

УДК 004.057.4

*Н.А. Дементьев*

*Студент магистратуры*

*2 курс, факультет аспирантуры и магистратуры*

*Поволжский государственный Университет Телекоммуникаций и*

*Информатики*

*Россия, г. Самара*

## **АППРОКСИМАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ МУЛЬТИМИДИЙНОГО ТРАФИКА УЗЛА МСС.**

**Аннотация:** В данной статье предлагается методика аппроксимации распределения плотности вероятности мультимидиийного трафика узла МСС. Расчет погрешности. Решение задачи с помощью распределения Коши и Дагума. Что в итоге даст возможность улучшить скорость интернет трафика в МСС.

**Ключевые слова:** трафик, МСС, Распределение коши, аппроксимация, распределение Дагума.

N.A. Dementev  
Magistracy student  
2 course, faculty postgraduate and graduate department  
Povolzhskiy State University of Telecommunication and Informatic  
Russia, Samara

## APPROXIMATION OF THE PROBABILITY DENSITY DISTRIBUTION OF MULTIMIDIUM TRAFFIC OF THE MSS NODE.

*Annotation:*

*This article proposes a method for approximating the probability density distribution of multimedia traffic of an MSS node. Calculation of the error. Solving the problem using the Cauchy and Dagum distribution. Which in the end will provide an opportunity to improve the speed of Internet traffic in the MSS.*

*Keywords:* traffic, MSS, Cauchy distribution, approximation, Dagum distribution.

Аппроксимация распределения плотности вероятности мультимедийного трафика узла МСС. Рассмотрим случай обслуживания реального мультимедийного трафика в СМО, представленном узлом МСС.

Вначале введем следующие обозначения плотности вероятности, аппроксимированные суммой экспонент. Обозначим функцию плотности вероятности временных интервалов между прибытием пакетов как  $a(\tau)$ , а функцию плотности вероятности временных интервалов для обработки пакетов (длины пакетов) как  $b(\xi)$  в соответствии с обозначениями, принятыми .

Мы используем следующие аппроксимирующие выражения плотностей вероятностей временных интервалов между пакетами  $a(\tau)$  и времени обслуживания  $b(\xi)$ :

$$a(\tau) = \sum_{k=1}^n a_k e^{-\alpha_k \tau},$$

$$b(\xi) = \sum_{k=1}^l b_k e^{-\beta_k \xi}.$$

где  $k = 1, \dots, n$ ,  $n = 5$  и  $k = 1, \dots, l$ ,  $l = 5$  соответственно.

### **Пример**

Мы аппроксимируем плотности вероятности временных интервалов между прибытием пакетов и временем обслуживания видеотрафика IPTV оборудования абонентского доступа.

Гистограммы плотностей вероятностей видеопотока IPTV на входе приемника IPTV показаны на рис. 3.14, 3.17, 3.18. Гистограмма плотности вероятности временных интервалов между пакетами аппроксимируется распределением Коши, длиной выборки временных интервалов между пакетами  $i$  и  $\tau$ , где  $i$  - моменты прибытия пакетов,  $i = 1, 2, \dots, 100000$ .

Решая задачу аппроксимации распределения Коши для параметров, задаваемых суммой убывающих экспонент, аналогично тому, как это делается, получаем выражение в виде:

$$a(\tau) = a_1 e^{-\alpha_1 \tau} + a_2 e^{-\alpha_2 \tau} + a_3 e^{-\alpha_3 \tau} + a_4 e^{-\alpha_4 \tau} + a_5 e^{-\alpha_5 \tau},$$

с коэффициентами:  $n = 5$ ,  $a_1 = 0,5240$ ,  $a_2 = -3,3552$ ,  $a_3 = 22,2058$ ,

$$a_4 = -58,6077, a_5 = 65,4504, \alpha_k = \frac{k}{m}, m = 0,044.$$

Результат аппроксимации функции плотности вероятности временных интервалов между пакетами видеопотока IPTV и  $(\tau)$  показан на рисунке

