

АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗКИ НА РЕАЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ ЮГА УКРАИНЫ

Илья Ганницкий

Аннотация: Рассмотрено изменение нагрузки на современной телекоммуникационной сети. Приведены обобщенные результаты, а также определены общие тенденции развития данной сети.

Ключевые слова: телекоммуникационная сеть, параметры потоков вызовов, интенсивность нагрузки.

Ключевые слова классификации ACM: G.3 PROBABILITY AND STATISTICS – Distribution functions, G. Mathematics of Computing – G.0 GENERAL.

Введение

В последние годы на телекоммуникационных сетях (ТС) значительно увеличилась доля неречевой нагрузки. Это вызвано резким увеличением количества пользователей Интернет, электронного документооборота, увеличением электронных банковских операций, сверхвысокими темпами роста пользователей мобильной связи и т.п. Это и ряд других причин привели к существенному изменению параметров потоков вызовов на телекоммуникационных сетях Украины.

Однако после приобретения независимости в Украине практически (за небольшим исключением) не проводятся исследования потоков вызовов, циркулирующих в ТС.

В связи с этим исследования параметров потоков вызовов приобретают все более важное значение. Некоторым результатам исследования параметров потоков вызовов на ТС посвящена данная работа.

1. Анализ нагрузки на современной ТС

Исследования выполнялись на ТС крупного областного центра, являющегося одновременно важным транзитным узлом как крупного региона Украины, так и международного сообщения. Выбор данного областного центра обусловлен тем, что на протяжении многих лет этот город выявлял тенденции изменения потоков вызовов, которые со временем находили свое отражение и в других областных центрах и крупных городах Украины [1-4]. При этом выполнен анализ статистических данных параметров нагрузки за период 3,5 года (2003, 2004, 2005 и первое полугодие 2006 гг.), что составило 711608646 записей в базе данных, емкостью более 100 Гб.

Выбранные записи структурированы по двум параметрам: количество вызовов и длительность соединения.

В качестве примера выполненного анализа, рассмотрено изменение месячной нагрузки в марте 2003, 2004, 2005 и 2006 годов. Среднее и общее значения количества вызовов за данный месяц для различных типов нагрузки приведены в таблицах 1-3.

Рассмотрим соотношение нагрузки в пределах года. В 2003 году среднее значение интенсивности нагрузки для местных вызовов составило 127,96 Эрл; для междугородной нагрузки данное значение составило 122,74 Эрл; для операторов мобильной связи - 6,11 Эрл. В процентном соотношении данное значение составляет 49,8%, 47,8% и 2,4% соответственно. Максимальное значение интенсивности для местной нагрузки составляет – 250,7 Эрл, междугородной – 264,7 Эрл, операторов мобильной связи – 7,57 Эрл. Минимальное значение составило – 95 Эрл, 82,5 Эрл и 3,35 Эрл соответственно.

Таблица 1 – Местные вызовы

	2003 год	2004 год	2005 год	2006 год
Среднее количество вызовов за сутки	72000	179000 (увеличение на 249% по сравнению с 2003 г.)	247000 (увеличение на 138% по сравнению с 2004 г.)	213000 (87% от числа вызовов за 2005 г.)
Общее количество вызовов за март	2223011	5546105 (увеличение на 249% по сравнению с 2003 г.)	7648824 (увеличение на 138% по сравнению с 2004 г.)	6587008 (86% от количества вызовов за 2005 г.)

Таблица 2 – Междугородные вызовы

	2003 год	2004 год	2005 год	2006 год
Среднее число вызовов за сутки	41600	63200 (увеличение на 152% по сравнению с 2003 г.)	81900 (увеличение на 130% по сравнению с 2004 г.)	61400 (75% от количества вызовов за 2005 г.)
Общее количество вызовов за март	1289599	1958556 (увеличение на 152% по сравнению с 2003 г.)	2539441 (увеличение на 130% по сравнению с 2004 г.)	1904445 (75% от количества вызовов за 2005 г.)

Таблица 3 – Вызовы операторов мобильной связи, проходящие через телефонную сеть общего пользования

	2003 год	2004 год	2005 год	2006 год
Среднее количество вызовов за сутки	17800	91000 (увеличение на 511% по сравнению с 2003 г.)	167600 (увеличение на 184% по сравнению с 2004 г.)	158000 (94% от количества вызовов за 2005 г.)
Общее количество вызовов за март	553222	2822939 (увеличение на 510% по сравнению с 2003 г.)	5194522 (увеличение на 184% по сравнению с 2004 г.)	4902248 (94% от количества вызовов за 2005 г.)

