

УДК 621.391

Г.С. Гайворонская, М.Ю. Соломицкий

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. В.С. Мартыновского ОНАПТ,
ул. Дворянская, 1/3, 65082, г. Одесса

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОТОКОВ СООБЩЕНИЙ ПРИ КОНВЕРГЕНЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

При формализации потоков сообщений конвергентной телекоммуникационной сети исследуются функции распределения: количества сообщений, объема информации в потоке сообщений, времени доставки последовательности сообщений, формирующих исследуемый поток, а также функция ценности информации. Поступающие и циркулирующие в конвергентной телекоммуникационной сети потоки представляют собой разнородный агрегированный трафик интегральной информации, отражающей процессы взаимопроникновения и слияния инфокоммуникационных технологий.

Ключевые слова: Конвергентная телекоммуникационная сеть – Поток сообщений – Формализация – Модель – Функция.

Г.С. Гайворонська, М.Ю. Соломицький

Інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНАХТ,
вул. Дворянська, 1/3, 65082, м. Одеса

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПОТОКІВ ПОВІДОМЛЕНЬ ПРИ КОНВЕРГЕНЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ

При формалізації потоків повідомлень конвергентної телекомунікаційної мережі досліджуються функції розподілу: кількості повідомлень, обсягу інформації в потоці повідомлень, часу доставки послідовності повідомлень, які формують потіок, що досліджується, а також функція цінності інформації. Потоки, які надходять та циркулюють в конвергентній телекомунікаційній мережі, являють собою різномірний агрегований трафік інтегральної інформації, що відображає процеси взаємопроникнення та злиття інфокомунікаційних технологій.

Ключові слова: Конвергентна телекомунікаційна мережа – Поток повідомлень – Формалізація – Модель – Функція.

I. ВВЕДЕНИЕ

Определение исследуемой конвергентной телекоммуникационной сети (КТС) и анализ особенностей потоков сообщений в КТС приведены в [1]. Сетеобразующим процессом, представляющим суть функционирования КТС, является процесс преобразования информации, реализуемый совокупностью информационных технологий. Количественная сторона сетевых процессов преобразования информации является предметом исследования фундаментальной теории – теории телетрафика. Одним из основных элементов этой теории является понятие потока вызовов, в общем случае это входящий поток требований на обслуживание. Однако недостаточно говорить лишь о потребности в доставке информации: необходимо знать, что это за информация, как с количественных, так и с качественных позиций, какой объем информации подлежит передаче и каким образом будет осуществлена ее транспортировка в пределах сети. Таким образом, ввиду того, что вызов – это лишь требование на обслуживание сетью для передачи сообщения, а сообщение – именно та, преобразованная в электромагнитные сигналы, информация,

которая подлежит транспортировке, представляется целесообразным исследование именно понятия потока сообщений (ПС).

В настоящее время нет общей теории распределения и расчета качественных и количественных показателей для потоков сообщений в КТС [2]. Необходимость исследования потоков сообщений в КТС обоснована в [3].

II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Предлагаемая математическая модель ПС представляет собой совокупность функций распределения:

- количества сообщений.
- объема информации в потоке сообщений.
- времени доставки последовательности сообщений, формирующих исследуемый поток.
- ценности информации.

Помимо этого на характеристики ПС влияют внешние и внутрисетевые факторы, возникающие в процессе передачи ПС по сети в виде ошибок и отказов оборудования и также имеющие стохастический характер.

В общем случае вид предлагаемой модели ПС, а, соответственно, и отдельных функций, ее составляющих, определяется местом в сети и моментом времени, в рамках которых исследуется поток.

Точка в пространстве КТС может находиться на канале передачи информации (КПИ), сетевом узле или на входе/выходе узла коммутации (УК). Принимая точку пространства (ТП) КТС как абстрактную радиальную сущность, мы не ограничиваем диаметр точки количественно, однако накладываем качественные ограничения на ее размеры, при этом возможны следующие сценарии определения точки, поясняющие это соображение.

1. Если ТП находится на одном КПИ, входящем в общий пучок каналов между конкретной парой УК, то при необходимости, она может быть увеличена таким образом чтобы захватывать все каналы пучка, но не может быть увеличена так чтобы захватывать КПИ между другими УК, отличными от определенной пары. При этом не ограничивается направление передачи – транспортировка информации в каналах может быть как одно- так и двусторонней.

