

тивності повністю оптичних мереж // *Модельовання та інформаційні технології: Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України.* – К.: 2007. – Вип. 42. – С.170–176. 5. Nori Shibata, Ralf P. Braun, Robert G. Waarts, *Phase-mismatch dependence of efficiency of wave generation through Four-Wave Mixing in a single-mode optical fiber, IEEE Journal of quantum electronics.* – V.QE–23, N 7. July 1987. – P.1205–1210. 6. ITU-T Recommendation G.652. *Characteristics of a single-mode optical fibre cable.* – Geneva, 1993. 7. ITU-T Recommendation G.653. *Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre cable.* Geneva, 1996. 8. ITU-T Recommendation G.655. *Characteristics of a non zero dispersion-shifted singlemode optical fibre cable.* – Geneva, 1996.

УДК 621.391

Д.В. Агеев, Д.В. Евлаш

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
кафедра телекоммуникационных систем

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ САМОПОДОБНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ, ПЕРЕДАЮЩИХСЯ ПО КАНАЛАМ СВЯЗИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ, ПРИ ПРЕДОСТАВЛЕНИИ УСЛУГ “TRIPLE PLAY”

© Агеев Д.В., Евлаш Д.В., 2009

Розроблено і описано метод розрахунку параметрів інформаційних потоків в каналах зв'язку. Подано практичні рекомендації з його застосування. Наведено результати розрахунків з використанням цього методу.

A method for calculating the parameters of information flow in the communication channels is developed and described. It is given practical advice on its application. The results of calculations using this method are given.

Введение

Современное общество нуждается в информационно-коммуникационных услугах телефонии, телевидения и доступа в сеть Интернет. До недавнего времени данные услуги предоставлялись по средствам различных, между собой независимых сетей, таких как телефонная сеть с коммутацией каналов, кабельная сеть аналогового телевидения, сеть передачи данных. Такой способ предоставления услуг является не рациональным и дорогостоящим, из-за необходимости строить и обслуживать сразу три сети. Более рационально предоставлять услуги по средствам одной мультисервисной сети, позволяющей передавать информацию любого типа (речь, видео, данные и т. п.). Предоставление услуг телефонии, телевидения и доступа в сеть Интернет по средствам одной сети обозначается термином «Triple Play», переход на которую осуществляется во всем мире.

Одним из этапов такого перехода является проектирование мультисервисной сети для предоставления услуг заданного качества. В то же время наблюдается отставание развития методов проектирования относительно развития технических средств, что является одной из актуальных проблем современных телекоммуникационных систем.

При проектировании телекоммуникационных систем решается задача расчета параметров информационных потоков, передающихся по каналам связи данной системы, при решении которой применяются классические модели информационных потоков. Данные модели не учитывают такие свойства информационных потоков, как: высокая пачечность и наличие долговременных зависимостей. Дальнейшие расчеты параметров структурных элементов системы на основании рассчитанных значений информационных потоков, передающихся по каналам сети, дают

некорректные и неоправданно оптимистичные результаты. Как показали исследования, более адекватными моделями являются модели самоподобного потока.

Цель работы – разработка метода расчета параметров самоподобных информационных потоков, передающихся по каналам связи мультисервисной сети при предоставлении услуг «Triple play».

Постановка задачи

Пусть имеется мультисервисная сеть, имеющая иерархическую структуру и состоящая из магистральной сети и сети доступа. Магистральная сеть состоит из узлов доступа (УД), узлов предоставления услуг, узлов управления, шлюзов с другими сетями и каналов связи (КС), соединяющих данные узлы. К УД по средствам сети доступа подключены абоненты сети. На сети предоставляются услуги «Triple play».

Зададим исходные данные следующим образом:

$U = \{u_i\}$ – множество узлов сети; $U^D = \{u_i^D\}$ – множество узлов доступа (УД);

$A = \{a_i\}$ – множество абонентов сети; $A^{TV} = \{a_i^{TV}\}$ – множество абонентов потребляющих услугу цифрового телевидения; $A^{INT} = \{a_i^{INT}\}$ – множество абонентов потребляющих услугу доступа к сети Интернет; $A^{TEL} = \{a_i^{TEL}\}$ – множество абонентов потребляющих услугу телефонии;

$V = \{v_i\}$ – множество транслируемых телеканалов;

$D = \{\vec{d}_i\}$ – множество тарифных планов, где $\vec{d}_i = (d_i^S, d_i^{TR}, d_i^{TT})$ – вектор параметров тарифных планов, предоставляемых на сети, где d_i^S – скорость доступа к сети Интернет по i -му тарифному плану, бит/с; d_i^{TR} , d_i^{TT} – время необходимое для приема, передачи среднемесячного объема данных на максимальной скорости доступа, сутки;

$Z^{TV} = \|z_i^{TV}\|$ – матрица распределения абонентов, потребляющих услуги цифрового телевидения, между УД; $Z^{INT} = \|z_{ij}^{INT}\|$ – матрица распределения абонентов, потребляющих услуги доступа к сети Интернет, между УД и тарифными планами, где z_{ij}^{INT} – количество абонентов подключенных к i -му УД по j -му тарифному плану;

N , N^{UD} , N^A , N^{TV} , N^{INT} , N^{TEL} , N^V , N^D – количество элементов множества U , U^D , A , A^{TV} , A^{INT} , A^{TEL} , V , D соответственно;

N^{GW} – номер узла «Gateway», выполняющего функции шлюза с сетью Интернет; N^{HD} – номер узла «Head end», узел предоставления услуг, на площадке которого расположено оборудование ретрансляции телеканалов в сети; N^{SX} – номер узла «Softswitch», выполняющего функции управления телефонными соединениями.

