

СИНТЕЗ НАЛОЖЕННЫХ ТЕЛЕ- КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ ЕДИНИЦ ДАННЫХ И ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФА

Д. В. Агеев

Доктор технических наук, доцент
Кафедра телекоммуникационных систем
Харьковский национальный университет
радиоэлектроники
пр. Ленина, 16, г. Харьков, Украина, 61166
E-mail: dm@ageyev.in.ua

У статті запропоновано метод, який дозволяє знайти параметри потоків на різних рівнях мультисервісної накладеної мережі, що враховує зміну типу одиниць даних, що передається і орієнтований на використання моделей самоподібного процесу та багатощарового графа з метою застосування отриманих значень при розв'язанні задач параметричного синтезу

Ключові слова: накладена мережа, модель, багатощаровий граф, ON/OFF джерело, самоподібність

В статье предлагается метод, позволяющий найти параметры потоков на разных уровнях мультисервисной наложенной сети, учитывающий изменение типа передаваемых единиц данных и ориентированный на использование моделей самоподобного процесса и многослойного графа с целью применения полученных значений при решении задач параметрического синтеза

Ключевые слова: наложенная сеть, модель, многослойный граф, ON/OFF источник, самоподобие

1. Введение

С учетом мировых и отечественных тенденций развития телекоммуникационных систем, одной из наиболее актуальной проблем отрасли связи Украины является создание мультисервисной сети связи, которая удовлетворяла бы возрастающему передаваемому трафику и увеличивающемуся перечню телекоммуникационных услуг. Важной задачей при развертывании данных сетей является задача параметрического синтеза, которая заключается в определении параметров структурных элементов. Для решения данной задачи необходимо знать параметры потоков и характеристики процессов, протекающих в различных частях телекоммуникационной сети, а также уметь рассчитывать и оценивать характеристики потоков образуемых при агрегировании их при передаче и обработке в узлах сети. Данная задача дополнительно осложняется в условиях современных мультисервисных сетей, для которых характерен наложенный принцип построения и наличие мультисервисных потоков.

2. Анализ публикаций и постановка задачи

Необходимость учета наложенного принципа современных телекоммуникационных сетей продиктовано зависимостью процессов протекающих на различных его уровнях и их сильным влиянием их друг на друга. Это можно учесть за счет разделения системы на логическую и физическую сеть [1], где каждая связь в логической сети представляется потоком протекающей по физической сети. Использо-

вание данного подхода ограничивалась обычно двумя уровнями.

Дальнейшим развитием идеи разделения структуры наложенных сетей на логическую и физическую является модель многослойной сети [2, 3], где каждая наложенная сеть называется слоем. Каждый слой описывается графом, при этом множество вершин графа верхнего слоя является подмножеством вершин нижнего слоя с дополнительным ограничением, что каждый канал верхнего слоя соответствует одному или нескольким путям в нижнем слое.

Наличие строгого соответствия вершин разных слоев не позволяет применять эту модель при проектировании сетей, когда местоположение узлов наложенной сети не определено и определяется только на стадии синтеза сети.

С этой целью в работе [4] предложена модель в виде многослойного графа, отличительной особенностью которой является наличие множества ребер между вершинами разных слоев. Это позволяет более полно описать структуру будущей телекоммуникационной системы и процессы, протекающие в ней, в особенности, когда ее структура еще не полностью определена.

Следует отметить, что согласно современным исследованиям трафика передаваемого в телекоммуникационных системах [5 – 7] выявлено, что его статистические характеристики отличаются от тех, которые приняты в классической теории телетрафика. Использование традиционных методов расчета параметров сетей и их вероятностно-временных характеристик, согласно классической теории телетрафика, приводит к неоправданно оптимистическим результатам и недооценке нагрузки.

Работа [8] посвящена разработке методов параметрического синтеза мультисервисных телекоммуникационных сетей при известных параметрах самоподобных потоков в каналах связи, которые применимы для однослойных сетей. Однако, в этой работе не учитываются наложенную структуру современных сетей, изменение типа протокольного блока при передаче, а также не учитывают процессы, параллельно происходящие на других уровнях (слоях) мультисервисной сети, такие как установка соединения, оказание информационной услуги сервером и другие.