В 2004 году наблюдается общее увеличение среднего значения интенсивности нагрузки как для местных вызовов – 283,06 Эрл (54,76 % от общего значения) и междугородних вызовов – 166,7 Эрл (32,24%), так и для вызовов от операторов мобильной связи – 67,15 Эрл (13%). По сравнению с 2003 годом интенсивность нагрузки возросла на 221% – для местных вызовов, на 136% для междугородних и практически на 1100% – для операторов мобильной связи. Максимальное значение интенсивности нагрузки для местных вызовов составило – 527,16 Эрл, для междугородней нагрузки – 410 Эрл и для операторов мобильной связи – 77,23 Эрл. Минимальное значение составило соответственно – 242 Эрл, 118,56 Эрл и 49,91 Эрл.

В 2005 году наблюдается дальнейшее увеличение интенсивности нагрузки. Для местных вызовов среднее значение составило 409 Эрл (53,15% от общей нагрузки); для междугородней нагрузки - 228,28 Эрл (29,67%); для операторов мобильной связи – 132,36 Эрл (17,18%). Темпы роста нагрузки сократились по сравнению с 2004 годом, и составили 144,5% для местных вызовов; 136,9% - для междугородних; 197,1% - для операторов мобильной связи. Максимальные значения интенсивности нагрузки – 901,01 Эрл, 718,33 Эрл и 156,88 Эрл для местной, междугородней и операторов мобильной связи соответственно. Минимальные значения – 304,33 Эрл, 181,37 Эрл и 92,97 Эрл.

В 2006 году среднее значение нагрузки для местных вызовов составило 377,47 Эрл; для междугородней нагрузки данное значение составило 177,38 Эрл; для операторов мобильной связи – 136,58 Эрл. В процентном соотношении данные значения составляют 54,6%, 25,6% и 19,8% соответственно. Интенсивность местной нагрузки в этом году составила 92,3% от интенсивности нагрузки за 2005 год, междугородняя – 77,7%, а нагрузка операторов мобильной связи составила 103,2%. Максимальное значение интенсивности для местной нагрузки составило – 924,70 Эрл, междугородней – 608,56 Эрл,

операторов мобильной связи – 155,59 Эрл. Минимальное значение составило – 315,66 Эрл, 139,25 Эрл и 89,94 Эрл соответственно. На рисунках 1-4 приведены графики изменения интенсивности нагрузки за март 2003-2006 гг.

В 2003 году наблюдается небольшое уменьшение количества вызовов в выходные дни для местных вызовов, однако пик интенсивности нагрузки приходится на воскресенье, а также наблюдается незначительное плавное повышение нагрузки к концу месяца. Для междугородней нагрузки характерно резкое увеличение интенсивности в выходные дни, что связано с льготным тарифом на этот период. Также наблюдается небольшое снижение нагрузки в выходные дни для операторов мобильной связи.

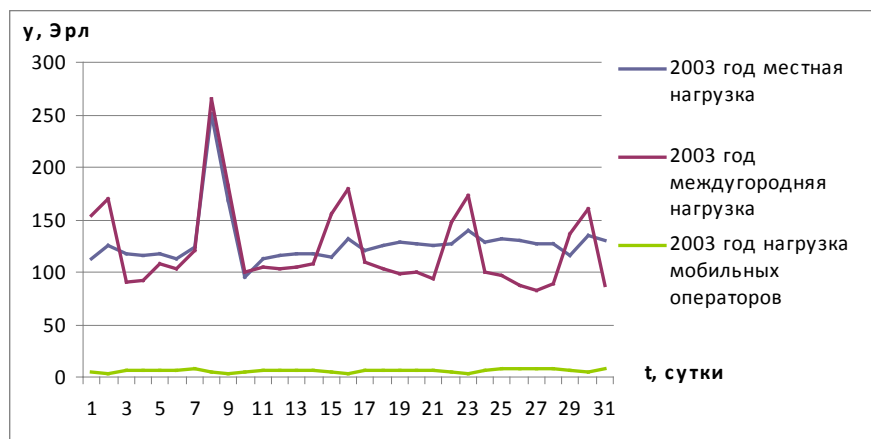


Рис. 1 График месячной нагрузки с суточным усреднением (март 2003 года).