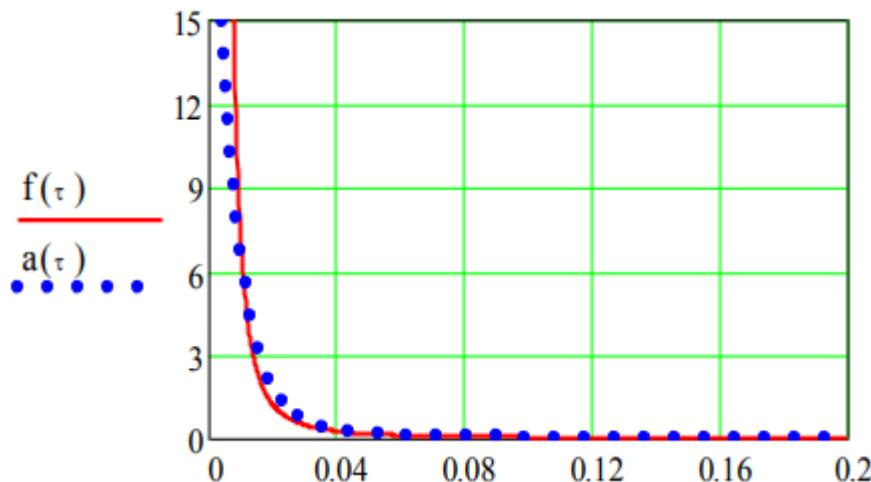


Рис. 1. Плотность вероятностей интервалов времени между пакетами видеотрафика IPTV на входе ресивера IPTV (линия – исходная, точки – сумма экспонент)

График абсолютной погрешности вычисления  $R(\tau)$  для функции плотности вероятностей  $a(\tau)$  приведен на рис. 2.

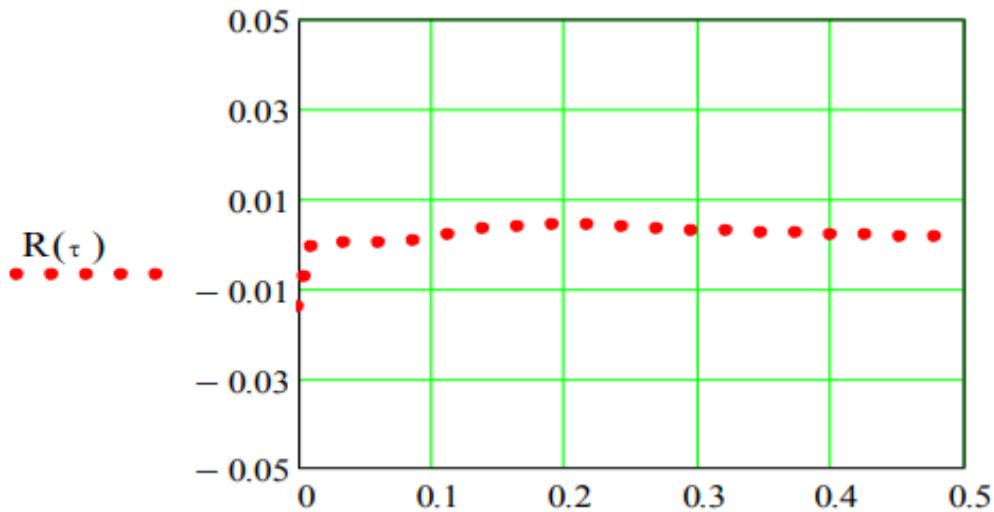


Рис. 2. График абсолютной погрешности  $R(\tau)$

Расчет показывает, что аппроксимация функции плотности вероятности имеет максимальное значение ошибки  $R(\tau) = 0,01$ .

Далее мы приближаемся к плотности вероятности временных интервалов для обслуживания пакетов видеотрафика IPTV на входе приемника IPTV  $j \xi, 104$ , где  $j$  - время прибытия пакетов для услуги,  $j = 1, 2, \dots, 10000$ . На предыдущем рисунке показана гистограмма, выраженная суммой двух функций, в которой второй пик обозначен дельта-функцией для простоты. Осталось аппроксимировать суммой убывающих экспонент первое слагаемое в распределении смеси.

Аппроксимируя распределение Дагума, представленное на рисунке, суммой затухающих экспонент, из получаем выражение:

$$b(\xi) = b_1 e^{-\beta_1 \xi} + b_2 e^{-\beta_2 \xi} + b_3 e^{-\beta_3 \xi} + b_4 e^{-\beta_4 \xi} + b_5 e^{-\beta_5 \xi}.$$

с коэффициентами:  $l = 5$ ,  $b_1 = 35,179$ ,  $b_2 = -136,257$ ,  $b_3 = 305,545$ ,  $b_4 = -270,161$ ,

$$b_5 = 109,389, \quad \beta_k = \frac{k}{m}, \quad m = 0,32.$$

График аппроксимации суммой затухающих экспонент плотности вероятностей времени обслуживания видеотрафика IPTV  $b(\xi)$  представлен на рисунке ниже:

