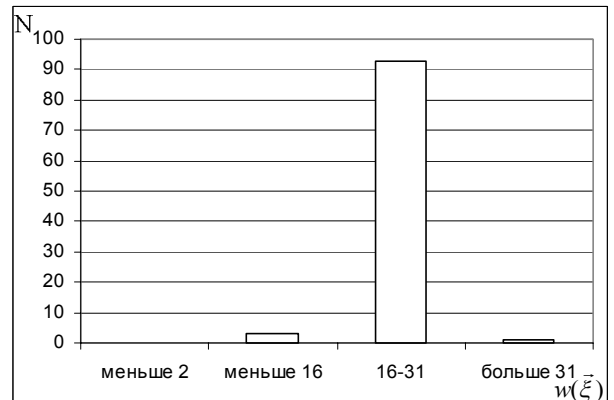
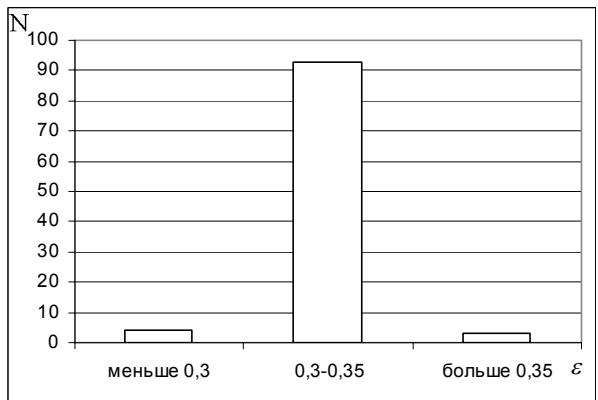
Из графиков видно, что в большинстве предложенных тестовых ситуаций «расчетные» кривые J (сплошные кривые) в большинстве практических случаев попадают в «усредненный» доверительный интервал (заштрихованная область). Высокая степень совпадения результатов имитационного и математического моделирования подтверждают достоверность математической модели подсистемы управления и обслуживания в многопротокольном узле связи и полученных аналитических выражений для расчета вариации времени доставки информационного пакета (джиттер задержки) в телекоммуникационной сети.



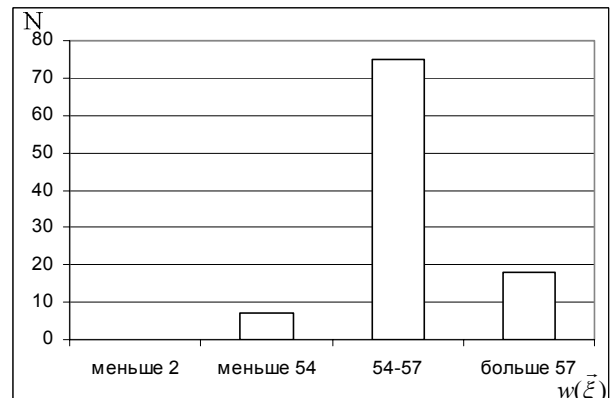
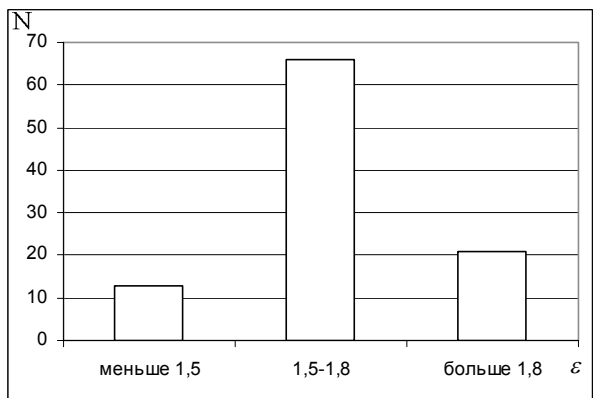
а



б

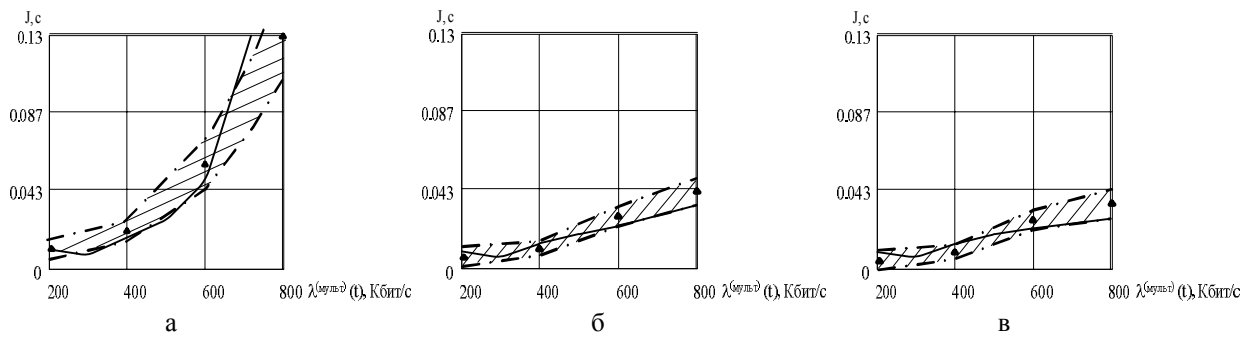


в



г

Рис. 4. Гистограммы радиуса гиперсферы ε и статистической величины $w(\bar{\xi})$ при структурной идентификации входной информации