В 2004 году наблюдается снижение доли междугородней нагрузки. При небольшом количестве вызовов в субботу и максимальном количестве вызовов в воскресенье, по сравнению с рабочими днями недели, наблюдается существенное увеличение интенсивности нагрузки в выходные дни. Для местных вызовов тенденции изменения нагрузки аналогичны 2003 году, т.е. наблюдается небольшое снижение нагрузки в субботу и пик нагрузки приходится на воскресенье. Для операторов мобильной связи кривая изменения нагрузки является слабо выраженной, однако наблюдается общее увеличение доли нагрузки, по сравнению с предыдущим годом, а также небольшой спад нагрузки в выходные дни.

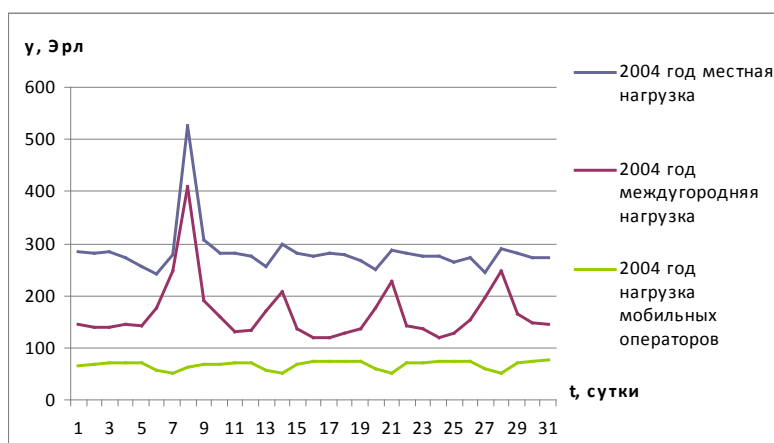


Рис. 2 График месячной нагрузки с суточным усреднением (март 2004 года).

В 2005 году при общем увеличении интенсивности нагрузки тенденции ее изменения аналогичны тенденциям 2004 года.

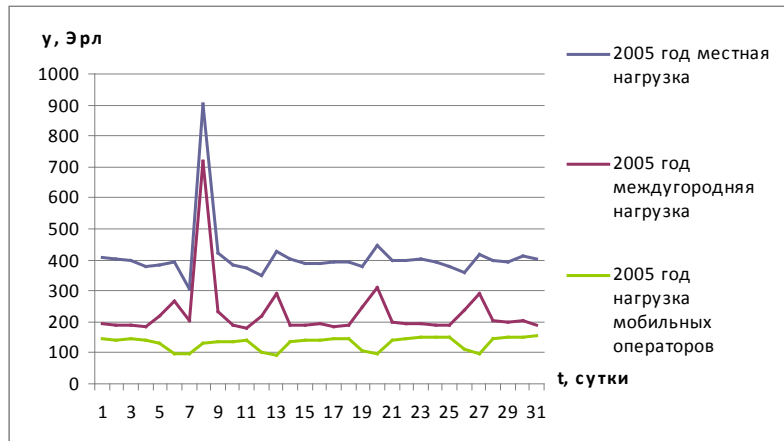


Рис. 3 График месячной нагрузки с суточным усреднением (март 2005 года).

В 2006 году наблюдается уравнивание доли междугородней нагрузки и нагрузки создаваемой операторами мобильной связи, что обуславливает необходимость более детального изучения вероятностно-временных характеристик создаваемых ими потоков вызовов. Общие тенденции изменения нагрузки сохраняются, т.е. для междугородней нагрузки характерно ее увеличение в выходные дни, а для нагрузки операторов мобильной связи – спад. Кривая, характеризующая местную нагрузку, становится все менее ярко выраженной и наблюдается незначительное повышение интенсивности нагрузки в воскресенье.

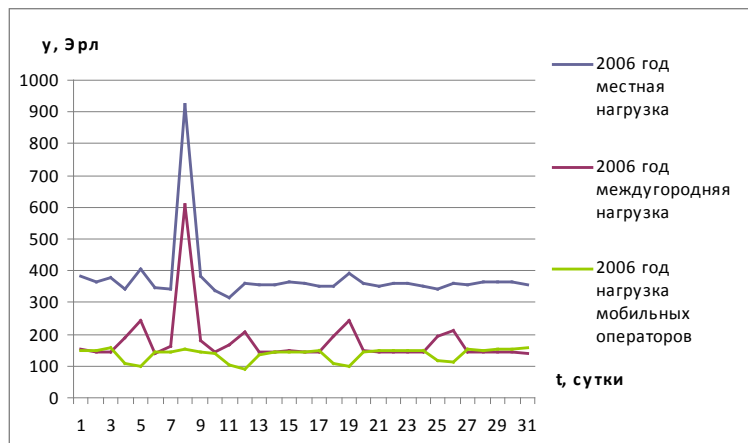


Рис. 4 График месячной нагрузки с суточным усреднением (март 2006 года).