2. Если ТП находится на входе УК, она может быть увеличена так чтобы захватывать все входы этого узла, на которые поступают потоки сообщений от одного УК-отправителя, но не может быть увеличена так чтобы захватывать входы, на которые поступают потоки сообщений от нескольких других УК-отправителей. При этом под отправителем понимается устройство КТС, от которого поступает поток сообщений, исследуемый в конкретной ТП. Поток сообщений, циркулирующий в КТС, может проходить через большое число УК, агрегирующих различные потоки, характеризующиеся значительной неоднородностью. При этом при агрегировании потоков от нескольких источников необходимо учитывать, что если хотя бы один из них обладает свойствами самоподобия, этими же свойствами будет обладать и результирующий суммарный поток [4].

3. Если исследуемая ТП находится на выходе УК, она может быть увеличена так чтобы захватывать все выходы этого узла, от которых ПС поступают на один и тот же УК, но не может захватывать выходы, от которых ПС поступают на несколько других УК.

Точка в пространстве КТС идентифицируется вектором, определяющим пару отправитель-получатель, между которыми циркулирует исследуемый поток, и КПИ. При этом под получателем, понимается устройство КТС, на которое непосредственно поступает ПС, исследуемый в конкретной ТП. То есть и получателем и отправителем может быть оборудование пользователя КТС или УК. Пара отправитель-получатель принадлежит конечно-му множеству N узлов КТС. Также сформировано конечное множество точек в пространстве сети, размерность которого ограничена размерами КТС.

Под КПИ понимается абстрактное техническое средство (как физическое, так и логическое), обеспечивающее процесс транспортировки ПС, удовлетворяющий заданному интегральному параметру качества обслуживания. При этом мы абстрагируемся от рассмотрения конструктивных и функциональных особенностей КПИ. Таким образом, можно сформировать конечное множество типовых КПИ V , каждый элемент которого охарактеризован посредством двух параметров: пропускной способностью и интегральным параметром качества. При идентификации текущей точки в сети значения параметров выбираются посредством отождествления конкретного места в КТС с элементом множества V .

$x_i(v_j, a_k, a_l)$ – вектор, определяющий ТП в КТС, в которой исследуется поток в конкретный момент времени,

i – текущая координата точки в сети,

v_j – канал передачи информации,

a_k, a_l – пара узлов КТС, между которыми циркулирует исследуемый ПС.

Количество сообщений в исследуемом потоке сообщений (КСПС), помимо времени, зависит от количества источников информации, пропускной способности КПИ и структуры получателя информации, задаваемой согласно классификации Кендалла [5] количеством входов и выходов, структурой обслуживающей системы и дисциплиной обслуживания.

Вид функции распределения КСПС определяется точкой в пространстве КТС.

$\Lambda_{m(i)}^t(n_i, v_{v_j}, \Xi_{a_l})$ – функция распределения

КСПС, индекс $m = m(i)$ определяет вид функции, зависящий от ТП, в которой она анализируется, и определяется вектором x_i , однако место в сети прямо не определяет значения функции и не является ее параметром, а влияет на КСПС косвенно – через вид функции распределения,

t – момент времени,

n_i – количество источников информации, обслуживаемых сетью в точке i в конкретный момент времени,

v_{v_j} – пропускная способность конкретного

КПИ в исследуемой точке,

Ξ_{a_l} – структура системы узла-получателя.

Объем информации в потоке сообщений (ОИПС), помимо времени, зависит от количества сообщений и количества информации в каждом сообщении ПС. Количество информации в одном сообщении определяется типом и видом информации в нем и не может быть нулевым или бесконечным. Для сети определены три типа информации: служебная, пользовательская и управляющая ($\zeta \in \{C, P, Y\}$). Вид информации ϑ зависит от ее типа:

$\vartheta_C \in \{\text{синхронизация, флаги, проч.}\},$

$\vartheta_Y \in \{\text{адрес, идентификатор разрешения сброса, проч.}\},$

$\vartheta_{II} \in \{\text{видео, аудио, изображение, данные, мультимедиа}\}.$

$\Delta^t(c, \Theta)$ – функция распределения ОИПС, зависящая от количества сообщений (определяется функцией Λ) и количества информации в одном сообщении,

c – количество сообщений,

$\Theta(\zeta, \vartheta)$ – количество информации в одном сообщении, где ζ – тип информации, ϑ – вид информации.

