

УДК 621.3

**ЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАФИКА СЕТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ**

**Киреева Н.В., Чупахина Л.Р.**

*ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Самара, e-mail: garip4ik555@mail.ru*

Представлен частный случай исследования параметров сети для определения законов распределений, которым подчиняется сетевой трафик. Использование программ моделирования и статистического сбора информации (пакетов), с последующим построением гистограмм по снятым параметрам сети, позволило получить представленное аналитическое решение. Результаты показывают, что точные оценки параметров трафика можно вычислить, зная тот закон распределения функции времени ожидания, который обоснованно отвечает поведению трафика, передаваемого от обрабатывающего устройства к получателю.

**Ключевые слова:** система массового обслуживания, анализ трафика сети, гистограмма, распределение Парето, Вейбулла, логнормальное, самоподобие

**SPECIAL CASE OF RESEARCH OF PARAMETERS OF THE NETWORK TRAFFIC FOR DEFINITION OF THE LAW OF DISTRIBUTION OF TIME OF TRANSFER OF PACKAGES**

**Kireeva N.V., Chupakhina L.R.**

*Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, e-mail: garip4ik555@mail.ru*

The special case of research of parameters of a network for definition of laws of distributions to which the network traffic submits is presented. Use of programs of modeling and statistical collection of information (packages), with the subsequent creation of histograms in the removed network parameters, allowed to receive the presented analytical decision. Results show that exact estimates of parameters of a traffic can be calculated, knowing that law of distribution of function of a waiting time which reasonably answers behavior of the traffic transferred from the processing device to the recipient.

**Keywords:** queuing system, analysis of a traffic of a network, histogram, the Pareto distribution, Weibull distribution, lognormal distribution self-similarity

Научные работы в сфере телекоммуникаций в основном посвящены исследованию информационных потоков, их статистических характеристик, и качественному выбору обоснованности математических моделей аналитического или имитационного характера. Необходимо учитывать, что в настоящее время есть много работ [1, 2, 3, 4] по исследованию трафика в IP-сетях, где каждому виду трафика сопоставлен закон распределения. Известно [1, 2, 3, 4], что наиболее широко применяются три вида распределений: Парето, Вейбулла и логнормальное, анализируя которые можно получить выражения для среднего времени задержки пакета в обрабатывающем устройстве и среднее время задержки пакета в сети [5, 6, 7, 8]. При этом при объединении потоков от однородных и разнородных источников трафика, сохраняется свойство самоподобия. Самоподобные процессы можно обнаружить по следующим равноценным признакам: медленно затухающая дисперсия, наличие долговременных зависимостей, наличие распределения с тяжелыми хвостами. Количественной оценкой степени

самоподобия потока трафика является параметр Хёрста (от 0,5 до 1) [1, 9].

**Цель исследования.** Основной задачей исследования является поиск математических моделей самоподобных процессов, происходящих в мультисервисной телекоммуникационной сети, и методов определения параметров на разных узлах сети. Современные научные исследования передачи мультимедийных сообщений и оценки услуг предоставления трафика, неоднократно доказывают, что процессы, происходящие в сети, обладают неустойчивой структурой. Появление самоподобных свойств, задержек, не согласуемых с требованиями провайдера при передаче трафика, является основным вопросом, который требует решения.

**Материалы и методы исследования**

Как было сказано, интерес к поведению самоподобного и непрерывного трафика, особенно мультисервисной сети, является актуальной задачей. Существует несколько методов расчета показателей при данном стечении обстоятельств, но доказательств их применимости мало.

Многие исследователи стараются решить данную проблему с использованием классических методов.

Например, с использованием классической теории Маркова, которая рассматривает предположения, что трафик описывается пуассоновскими распределениями. Однако доказано, что распределение трафика, описывающего самоподобные случайные процессы, отличается от пуассоновского, и превышает ожидаемые показатели качества обслуживания в несколько раз [1, 2, 3, 4]. Поэтому главной проблемой является то, что на практике не всегда удается согласовать результаты имитационного моделирования и экспериментальных наблюдений.