Другим аспектом, на который следует обратить внимание, является то, что при постановке задач параметрического синтеза, для описания информационных потоков, поступающих в сеть, обычно используется матрица требований передачи информации между конечными узлами сети. Однако при реализации инфокоммуникационной услуги абонент сети взаимодействует с некоторым множеством узлов управления услугой в пределах множества наложенных сетей, что необходимо учитывать при синтезе мультисервисных наложенных сетей и которые не учитываются данным способом описания трафика в сети.

3. Метод решения задачи

Для устранения данного несоответствия, базируясь на модели, приведенной в работе [9], предлагается использовать при моделировании источников трафика в мультисервисных наложенных телекоммуникационных системах, следующую модель (рис. 1). Модель, предлагаемая для моделирования источника трафика в мультисервисных наложенных сетях, представляет собой многоуровневый On/Off – источник.

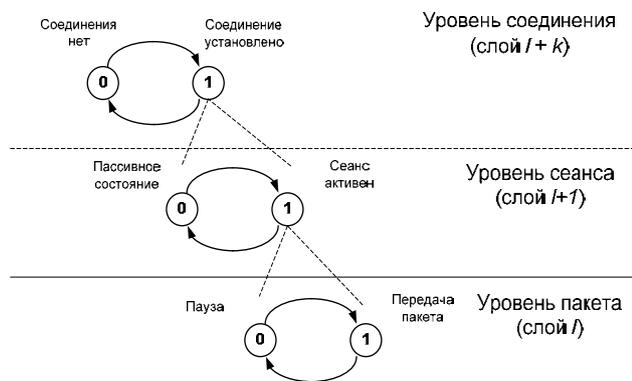


Рис. 1. Модель многоуровневого источника потока

В этом случае параметры потока в состоянии активности для наложенной сети на уровне l могут быть рекуррентно определены:

$$\lambda_l = P_{Off}^l \lambda_{min} + P_{On}^l \lambda_{l-1},$$

$$\sigma_l^2 = P_{Off}^l (\lambda_{min})^2 + P_{On}^l (\lambda_{l-1})^2 - (\lambda_l),$$

где (λ_l) и (λ_{l-1}) - интенсивности потока на уровне l и l-1 соответственно;

P_{Off}^l, P_{On}^l - вероятности нахождения источника в активном и пассивном состоянии соответственно;
 σ_l^2 - дисперсия потока на уровне l.

Таким образом, применение предложенной выше модели многослойного источника позволяет производить оценку параметров потока от индивидуальных источников на разных уровнях наложенной сети (пакетная сеть, транспортная сеть, уровень предоставления услуг).

При параметрическом синтезе наложенных телекоммуникационных сетей необходимо определять параметры ее элементов. Для решения данной задачи рекомендуется использовать следующую методику:

1. Синтезируемая мультисервисная наложенная сеть описывается многослойным графом согласно методики [4].
2. Используя данные об абонентах, подключаемых к сети и перечне потребляемых ими телекоммуникационных услуг, производится определение параметров потоков, создаваемых ими на каждом из уровней наложенной сети. Для решения данной задачи применяется многоуровневая модель источника описанная выше. Параметры модели On/Off – источника, используемого для описания телекоммуникационной услуги, потребляемой абонентов, зависят от ее вида и ее характеристик на соответствующей уровне наложенной сети.

3. Потоки, поступающие от индивидуальных источников, агрегируются и определяются параметры группового трафика с использованием методики приведенной в работе [8].

4. Для полученной структуры сети решается задача распределения потоков с использованием потоковой модели для многослойного графа [10]. При применении потоковой модели следует использовать ее свойство сохранения потоков [10] для значений интенсивностей потоков λ , описываемых моделями самоподобного трафика. В результате выполнения данного шага мы получим выражения для суммируемых потоков в ребрах многослойного графа.

5. С использованием расчетных выражений для параметров агрегированного самоподобного потока [8] и значений параметров, полученных на шаге 4, определяются параметры агрегированных потоков, образуемых при объединении потока протекающих по ребрам многослойного графа.

6. Найденные на предыдущем шаге выражения используются в расчетных выражениях для параметров качества обслуживания для соответствующих ребер многослойного графа.

7. Полученные в результате выполнения описанных выше шагов выражения используются при математической постановке оптимизационной задачи, решение которой позволяет определить параметры, приписанные ребрам многослойного графа и как результат – значения параметров структурных элементов мультисервисной наложенной телекоммуникационной сети.