При потреблении абонентом одновременно нескольких услуг множества $A^{TV} = \{a_i^{TV}\}$, $A^{INT} = \{a_i^{INT}\}$, $A^{TEL} = \{a_i^{TEL}\}$ могут пересекаться.

Определим матрицу $B = \|b_{km}\|$, описывающую топологию сети, где

$$b_{km} = \begin{cases} 1, & \text{если } u_k \text{ смежна к } u_m; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (1)$$

Необходимо разработать метод расчета параметров самоподобных информационных потоков, передающихся по каналам связи мультисервисной сети, при предоставлении услуг «Triple play».

Введем матрицу параметров $F^P = \|\vec{f}_{ij}\|$ информационных потоков передающихся по каналам связи мультисервисной сети, где $\vec{f}_{ij} = (\lambda_{ij}^f, \bar{n}_{ij}^f, H_{ij}^f)$ – вектор параметров суммарного

информационного потока передаваемого по каналу связи между узлами u_i и u_j , где λ_{ij}^f - интенсивность поступления сообщений в канал, сообщений в сек.; \bar{n}_{ij}^f - средняя длина сообщения, бит; H_{ij}^f - параметр Херста.

Алгоритм определения информационных потоков, передаваемых по каналам связи

Информационные потоки, передающиеся по каналам связи, генерируются при предоставлении услуг абонентам сети. Принципы предоставления услуг «Triple Play» на сети сильно отличаются друг от друга. Таким образом, определение значений и характеристик информационных потоков, передающихся по каналам связи, необходимо производится для каждой услуги отдельно.

Опишем методику определения значений и характеристик информационных потоков, передающихся по каналам связи, для каждой услуги.

При предоставлении услуги цифрового телевидения на мультисервисной сети источником информационных потоков является узел «Head end». Данные информационные потоки по средствам сети передаются абонентам, потребляющим услуги цифрового телевидения.

Перед определением потоков в каналах связи необходимо определить маршруты передачи информационных потоков между узлами сети. Данная задача уже была решена в статье [1]. В результате применения метода, описанного в статье [1], была получена маршрутная матрица M .

Опишем метод определения информационных потоков в каналах связи, при предоставлении услуги цифрового телевидения.

Исходные данные:

$R = \|r_i\|$ - матрица рейтингов вещаемых телеканалов, где r_i - рейтинг i -го телеканала; P^{TV} - доля абонентов потребляющих услугу телевидения в прайм-тайм; I^{CH} - необходимый поток для осуществления вещания одного телеканала, бит/с.

Вспомогательные данные:

$Q^P = \|q_{ij}^P\|$ - матрица количества абонентов, подключенных к услуге телевидения, через КС;
 $Q^S = \|q_{ij}^S\|$ - матрица количества абонентов, получающих вещание телеканалов, через КС;
 $Q^{TK} = \|q_i^{TK}\|$ - матрица количества абонентов, получающих вещание каждого телеканала, через рассматриваемый КС; $W = \|w_{ij}\|$ - матрица количества транслируемых телеканалов в каждом канале связи.

Количество информационных потоков передаваемых по КС зависит от количества ретранслируемых по ним телеканалов. Количество ретранслируемых телеканалов по каналу связи зависит от общего количества телеканалов, их рейтинга и количества абонентов, получающих вещание телеканалов, через данный КС. Следовательно, для определения количества информационных потоков в каждом канале связи необходимо вначале рассчитать количество абонентов, получающих вещание телеканалов, через каждый КС сети.

Для определения количества абонентов Q^P , подключенных к услуге телевидения, через каждый КС сети необходимо, двигаясь вдоль маршрутной матрицы от узла «Head end» к каждому УД сети, к значению Q^P каждого пройденного КС добавить количество абонентов Z^{TV} , потребляющих услуги телевидения через УД назначения.

Одновременно получают вещание телеканалов не все абоненты, подключенные к услуге телевидения. Данная разница учитывается коэффициентом P^{TV} .

Для определения информационных потоков, передаваемых по каналам связи, при предоставлении услуги цифрового телевидения необходимо последовательно перебирая все КС определить количество ретранслируемых каналов в каждом из них, учитывая рейтинг телеканалов.

Алгоритм определения информационных потоков, передаваемых по каналам связи, показан на рис. 1.