В данной статье мы рассматриваем вопрос описания трафика на примере частных случаев, а именно, нахождения его закона распределения, который наиболее точно показывает и приближает к его реальной структуре. При исследовании характеристик трафика использовались методы экспериментального наблюдения, анализа статистик с помощью программы-снифера WireShark.

### Результаты исследования и их обсуждение

С целью исследования статистических характеристик мультимедийных потоков сети Internet, в том числе степени их самоподобия, анализировали три типа трафика:

- трафик Internet (передача данных);
- дополнительно с трафиком п. 1 добавляется трафик, формируемый просмотром видео-файла в режиме реального времени;
- дополнительно с трафиком п. 1 и 2 добавляется трафик IP-телефонии (Skype).

Все современные мультисервисные сети используют технологии, основанные на коммутации пакетов, в частности такие

технологии, как ATM и MPLS. Использование законов распределения длительности сообщений и времени их поступления на передачу позволяет оценить качество обслуживания трафика мультисервисной сети. Анализируя поступающие потоки трафика можно определить параметры функционирования обслуживающего устройства [9].

Для анализа класса распределений процессов поступления интервалов времени между пакетами и длительности пакетов была использована программа Easyfit Professional. Данный программный продукт позволяет произвести автоматическую селекцию класса статистических распределений.

В результате проведенных исследований трафика, были сопоставлены законы распределения, которые представлены в таблице.

При анализе трафика с помощью программы-снифера WireShark получаем статистические данные в форме текстовых файлов при измерении трафика. Затем выражаем по снятым статистическим данным реального потока, поступающего на вход сетевого элемента, параметры, такие как интервалы времени поступления пакетов, длины пакетов, и аппроксимируем их функции плотности распределения в виде гистограмм.

При аппроксимации снятых параметров трафика в программе Easyfit Professional получаем следующие законы распределения, представленные на рис. 1, 2, 3, 4, 5.

Тип трафика	Уровень	Закон распределения	
		интервалы времени между пакетами	длины пакетов
Internet	Канальный	Парето	Вейбулла
VoIP	Прикладной	Парето	Логнормальное
IP	Сетевой	Парето	Вейбулла