4. Исследование эффективности метода

Эффективность метода базирующего на многослойном источнике зависит от эффективности ме-

тодов выбора оптимальных значений параметров элементов и адекватности методики определения характеристик потока в каналах сети. Первая составляющая при заданных характеристиках потоков хорошо себя зарекомендовала и достаточно подробно исследована в [8]. В рамках данной статьи мы остановимся на исследовании второй составляющей метода: определении параметров потоков. Эксперимент проведем с использованием средств имитационного моделирования. Для этого была разработана модель узлов, которые устанавливали между собой соединения на разных уровнях. При проведении эксперимента анализировались характеристики потоков на нижнем уровне, которые сопоставлялись с результатами расчета с использованием приведенной в статье методики. Эксперимент повторялся для разных вариантов конфигураций источников, результаты которого представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты анализа параметров объединенного потока сообщений

№ эксперимента	Имитационная модель			Расчетные данные		
	λ	σ	H	λ		H
1	1057	1493	0,70	1062	1399	0,71
2	601	754	0,76	599	732	0,75
3	830	1021	0,72	832	1106	0,74
4	748	906	0,73	765	1013	0,74

Из анализа результатов, приведенных в табл. 1 видно, что экспериментальные данные сходятся с результатами расчета предложенным методом, что свидетельствует об адекватности математической модели и метода расчета. Небольшие отклонения результатов эксперимента от расчетных данных несут статистический характер, связанный с ограниченным объемом выборки. Также причиной расхождения результатов могут быть переходные процессы в имитационной модели в начале и в конце эксперимента.

5. Выводы

Наложенный принцип построения является характерной чертой современных мультисервисных сетей. Проектирование подобных сетей более эффективно с применением модели в виде многослойного графа.

Использование в качестве модели источника информационного потока модели многоуровневого ON-OFF источника позволяет учесть взаимодействие элементов телекоммуникационной на различных уровнях модели ВОС. Приведены выражения позволяющие определить статистические характеристики информационного потока создаваемого пользователем на разных уровнях модели ВОС, а также характеристики потока создаваемого группой абонентов.

Литература

- Haider, M. Designing of multichannel optical communication systems topologies criteria optimization [Text] / M. Haider, M. Mazurek, P. Dymora // Informatica. – 2003. – Vol. 1. – P. 277–284.
- Knippel, A. The Multi-Layered Network Design Problem [Text] / A. Knippel, B. Lardeux // European Journal of Operational Research. – 2007. – Vol. 138, Issue 1. – P. 87–99.
- Guolong Zhu Joint network design in multilayer networks [Text] / Guo-long Zhu, Qingji Zeng, Tong Ye, Junjie Yang // Proceedings of SPIE. – 2003. – Vol. 5282. – P. 460–469.
- Агеев, Д.В. Моделирование современных телекоммуникационных систем многослойными графами [Текст] / Агеев Д.В. // Проблемы телекоммуникаций. – 2010. – № 1(1). – С. 23–34.
- Leland, W.E. On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic (Extended Version) [Text] / W.E. Leland, M.S. Taqqu, W. Willinger, D.V. Wilson // IEEE/ACM Trans, on Networking. – 1994. – Vol. 2, Issue 1. – P. 1–15.
- Paxson V. Wide-Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling [Text] / V. Paxson, S. Floyd // Proc. ACM Sigcomm, London, UK. – 1994. – С. 257–268.
- Downey, A. Lognormal and Pareto distributions in the Internet [Text] / A. Downey // Computer Communications. – 2005. – Vol. 28, No 7. – P. 790–801.
- Агеев, Д.В. Параметрический синтез мультисервисных телекоммуникационных систем при передаче группового трафика с эффектом самоподобия [Текст] / Д.В. Агеев // Проблемы телекоммуникаций. – 2013. – № 1 (10). – С. 49 – 68.
- Garcia, A.E. Approximation to a Behavioral Model for Estimating Traffic Aggregation Scenarios [Text] / A.E. Garcia, K.D. Hackbarth // Journal of Universal Computer Science. – 2008. – Vol. 14, Issue 5. – P. 731–744.
- Агеев, Д.В. Метод проектирования телекоммуникационных систем с использованием потоковой модели для многослойного [Текст] / Д.В. Агеев // Проблемы телекоммуникаций. – 2010. – № 2 (2). – С. 7 – 22.