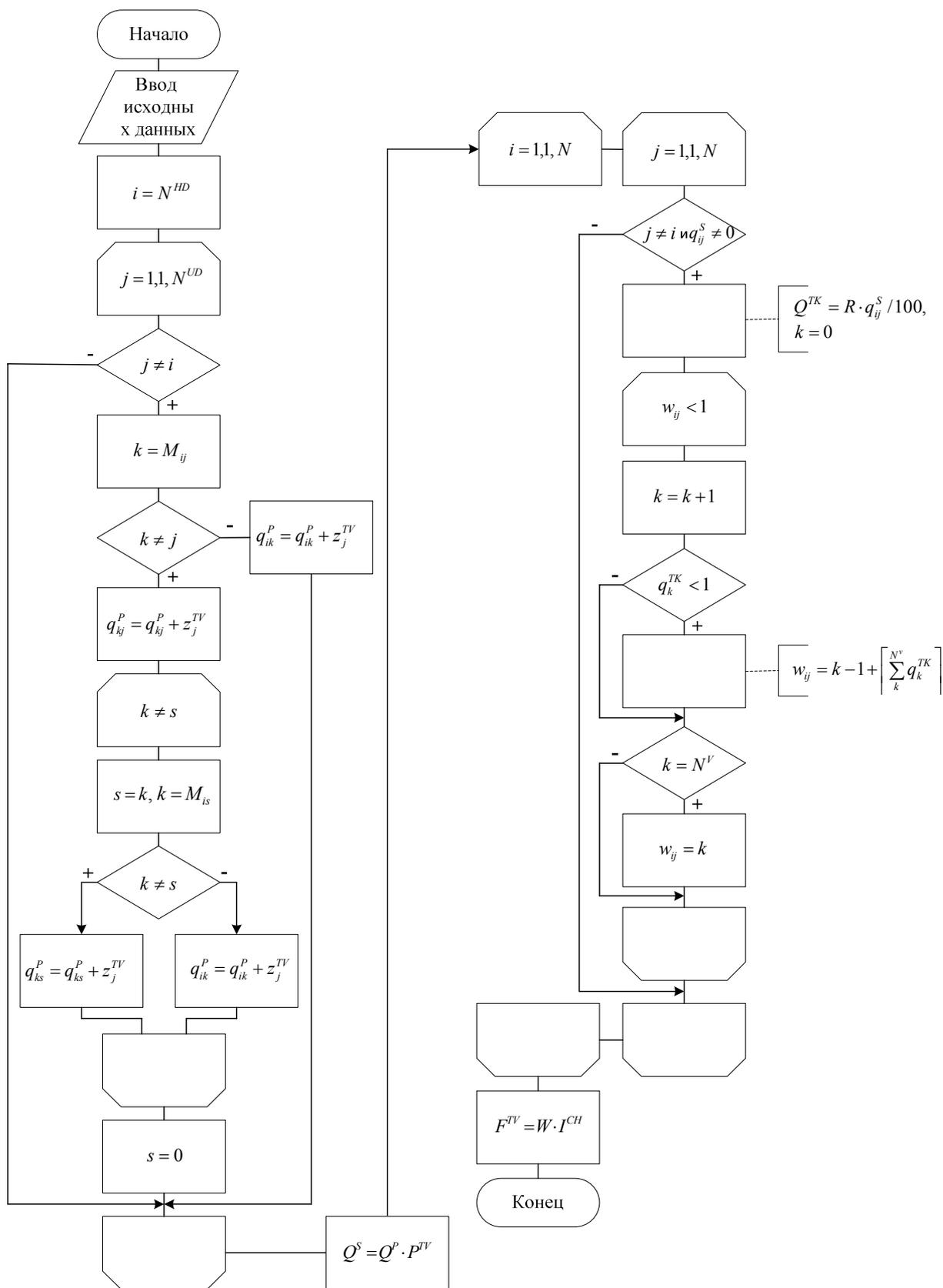


Рис. 1. Алгоритм определения информационных потоков, передаваемых по каналам связи, при предоставлении услуги цифрового телевидения

В результате работы алгоритма была сформирована матрица значений $F^{TV} = \left\| f_{ij}^{TV} \right\|$ информационных потоков в каналах связи при предоставлении услуги цифрового телевидения.

Определим параметры информационных потоков, поступающих в каналы связи при предоставлении услуги цифрового телевидения, характеризуемые векторами параметров $\vec{f}_{ij}^{TV} = (\lambda_{ij}^{TV}, \bar{n}_{ij}^{TV}, H_{ij}^{TV})$.

Значения средней длины сообщения \bar{n}_{ij}^{TV} и параметра Херста H_{ij}^{TV} выбираются на основании статистических данных.

Интенсивность поступления сообщений в каналы связи рассчитывается следующим образом:

$$\lambda_{ij}^{TV} = f_{ij}^{TV} / \bar{n}_{ij}^{TV}. \quad (2)$$

При предоставлении услуги доступа к сети Интернет на мультисервисной сети источниками информационных потоков являются узлы доступа и узел «Gateway».

Значение информационных потоков в каналах связи при предоставлении услуги доступа в сеть Интернет определяются путем распределения информационных потоков, поступающих в сеть, при предоставлении данной услуги по каналам связи.

Опишем алгоритм определения значений информационных потоков, поступающих в сеть, при предоставлении услуги доступа в сеть Интернет. Алгоритм состоит из конечного числа однотипных итераций, входе которых осуществляется последовательный перебор групп абонентов z_{ij}^{INT} , подключенных к УД i по тарифному плану j . На каждой итерации к значениям информационных потоков, поступающих в сеть от УД i для передачи к узлу «Gateway» и от узла «Gateway» к УД i , добавляются потоки, создаваемые и потребляемые группой абонентов подключенной к УД i по тарифному плану j . К информационному потоку от УД i к узлу «Gateway» добавляется создаваемый поток, а к потоку от узла «Gateway» к УД i – потребляемый поток.