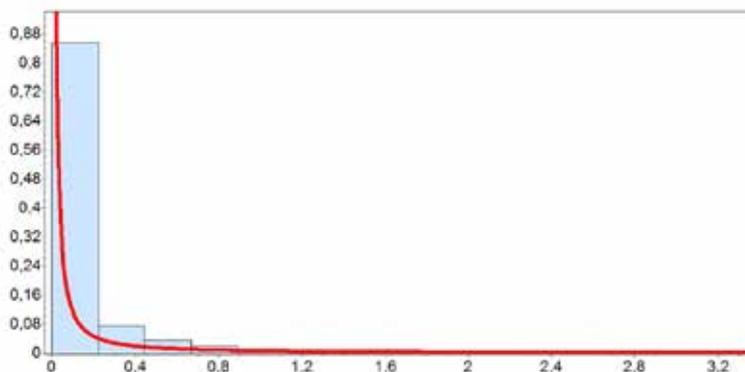


Рис. 1. Гистограмма измерений длительности поступления пакетов

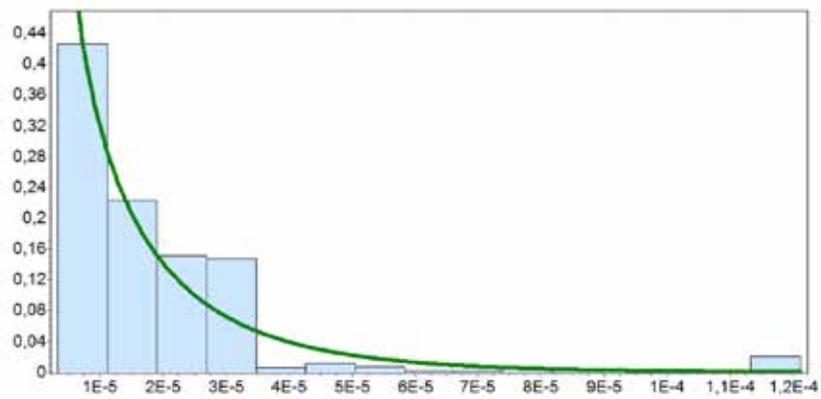


Рис. 2. Гистограмма измерений длительности обслуживания пакетов

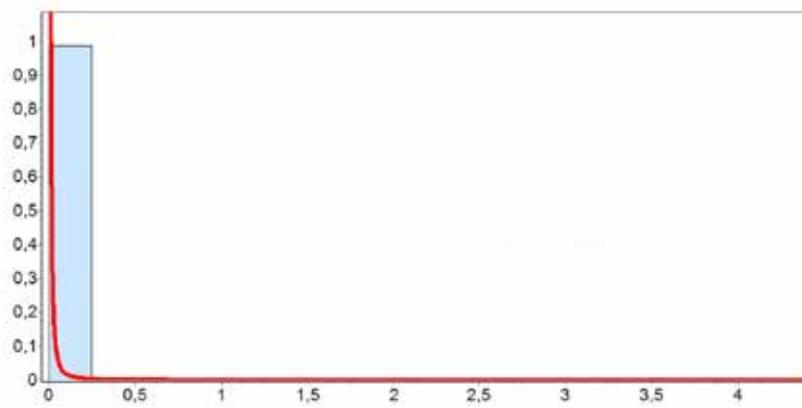


Рис. 3. Гистограмма измерений длительности поступления пакетов

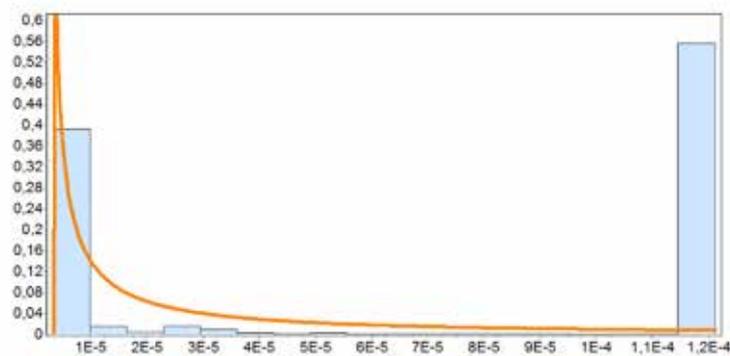


Рис. 4. Гистограмма измерений длительности обслуживания пакетов

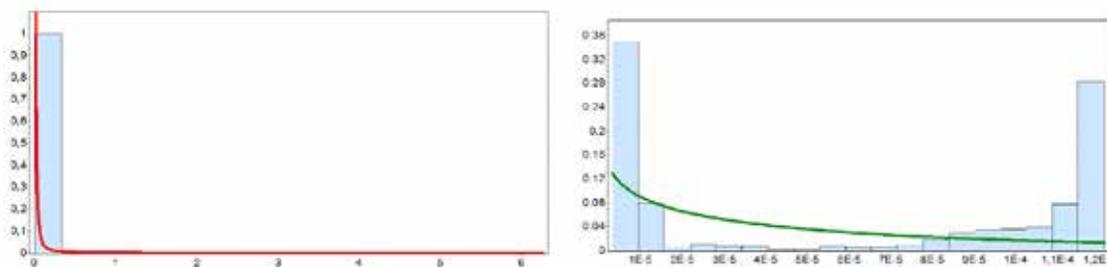


Рис. 5. Гистограмма измерений длительности поступления пакетов и длительности обслуживания пакетов

Следовательно, для первого случая интервалы времени между пакетами подчиняются закону распределения Парето с параметрами  $\alpha = 0,316$ ,  $\beta = 3,026 \cdot 10^{-4}$  (рис. 1), а длины пакетов – Вейбулла ( $\alpha = 0,836$ ,  $\beta = 1,286 \cdot 10^{-5}$ ,  $\gamma = 3,36 \cdot 10^{-6}$ ) (рис. 2).