Функция распределения времени доставки потока сообщений (ВДПС) зависит от количества сообщений, интегрального параметра качества, отождествляемого с конкретным каналом, и приоритета. Приоритет устанавливается в соответствии с технологией функционирования сети.

$T_D(c, \Theta, r_{u(i)}, q_{v_j})$ – функция распределения

ВДПС, определяемого в конкретной точке сети в конкретный момент времени,

q_{v_j} – интегральный параметр качества пере-

дачи информации, определяет задержку передачи сигнала и количество ошибок в КПИ, а также количество отказов оборудования сетевых узлов,

$r_{u(i)}$ – приоритет.

Ценность информации определяет субъективную важность информации для конечных пользователей. В конкретный момент времени индексируется корреспондирующая пара, состоящая из двух пользователей: иницирующей передачу сообщения пользователь A и адресат этого сообщения – пользователь B . Оба эти пользователя принадлежат множеству N . Своевременность доставки информации, в общем случае, бинарный параметр. $\varepsilon = 0$, если информация была доставлена несвоевременно, в противном случае $\varepsilon = 1$. При этом значению 0 или 1 соответствует определенный диапазон значений времени доставки. $\varepsilon = \{0, 1 - \gamma\}$, где γ – уступка, $\gamma \in [0; 1]$. Сохранение эмоциональной и интонационной окраски информации также принимается за 1, если эмоции и интонации переданы абсолютно верно, и 0 в противном случае ($\chi \in [0; 1], \psi \in [0; 1]$). Возможность достижения максимальных значений этих параметров определяется типом и соответственно видом информации, а также зависит от интегрального параметра качества. Полное сохранение эмоциональной окраски возможно лишь при видеоконференции, для интонационного окраса достаточно передачи звука с надлежащим качеством.

$Q(A_z, B_z, W_{A_z}, W_{B_z}, \varepsilon, \chi, \psi)$ – функция ценности информации,

A_z, B_z – корреспондирующая пара,

W_{A_z} – важность информации для A_z ,

W_{B_z} – важность информации для B_z ,

ε – своевременность доставки,

χ – сохранение эмоциональной окраски,

ψ – сохранение интонационной окраски.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вид ПС определяется количеством сообщений и объемом информации в потоке, временем доставки ПС и ценностью информации в нем.

Модель потоков сообщений MS определяется в конкретный момент времени в конкретной точке пространства КТС.

$$MS = \left\{ x_i(v_j, a_k, a_l), \Lambda_{m(i)}(n_i, v_{v_j}, \Xi_{a_l}), \Delta^t(c, \Theta), T_D(c, \Theta, r_{u(i)}, q_{v_j}), E_{s(i)}^t, Q(A_z, B_z, W_{A_z}, W_{B_z}, \varepsilon, \chi, \psi) \right\},$$

$$i = \overline{1, m}, v_j \in V, V = \{v_1, \dots, v_b\}, j = \overline{1, b}, a_k, a_l \in N,$$

$$k = \overline{1, c}, l = \overline{1, c}, r_{u(i)} \in R, R = \{r_{u(1)}, \dots, r_{u(m)}\},$$

$$r_{u(i)} \neq 0, r_{u(i)} \neq \infty, A_z, B_z \in N, z = \overline{1, c}.$$

Проделанная математическая формализация позволяет сформулировать математические модели, построенные на поиске минимаксных решений при определенных ограничениях на исследуемые параметры.