Расчет создаваемого информационного потока группой абонентов, подключенной к УД i по тарифному плану j , осуществляется следующим образом:

$$y_{ij}^{TR} = z_{ij}^{INT} \cdot d_j^S \cdot d_j^{TR} / 30. \quad (3)$$

Расчет потребляемого информационного потока группой абонентов, подключенной к УД i по тарифному плану j , осуществляется следующим образом:

$$y_{ij}^{TT} = z_{ij}^{INT} \cdot d_j^S \cdot d_j^{TT} / 30. \quad (4)$$

В результате последовательного выполнения итераций для всех групп абонентов z_{ij}^{INT} формируется матрица $Y^S = \left\| y_{ij}^S \right\|$, содержащая средние значения информационных потоков, поступающих в сеть.

Разница между средними значениями и значениями в ЧНН информационных потоков, поступающих в сеть, учитывается коэффициентом Y^{CHNN} .

Алгоритм определения информационных потоков, поступающих в сеть, при предоставлении услуги доступа в Интернет, показаны на рис. 2.

В результате работы алгоритма была сформирована матрица значений $Y^{ZINT} = \left\| y_{ij}^{ZINT} \right\|$ информационных потоков с эффектом самоподобия, поступающих в сеть, при предоставлении услуги доступа к сети Интернет.

Для определения значений информационных потоков в каналах связи необходимо произвести распределение значений Y^{ZINT} информационных потоков, поступающих в сеть, по каналам связи. Данная задача уже была решена в статье [1]. В результате применения метода, описанного в статье [1], была сформирована матрица значений $F^{INT} = \left\| f_{ij}^{INT} \right\|$ информационных потоков в каналах связи при предоставлении услуги доступа к сети Интернет.

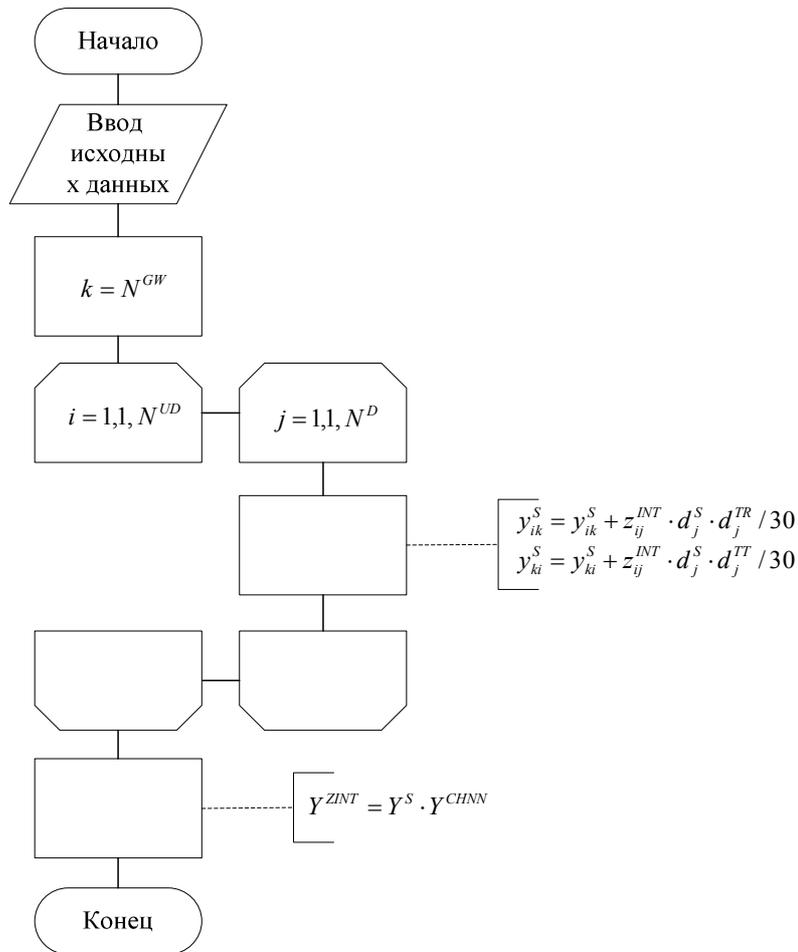


Рис. 2. Алгоритм определения информационных потоков, поступающих в сеть при предоставлении услуг доступа к сети Интернет

Определим параметры информационных потоков, поступающих в каналы связи, при предоставлении услуги доступа к сети Интернет, характеризуемые векторами параметров $\vec{f}_{ij}^{INT} = (\lambda_{ij}^{INT}, \bar{n}_{ij}^{INT}, H_{ij}^{INT})$.

Значения средней длины сообщения \bar{n}_{ij}^{INT} и параметра Херста H_{ij}^{INT} выбираются на основании статистических данных.

Интенсивность поступления сообщений в каналы связи рассчитывается следующим образом:

$$\lambda_{ij}^{INT} = f_{ij}^{INT} / \bar{n}_{ij}^{INT}. \quad (5)$$

При предоставлении услуги телефонии на мультисервисной сети источниками информационных потоков являются узлы доступа, узлы управления и узлы шлюзов с другими сетями.

Значение информационных потоков в каналах связи при предоставлении услуги телефонии определяются путем распределения информационных потоков, поступающих в сеть, при предоставлении данной услуги, по каналам связи.