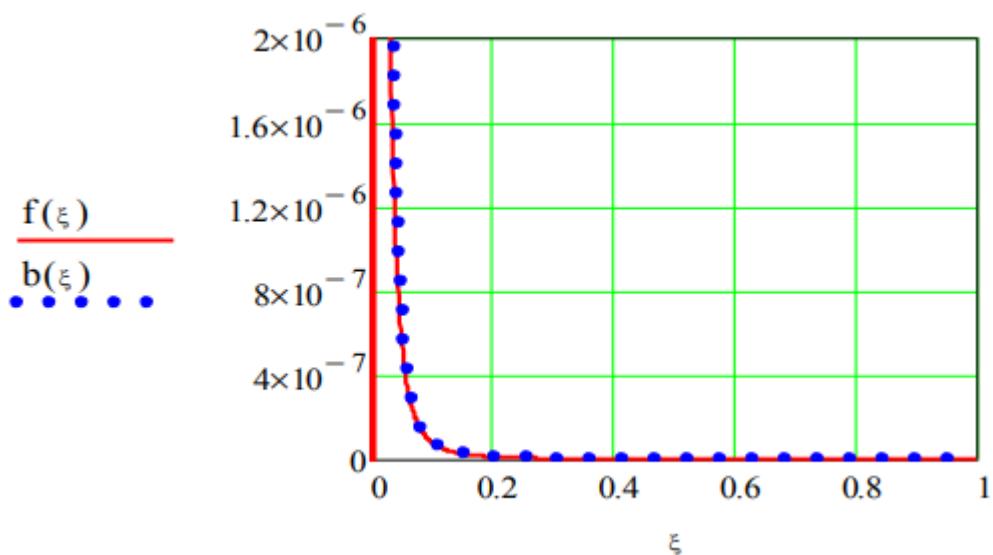


Рис. 3. Плотность вероятностей времени обслуживания видеотрафика IPTV на входе ресивера IPTV (линия – исходная, точки – сумма экспонент)

График абсолютной погрешности вычисления  $R(\xi)$  функции плотности вероятностей  $b(\xi)$  приведен на рис. 4.

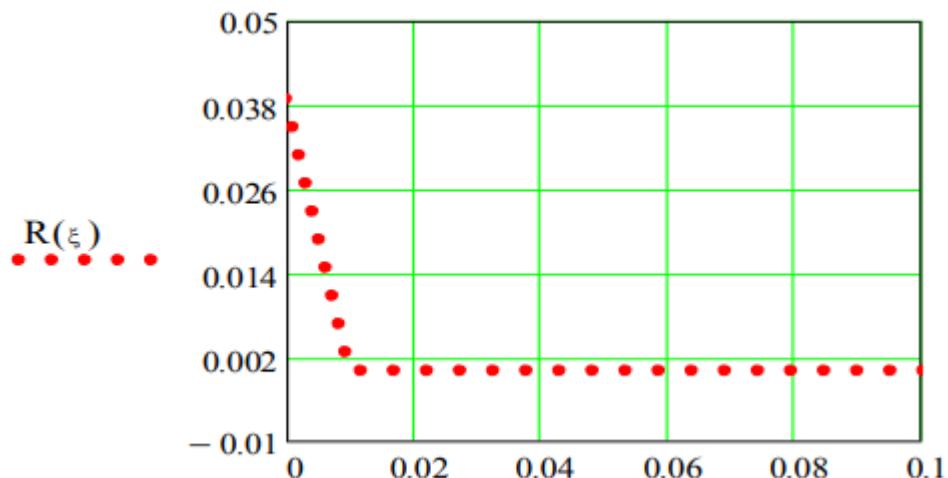


Рис. 4. График абсолютной погрешности  $R(\xi)$

Максимальное значение абсолютной погрешности аппроксимации функции плотности вероятности пакета из суммы разлагающихся экспоненциальных показателей  $R(\xi) = 0,038$  (рис. 4). Таким образом, использование алгоритма для аппроксимации функции случайной плотности вероятности суммой разлагающихся показателей позволяет получить выражения, приемлемые для использования в аналитических методах расчета

узлов МСС как в СМО. Дальнейшие исследования показывают, что значения ошибок  $R(\tau)$  и  $R(\xi)$  можно считать удовлетворительными, используя доступные приближения в спектральном методе Линдли решения IE.

Список литературы:

1. Буранова, М.А. Исследование статистических характеристик самоподобного телекоммуникационного трафика / М.А. Буранова // Инфокоммуникационные технологии. – 2012. – №4. – Том 10. – с. 35-41.
2. Ващенко, Г.В. Вычислительная математика. Основы конечных методов решения систем линейных алгебраических уравнений [Электронный ресурс] / Г.В. Ващенко. – Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Vashchenko2005ru.pdf> – Загл. с экрана (дата обращения: 25.05.2014).
3. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1969. – 576 с.
4. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные применения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Высшая школа, 2000. – 284 с.