Рис. 5. График зависимости оценок \hat{J} от $\lambda^{(i)}(t)$

Выводы

В результате проведенных исследований показано, что использование разработанных методов идентификации трафика и динамического управления очередями в многопротокольных узлах связи при высокой нагрузке ТКС позволяет до 10 раз уменьшить вариацию времени доставки информационных пакетов по сравнению с системами статического (централизованного) управления и до 4 по сравнению с системами «справедливого» распределения ресурсов.

Проведенное имитационное моделирование подтвердило достоверность использованной модели подсистемы управления и обслуживания в многопротокольном узле связи. Это подтверждается в частности тем, что «расчетная» кривая зависимости вариации среднего времени доставки информационных пакетов от интенсивности потока информации уверенно попадает в «усредненный» доверительный интервал, соответствующий доверительной вероятности $\beta = 0,95$, аналогичной экспериментальной зависимости. Достоверность результатов идентификации трафика в телекоммуникационной сети подтверждается тем, что для всех видов данных доверительная вероятность того, что значение статистической величины $w(\bar{\xi})$ (BDS-статистики) «не отклонится» от математического ожидания $w(\bar{\xi})$ более чем на 1, равно $\beta \approx 0,98$.

Список литературы

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для ВУЗов; 2-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2005. – 864 с.
2. Кучерявый Э.А. Управление трафиком и качеством обслуживания в сети Интернет / Э.А. Кучерявый. – СПб.: Наука и техника, 2004. – 336 с.
3. Назаров А.Н. Модели и методы расчета структурно-сетевых параметров ATM сетей А.Н. Назаров. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 256 с.
4. Кузнецов А.А. Метод структурной идентификации информационных потоков в телекоммуникационных сетях на основе BDS-тестирования / А.А. Кузнецов, С.Г. Семенов, С.Н. Симоненко, Е.В. Мелешко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України». – Х.: ХУПС, 2010. – №2(4). – С. 131-136.
5. Brock W. A test for independence based on the correlation dimension / W. Brock, W. Dechert, J. Scheinkman. – Working Paper, University of Wisconsin, 1987.
6. Brock W. Non-linear Dynamics, Chaos, and Instability / W. Brock, D. Hsieh, B. LeBaron. – Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, USA, 1991.
7. Brock W. A test for independence based on correlation dimension / W. Brock, W. Dechert, J. Scheinkman, B. LeBaron // Econometric Reviews 15: 197-235, 1996.

Поступила в редколлегию 8.10.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.А. Кузнецов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТРАФІКУ І ДИНАМІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЧЕРГАМИ В БАГАТОПРОТОКОЛЬНИХ ВУЗЛАХ ЗВ'ЯЗКУ І ОЦІНКА ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

Є.В. Мелешко

Розглядаються методи ідентифікації трафіку і динамічного управління чергами в багатопрокольних вузлах зв'язку на основі BDS-тестування для підвищення оперативності передачі даних в телекомунікаційній мережі (ТКМ). Розробляється імітаційна модель систем ідентифікації трафіку і управління чергами в багатопрокольних вузлах зв'язку. На основі математичного і імітаційного моделювання фрагмента ТКМ, що має багатозв'язкову топологічну структуру, оцінюється ефективність запропонованих методів ідентифікації трафіку і динамічного управління чергами, обґрунтовується достовірність отриманих результатів.

Ключові слова: телекомунікаційні мережі, ідентифікація трафіку, багатопрокольний вузол зв'язку.

METHODS OF AUTHENTICATION OF TRAFFIC AND DYNAMIC MANAGEMENT TURNS IN MULTIPROTOCOL COMCENTERS AND ESTIMATION OF THEIR EFFICIENCY

E.V. Meleshko

The methods of authentication of traffic and dynamic management turns are examined in multiprotocol comcenters on the basis of BDS-testing for the increase of operationability of communication of data in a telecommunication network (TCM). The simulation model of the systems of authentication of traffic and management turns is developed in multiprotocol comcenters. On the basis of mathematical and imitation design of fragment of TCM, having a multilinked topology structure, efficiency of the offered methods of authentication of traffic and dynamic management turns is estimated, authenticity of the got results is grounded.

Keywords: telecommunication networks, authentication of traffic, multiprotocol knot of connection.