Для определения информационных потоков, поступающих в сеть, вначале необходимо:

- произвести распределение абонентской нагрузки между УД и пограничными узлами с другими сетями;
- определить количество телефонных соединений, устанавливаемых между узлами и внутри узлов сети.

Данные действия проводятся на основании Норм технологического проектирования городских и сельских телефонных сетей.

Так как при предоставлении услуги телефонии возникает два ЧНН, распределение абонентской нагрузки и определение количества телефонных соединений необходимо проводить для утреннего и вечернего ЧНН. В результате проведения данных действий были сформированы:

- матрицы распределения нагрузки утреннего $Y^{UN} = \|y_{ij}^{UN}\|$ и вечернего $Y^{VN} = \|y_{ij}^{VN}\|$ ЧНН между узлами сети, где y_{ij}^{UN} и y_{ij}^{VN} нагрузка, передаваемая между u_i и u_j узлами сети;

- матрицы количества телефонных соединений утреннего $N^{UC} = \|n_{ij}^{UC}\|$ и вечернего $N^{VC} = \|n_{ij}^{VC}\|$ ЧНН, устанавливаемых между узлами и внутри узлов сети, где n_{ij}^{UC} и n_{ij}^{VC} количество телефонных соединений, устанавливаемых между u_i и u_j узлами сети;

При передаче телефонной нагрузки по мультисервисной сети используются речевые кодеки. Кодеки обладают различными скоростями кодирования. Для экономии пропускной способности каналов связи речевая и факсимильная телефонная нагрузка обычно кодируется различными кодами. Для расчета результирующей скорости кодирования поступающей в сеть телефонной нагрузки вначале необходимо определить долу факсимильной нагрузки в общей нагрузке создаваемой каждым узлом в утренний и вечерний ЧНН. Доля факсимильной нагрузки определяется на основании статистических данных, приведенных в Нормах технологического проектирования городских и сельских телефонных сетей. Результирующая скорость кодирования, поступающей в сеть телефонной нагрузки, рассчитывается следующим образом:

$$V^{UCOD} = K^{UFAX} \cdot V^{GF} + (1 - K^{UFAX}) \cdot V^{GV}; \quad (6)$$

$$V^{VCOD} = K^{VFAX} \cdot V^{GF} + (1 - K^{VFAX}) \cdot V^{GV}, \quad (7)$$

где $V^{UKOD} = \|v_i^{UKOD}\|$, $V^{VKOD} = \|v_i^{VKOD}\|$ – матрицы скоростей кодирования, поступающих в сеть информационных потоков от каждого УД в утренний и вечерний ЧНН;

$K^{UFAX} = \|k_i^{UFAX}\|$, $K^{VFAX} = \|k_i^{VFAX}\|$ – матрица долей факсимильной нагрузки в общей нагрузке, создаваемой каждым узлом в утренний и вечерний ЧНН;

V^{GF} , V^{GV} – скорость кодирования кодека, используемого для кодирования факсимильного и голосового трафика.

Голосовой кодек при передаче телефонной нагрузки по мультисервисной сети генерирует информационный поток только во время голосовой активности абонентов. В основном телефонная нагрузка состоит из диалогов – абоненты говорят по очереди. Для учета данного факта введен коэффициент активности абонента K^{AKT} . Также следует учесть тот факт, что при передаче телефонной нагрузки из u_i в u_j информационные потоки передаются в обоих направлениях. Приведем формулы расчета информационных потоков, поступающих в сеть для передачи телефонной нагрузки:

$$y_{ij}^{UP} = K^{AKT} (y_{ij}^{UN} \cdot v_i^{UCOD} + y_{ji}^{UN} \cdot v_j^{UCOD}); \quad (8)$$

$$y_{ij}^{VP} = K^{AKT} (y_{ij}^{VN} \cdot v_i^{VCOD} + y_{ji}^{VN} \cdot v_j^{VCOD}), \quad (9)$$

где y_{ij}^{UP} , y_{ij}^{VP} – информационные потоки, поступающие в сеть для передачи телефонной нагрузки в утренний и вечерний ЧНН.

Информационный поток, поступающий в сеть при предоставлении услуг телефонии, состоит из потока передачи телефонной нагрузки и потока передачи сигнального трафика. Поток сигнального трафика передается во время установления и завершения соединения. В качестве коммутационного узла, обрабатывающего сигнальный трафик, выступает узел Softswitch. Следовательно, сигнальный трафик передается между:

- УД инициирующим вызов и узлом Softswitch;
- узлом Softswitch и УД принимающим вызов.

Объем сигнального трафика передаваемого при установлении и завершении соединения в каждом из направлений определяется стандартами сигнальных протоколов. Введем величины, определяющие данные значения:

N^{USXI} – объем сигнального трафика, передаваемый от УД к узлу Softswitch при установлении исходящего соединения, байт;

N^{SXUI} – объем сигнального трафика, передаваемый от узла Softswitch к УД при установлении исходящего соединения, байт;

N^{USXV} – объем сигнального трафика, передаваемый от УД к узлу Softswitch при установлении входящего соединения, байт;

N^{SXUV} – объем сигнального трафика, передаваемый от узла Softswitch к УД при установлении входящего соединения, байт.