Результаты измерений позволяют проанализировать изменение числа вызовов по дням месяца. При этом хорошо прослеживаются недельные колебания нагрузки и ярко выраженные пики, приходящиеся на праздник 8 Марта. Нагрузка в этот день в 2003 году составила 196%, 216%, 88% от средней интенсивности нагрузки для местной, междугородней и мобильной связи соответственно. В 2004 году данные значения составили 186%, 246%, 93%; в 2005 году соответственно 220%, 315%, 98%; в 2006 году – 245%, 343% и 99%. Особый интерес вызывает изменение объема и параметров нагрузки операторов мобильной связи, передаваемой по телефонным сетям и их соотношение с нагрузкой телефонных сообщений.

Данное исследование показывает основные тенденции изменения нагрузки на современных ТС, что еще раз подчеркивает то, что современные методы расчета объема сетевого оборудования не учитывают процессы, происходившие последние несколько десятилетий на ТС, не отражают перспективы конвергенции телефонных сетей с другими ТС, не учитывают реальную структуру потоков.

Заключение

В данной работе приведен лишь один пример анализа нагрузки различного вида на современной ТС. Данный пример наглядно показывает, что и количественно и качественно реальные параметры потоков сообщений на телекоммуникационных сетях существенно отличаются от модели, используемой при расчете количества оборудования ТС, применяемой проектными организациями в настоящее время, что доказывает важность и актуальность подобных исследований, которые могут решить ряд задач повышения качества предоставления услуг пользователям ТС. К таким задачам можно отнести:

- анализ влияния нетелефонной нагрузки на качество работы телефонной сети;
- анализ влияния нагрузки, создаваемой операторами мобильной связи, на качество работы телефонной сети;
- анализ корректности используемых методов расчета соединительных устройств на современных ТС;
- анализ соответствия применяемой модели потока вызовов потокам, циркулирующим на реальных ТС в настоящее время.

Естественно, приведенный перечень задач неполный, однако он позволяет делать вывод о необходимости и своевременности подобных исследований. Исследования параметров потоков вызовов и нагрузки на реальных ТС выполняются уже в течение длительного времени. Объем используемой выборки требует применения новых методов анализа, основанных как на использовании современных систем управления базами данных, так и специально разработанных для данных исследований программных продуктов. Существующие методы измерения параметров сообщений на ТС и исследования полученных результатов необходимо корректировать в соответствии с новыми задачами и новыми возможностями, что и является одной из целей дальнейших исследований.

Благодарности

Настоящая работа была выполнена при поддержке интернационального проекта *ITHEA XXI* Института информационных теорий и их приложений *FOI ITHEA* и Ассоциации *ADUIS* Украина (Ассоциация разработчиков и пользователей интеллектуальных систем).

The paper is published with financial support by the project ITHEA XXI of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA (www.ithea.org) and the Association of Developers and Users of Intelligent Systems ADUIS Ukraine (www.aduis.com.ua).

Литература

1. Гайворонская Г.С. Исследование параметров объединенного потока вызовов // Труды УГАС "Информатика и связь". – 1997. – с. 222-226
2. Гайворонская Г.С. Исследование параметров объединения информационных потоков различных видов связи в единый интегральный поток вызовов // Труды III Международной НТК по электросвязи, телевизионному и звуковому вещанию. – Одесса, 1997. – с. 128–239
3. Гайворонская Г.С. Объединение потоков нагрузки на сетях связи с обходными направлениями // Труды УГАС «Информатика и связь». – 1998
4. Гайворонская Г.С. Оценка параметров объединенного потока вызовов при помощи имитационного моделирования // Труды УНИИРТ. – 1998. – №2 (14). – с. 93-98

Информация об авторе

Илья Ганницкий – Одесская государственная Академия холода; аспирант кафедры информационно-коммуникационных технологий; ул. Дворянская, 1/3, Одесса – 82, 65082, Украина; e-mail: immortalbrain@gmail.com

Главные области научных исследований: потоки вызовов, нагрузка в современных телекоммуникационных сетях