Следовательно, для второго случая интервалы времени между пакетами подчиняются закону распределения Парето с параметрами  $\alpha = 0,763$ ,  $\beta = 2,188 \cdot 10^{-4}$  (рис. 3), а длины пакетов – логнормальному ( $\sigma = 2,489$ ,  $\mu = -10,652$ ,  $\gamma = 3,408 \cdot 10^{-6}$ ) (рис. 4).

Следовательно, для третьего случая интервалы времени между пакетами подчиняются закону распределения Парето с параметрами  $\alpha = 0,668$ ,  $\beta = 2,793 \cdot 10^{-4}$ , а длины пакетов – Вейбулла ( $\alpha = 0,787$ ,  $\beta = 6,432 \cdot 10^{-5}$ ) (рис. 5).

### Выводы

Большой практический интерес представляют оценки параметров трафика, передаваемого по каналам в период наибольшей нагрузки, которые зачастую невозможно определить. Поэтому, зная законы распределения, которым подчиняется реальный трафик, можно определить среднее время задержки пакета в сети, используя спектральный метод решения интегрального уравнения Линдли [7]. Следовательно, можно сделать вывод, что имитационное моделирование не имеет возможности подстраиваться под постоянно изменчивый характер трафика. Исследование и анализ его необхо-

димо осуществлять средствами аналитических методов, алгоритмов, так как их применение позволяет наиболее точно оценить параметры сети.

### Список литературы

1. Агеев, Д.В. Методика определения параметров потоков на разных участках мультисервисной телекоммуникационной сети с учетом эффекта самоподобия / Д.В. Агеев, А.А. Игнатенко, А.Н. Копылев // Проблемы телекоммуникаций. – 2011. – № 3 (5). – С. 18 – 37.
2. Савченко А.С. Информационно-энтропийный подход к оценке производительности компьютерных сетей с разнородным трафиком // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2014. – № 1. – С. 44-50.
3. Сиропятов О. А., Чечельницький В. Я. Сравнительный анализ теоретических подходов моделирования трафика с точки зрения соответствия сетям нового поколения // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2014. – № 4, № 1. – С. 57-67.
4. Lakhina A., Crovella M., Diot C. Characterization of network-wide anomalies in traffic flows // Proceedings of the 4th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement. – ACM, 2004. – С. 201-206.
5. Симонина О.А. Яновский Г.Г. Характеристики трафика в сетях IP // Труды учебных заведений связи. – 2004. – № 177. – С. 8 – 14.
6. Метод аппроксимации произвольной плотности распределения суммами экспонент / Блатов И.А., Карташевский В.Г., Киреева Н.В., Чупахина Л.Р. // Вестник ВГУ. – 2013. – № 2. – С. 53-57.
7. Решение уравнения Линдли спектральным методом для систем массового обслуживания общего вида / Блатов И.А., Карташевский В.Г., Киреева Н.В., Чупахина Л.Р. // Электросвязь. – 2014. – № 11. – С. 48 – 50.
8. Киреева Н.В., Буранова М.А., Поздняк И.С. Исследование трафика IP-телефонии с использованием пакета Fractan // Цифровая обработка сигналов и ее применение. – 2012. – Вып.: XIV. – Т. 2. – С. 501 – 503.
9. Пшеничников А.П., Полосухин М.Б. Анализ и моделирование потоков самоподобного трафика реального времени на мультисервисной сети связи // Электросвязь. – 2011. – № 1. – С. 24 – 26.