Расчет информационных потоков, поступающих в сеть при предоставлении услуги телефонии, осуществляется следующим образом:

$$Y^{UTEL} = Y^{UP} + Y^{US} \cdot 8/3600; \quad (10)$$

$$Y^{VTEL} = Y^{VP} + Y^{VS} \cdot 8/3600, \quad (11)$$

где $Y^{UTEL} = \|y_{ij}^{UTEL}\|$, $Y^{VTEL} = \|y_{ij}^{VTEL}\|$ – матрицы информационных потоков, поступающих в сеть при предоставлении услуг телефонии в утренний и вечерний ЧНН;

$Y^{UP} = \|y_{ij}^{UP}\|$, $Y^{VP} = \|y_{ij}^{VP}\|$ – информационные потоки, поступающие в сеть для передачи телефонной нагрузки в утренний и вечерний ЧНН;

$Y^{US} = \|y_{ij}^{US}\|$, $Y^{VS} = \|y_{ij}^{VS}\|$ – матрица информационных потоков, поступающих в сеть для передачи сигнального трафика в утренний и вечерний ЧНН.

Алгоритм определения информационных потоков, поступающих в сеть при предоставлении услуги телефонии, показан на рис. 3.

В результате работы алгоритма были сформированы матрицы значений $Y^{UTEL} = \|y_{ij}^{UTEL}\|$ и $Y^{VTEL} = \|y_{ij}^{VTEL}\|$ информационных потоков, поступающих в сеть при предоставлении услуги телефонии, в утренний и вечерний ЧНН.

В качестве значений $Y^{TEL} = \|y_{ij}^{TEL}\|$ информационных потоков, поступающих в сеть при предоставлении услуг телефонии, выбираются более тяжелые для сети значения информационных потоков утреннего или вечернего ЧНН.

Для определения значений информационных потоков в каналах связи необходимо произвести распределение значений Y^{TEL} информационных потоков, поступающих в сеть по каналам связи. В результате была сформирована матрица значений $F^{TEL} = \|f_{ij}^{TEL}\|$ информационных потоков в каналах связи при предоставлении услуг телефонии. Определим параметры информационных потоков, поступающих в каналы связи при предоставлении услуг телефонии, характеризуемые векторами параметров $\vec{f}_{ij}^{TEL} = (\lambda_{ij}^{fTEL}, \bar{n}_{ij}^{fTEL}, H_{ij}^{fTEL})$. Значения средней длины сообщения \bar{n}_{ij}^{fTEL} и параметра Херста H_{ij}^{fTEL} выбираются на основании статистических данных для VoIP трафика.

Интенсивность поступления сообщений в каналы связи рассчитывается следующим образом:

$$\lambda_{ij}^{fTEL} = f_{ij}^{TEL} / \bar{n}_{ij}^{fTEL}. \quad (12)$$

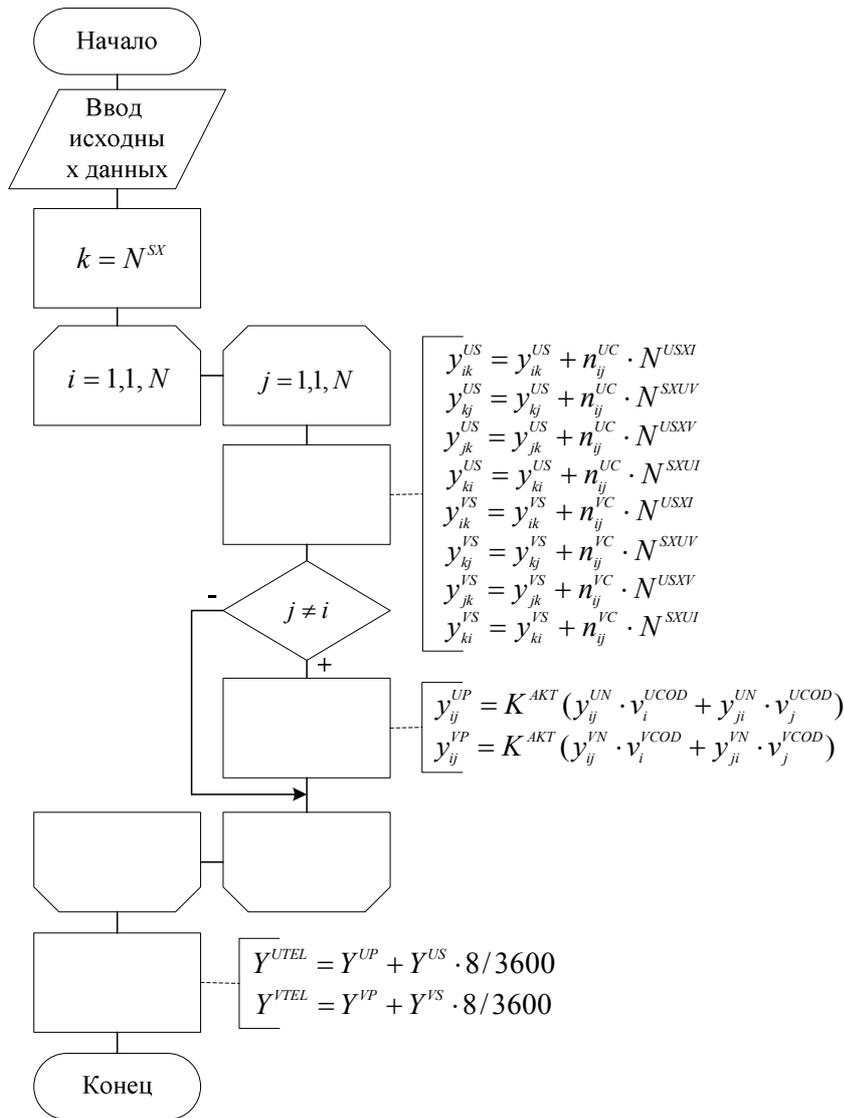


Рис. 3. Алгоритм определения информационных потоков, поступающих в сеть при предоставлении услуг телефонии

Определим параметры суммарных информационных потоков, передаваемых по каналам связи, при предоставлении услуг «Triple Play».