На основе выполненной формализации можно перейти к задаче линейного программирования. Меняя параметры можно получать результирующие характеристики, на которые можно ориентироваться как на определенные качественные результаты. Это важно т.к. традиционно используемая вероятностная модель не дает экстремальных значений, в то время как формализация позволяет получить экстремальные значения параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соломицкий М.Ю. Аспекты исследования слабоструктурированных сред инфокоммуникаций / Соломицкий М.Ю. // Научные технологии в инфокоммуникациях: коллективная монография под ред. В.М. Безрука, В.В. Баранника. – Харьков: Компания СМІТ, 2013. – С. 68-85.
2. Давыдов Г.Б. Сети электросвязи / Г.Б. Давыдов, В.Н. Рогинский, А.Я. Толчан. – М.: Связь, 1977. – 360 с.
3. Г.С. Гайворонська Обґрунтування необхідності дослідження моделі потоку повідомлень в конвергентній телекомунікаційній мережі / Гайворонська Г.С., Соломицький М.Ю. // Науково-технічна конференція «Сучасні інформаційно-комунікаційні технології». Збірник тез. – Київ: ДУІКТ, 2012. – С. 88-89.
4. Taqqu M.S. Proof of a Fundamental Result in Self-Similar Traffic Modeling / Taqqu M.S., Willinger W., Sherman R. // SIGCOMM Comput. Commun. Rev. – 1997. – Vol. 27, Issue 2. – P. 5–23.
5. Лившиц Б.С. Теория телетрафика / Лившиц Б.С., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. – М.: Связь, 1979. – 224 с.

Galina S. Gayvoronska, Maxim Y. Solomitsky

V.S. Martinovsky Institute of Refrigeration Cryotechnologies and Ecoenergetics ONAFT, 65028, Odessa, Dvoryanskaya str., 1/3

MESSAGES STREAMS' FORMALIZATION AT THE CONVERGENCE OF TECHNOLOGIES IN THE TELECOMMUNICATION NETWORK

Some results of messages streams' research at the convergence of technologies in the telecommunication network are given in the paper. Object of study is the convergent telecommunication network in the process of interaction with external information metastructure. Network-forming process of convergent telecommunication network is the process of information transforming, implemented by a set of information technologies, including: computational process of information transforming in the space (input, output, storage, data processing) and information process of information transforming in time (collection, distribution, transmission, switching of the streams). Herewith streams, incoming and circulating in the convergent telecommunication network, are complex in nature and structure. In order to research quantitative aspects of information transformation's network processes it seems appropriate to study a conception of the messages streams – the aggregate of any information, transformed into electromagnetic signals, which is have to be transported within the convergent telecommunication network. At the study of the network during its functioning, it is assumed that it already existed for quite a long time before the study in order to reach the stationary functioning mode and it would function so after the finish of the study. A hypothesis about the stochastic nature of the messages streams in the convergent telecommunication network is formulated. Distribution function of the messages number (or the sequence of messages' arrival times, or the sequence of intervals between these times, or the sequence of messages number, received during time intervals), the distribution function of the information content in the messages stream, the distribution function of the delivery time of the entire sequence of messages, forming the flow under the study, the function of the information value are researched at the formalization of messages streams.

Keywords: Convergent Telecommunication Network – Messages Stream – Formalization – Model – Function.

REFERENCES

1. **Solomickij M.Ju.** Aspekty issledovanija slabostrukturirovannyh sred infokommunikacij // Naukoemkie tehnologii v infokommunikacijah: kollektivnaja monografija pod red. V.M. Bezruka, V.V. Barannika. – Har'kov: Kompanija SMIT, 2013. – P. 68-85.
2. **Davydov G.B.** Seti jelectrosvjazi / G.B. Davydov, V.N. Roginskij, A.Ja. Tolchan. – M.: Svjaz', 1977. – 360 p.
3. **G.S. Gajvorons'ka** Obhruntuvannja neobhidnosti doslidzhennja modeli potoku povidomlen' v konvergentnij telekomunikacijnij merezhi / G.S. Gajvor

ons'ka, Solomic'kij M.Ju. // Naukovo-tehnicna konferencija «Suchasni informacijno-komunikacijni tehnologii». Zbirnik tez. – Kiïv: DUKIT, 2012. – P. 88-89.

4. **Taqqu M.S.** Proof of a Fundamental Result in Self-Similar Traffic Modeling / Taqqu M.S., Willinger W., Sherman R. // SIGCOMM Comput. Commun. Rev. – 1997. – Vol. 27, Issue 2. – P. 5–23.

5. **Livshic B.S.** Teorija teletrafika / Livshic B.S., Pshenichnikov A.P., Harkevich – M.: Svjaz', 1979. – 224 p.

Отримана в редакції 18.02.2014, прийнята до друку 04.03.2014