Для определения параметров суммарных информационных потоков надо просуммировать параметры информационных потоков передаваемых по каналам связи при предоставлении услуг телевидения, телефонии и доступа в сеть Интернет. Определим правила суммирования самоподобных потоков. В работах [2, 3] в результате проведенных исследований были определены параметры агрегированных самоподобных потоков и определены правила, которые, для случая двух потоков, можно описать следующим образом:

$$\begin{aligned} H &= \max(H_1, H_2); \\ \bar{n} &= \frac{\lambda_1 \bar{n}_1 + \lambda_2 \bar{n}_2}{\lambda_1 + \lambda_2}; \\ \lambda &= \lambda_1 + \lambda_2. \end{aligned} \tag{13}$$

В результате применения данных правил была получена матрица параметров $F^P = \|\bar{f}_{ij}\|$ суммарных информационных потоков, передаваемых по каналам связи при предоставлении услуг «Triple Play».

**Результаты расчета суммарных параметров информационных потоков,
передаваемых в каналах связи сети произвольной топологии
с использованием предложенного алгоритма**

Предложенный алгоритм был реализован в пакете прикладных программ Matlab. Для проверки его работоспособности была задана произвольная топология мультисервисной сети, показанная на рис. 4, исходные параметры сети, приведенные в табл. 1, 2, и произведен расчет суммарных параметров информационных потоков, передаваемых в каналах связи.

Таблица 1

Исходные параметры сети

Величина	N	N^{UD}	N^D	N^V	N^{HD}	N^{GW}	N^{SX}	P^{TV}	I^{CH}
Значение	30	23	5	48	29	30	28	0.45	5242880
Величина	N^{USXI}	N^{SXUI}	γ^{CHNN}	N^{SXUV}	V^{GF}	K^{AKT}	N^{USXV}	V^{GV}	
Значение	2500	3500	2.1	2500	88064	0.5	2000	47718	

Таблица 2

Исходные параметры сети

Величина	Значение
$D = \{\bar{d}_i\}$	512, 1.1, 0.44; 1024, 1.1, 0.44; 2048, 1.1, 0.44; 5120, 1.1, 0.44; 10240, 1.1, 0.44;
$Z^{TV} = \ z_i^{TV}\ $	500, 400, 300, 500, 600, 300, 400, 500, 400, 600, 300, 500, 400, 500, 400, 400, 600, 300, 400, 500, 500, 400, 300;
$Z^{INT} = \ z_{ij}^{INT}\ $	40, 30, 10, 15, 5; 60, 10, 20, 10, 0; 45, 20, 25, 5, 5; 30, 20, 40, 0, 10; 40, 30, 20, 7, 3; 60, 15, 15, 10, 0; 50, 16, 16, 16, 2; 40, 17, 25, 17, 1; 30, 18, 24, 18, 10; 15, 32, 40, 10, 3; 50, 20, 20, 5, 5; 42, 21, 25, 10, 2; 46, 22, 22, 10, 0; 45, 23, 27, 5, 0; 43, 24, 24, 6, 3; 25, 25, 40, 8, 2; 34, 26, 26, 9, 5; 30, 27, 27, 8, 8; 31, 28, 28, 7, 6; 28, 29, 29, 12, 2; 30, 26, 28, 15, 1; 40, 25, 21, 10, 4; 35, 32, 21, 9, 3;
$R = \ r_i\ $	19.70, 15.05, 11.70, 9.28, 8.38, 7.39, 7.06, 3.14, 2.37, 2.30, 2.25, 1.59, 1.28, 1.18, 0.97, 0.71, 0.69, 0.68, 0.34, 0.32, 0.31, 0.30, 0.26, 0.22, 0.20, 0.19, 0.19, 0.19, 0.17, 0.16, 0.16, 0.15, 0.14, 0.12, 0.11, 0.11, 0.10, 0.09, 0.08, 0.06, 0.06, 0.06, 0.04, 0.04, 0.03, 0.03, 0.03, 0.01;

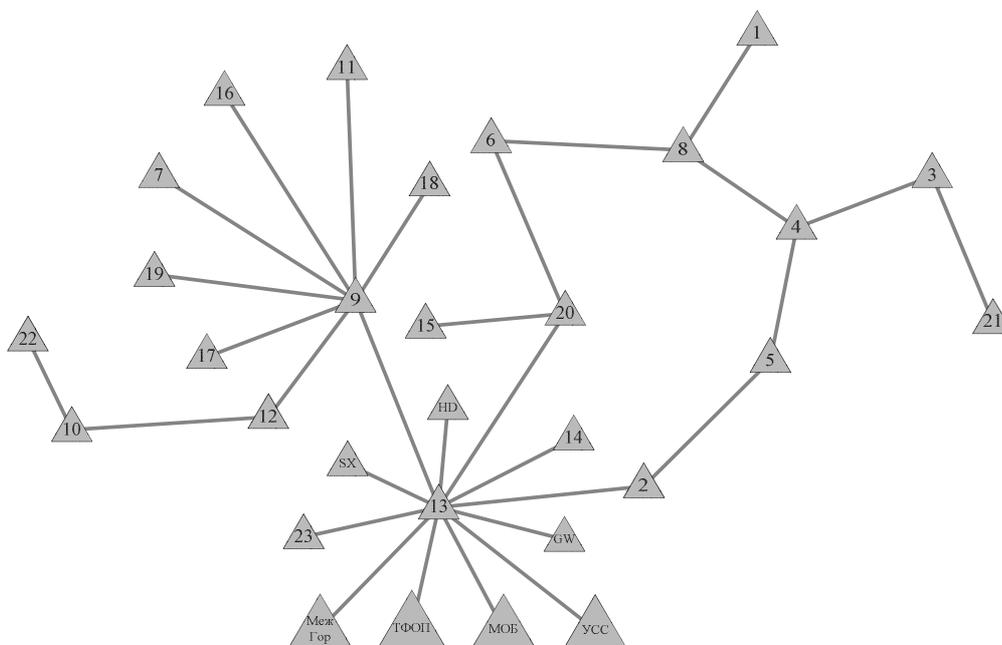


Рис. 4. Топология мультисервисной сети

В результате проведенных вычислений были получены параметры информационных потоков передаваемых в каналах связи при предоставлении услуг «Triple Play», приведенные в табл. 3.

Параметры информационных потоков в каналах связи

Канал	Значения					
	Прямой канал			Обратный канал		
	λ_{ij}^f	\bar{n}_{ij}^f	H_{ij}^f	λ_{ij}^f	\bar{n}_{ij}^f	H_{ij}^f
1-8	6244	5505	0,85	26584	8591	0,85
2-5	64287	7822	0,85	19986	5863	0,85
2-13	23200	5832	0,85	71645	7696	0,85
3-4	8901	5566	0,85	34734	8376	0,85
3-21	25700	8674	0,85	5815	5513	0,85
4-5	14523	5870	0,85	50826	8070	0,85
4-8	450	1744	0,75	450	1744	0,75
6-8	41786	8254	0,85	11176	5807	0,85
6-20	13719	5712	0,85	48411	8103	0,85
7-9	3818	6110	0,85	21210	9107	0,85
9-11	18042	9203	0,85	3113	5458	0,85
9-12	54424	7984	0,85	16040	5821	0,85
9-13	46519	6014	0,85	126798	7258	0,85
9-16	21619	9017	0,85	4103	5912	0,85
9-17	29121	8638	0,85	6648	5874	0,85
9-18	19968	8991	0,85	3852	5795	0,85
9-19	22664	8863	0,85	4670	5757	0,85
10-12	10906	5951	0,85	41659	8303	0,85
10-22	21995	8888	0,85	4497	5536	0,85
13-14	21493	9224	0,85	3630	5874	0,85
13-20	69337	7757	0,85	22010	5880	0,85
13-23	17993	9289	0,85	2922	5861	0,85
13-24	10679	1744	0,75	10664	1744	0,75
13-25	1942	1744	0,75	1932	1744	0,75
13-26	368	1744	0,75	366	1744	0,75
13-27	202	1744	0,75	202	1744	0,75
13-28	257	1744	0,75	343	1744	0,75
13-30	83005	6864	0,85	207514	6864	0,85
15-20	3824	5611	0,85	20670	9071	0,85

Заключение

В данной работе разработан метод расчета параметров самоподобных информационных потоков, передаваемых по каналам связи мультисервисной сети при предоставлении услуг «Triple play». В методе были учтены специфики предоставления услуг телефонии, телевидения и доступа в сеть Интернет, а также особенности передачи трафика речи, видео и данных. Метод был реализован в пакете прикладных программ Matlab. На основе данной реализации была доказана его работоспособность для произвольной топологии сети. Результаты, полученные при помощи данного метода, могут быть использованы как исходные данные для параметрического синтеза мультисервисных сетей.

В ходе работы было установлено, что трафик, передаваемый по магистральным КС при предоставлении услуг телевидения, в большей степени зависит от рейтинга и количества транслируемых телеканалов и в меньшей – от количества абонентов в сети. Зависимость трафика в КС от количества абонентов не линейна.

Также был установлен тот факт, что время необходимое для приема/передачи месячного объема данных, принятых/переданных абонентом на максимальной скорости доступа, не зависит от скорости доступа абонента к сети Интернет, что позволяет производить расчеты трафиков абонентов с различной скоростью доступа к сети Интернет без дополнительных статистических исследований.

1. Агеев Д.В., Чернятьев А.В., Самир Махмуд. Выбор пропускных способностей каналов связи при самоподобном характере передаваемых потоков // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. – 2007. – Вып. 148. – С.87–95. 2. Deng Z. Modeling and Analysis of Self-Similar Video Traffic. M.Sc. Thesis, Department of Computer Science, University of Saskatchewan, 1996. 3. Patel A., Williamson C. Statistical Multiplexing of Self-Similar Traffic: Theoretical and Simulation Results. Department of Computer Science, University of Saskatchewan, 1997.