

## В порядке дискуссии

УДК 621.391.1

### О НЕДОСТАТКАХ КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Б.Я. Лихтциндер**

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики  
443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23

E-mail: lixt@psuti.ru

**Аннотация.** *Рассматриваются особенности существующей классификации систем массового обслуживания, показаны ее недостатки. Основным недостатком является отсутствие информации о корреляционных и взаимно корреляционных свойствах потоков. Недостатком обозначений Кендалла является также отсутствие возможности классификации систем по характеру изменения входной нагрузки.*

**Ключевые слова:** *классификация Кендалла, потоки заявок, очереди, корреляция, загрузка, распределения.*

#### Введение

Существует множество моделей систем массового обслуживания (СМО). Для них были разработаны различные принципы классификации. Более пятидесяти лет назад была предложена классификация Д. Кендалла [1], основанная всего на трех символах. Для описания СМО использовалась запись следующего вида:

$$A/B/n.$$

Первый символ определяет характер входящего потока заявок. Распределение длительности обслуживания заявок идентифицируется вторым символом. Величина  $n$  указывает на количество обслуживающих приборов. В дальнейшем, указанная классификация была модифицирована отечественным ученым Г.П. Башариным [2], и включает следующую последовательность символов:

$$A/B/S,K,N,f,z,$$

где  $A$  – закон распределения промежутков между вызовами входящего потока;

$B$  – закон распределения времени обслуживания вызовов;

$S$  – структура коммутационной системы;

$K$  – максимальное состояние системы;

$N$  – число источников нагрузки;  
 $f$  – приоритетность обслуживания;  
 $z$  – число мест для ожидания.

Если символы  $K$ ,  $N$ ,  $z$  в обозначении модели отсутствуют, то они по умолчанию не ограничены. Первые два символа  $A$  и  $B$  могут характеризовать следующие законы распределения:  $M$  – показательное;  $D$  – равномерной плотности (постоянное);  $G$  – произвольное (general). Если вместо символа  $S$  изображен символ  $V$ , то коммутационная система однозвенная полнодоступная. Отсутствие символа  $f$  означает, что постановка вызовов в очередь и выборка вызовов из очереди на обслуживание осуществляется без приоритетов

Однако, указанные классификации имеют один общий недостаток. Все рассматриваемые в них случайные величины считаются взаимно независимыми и не коррелированными. Учитываются только законы распределения вероятностей.

### **Корреляция**

Исследования телекоммуникационных сетей с коммутацией пакетов показали, что потоки пакетов в таких сетях существенно отличаются от пуассоновских и носят явно выраженный пачечный характер. Пачечность потоков свидетельствует о значительной корреляционной зависимости между поступающими пакетами, и пренебрегать корреляционными свойствами такого трафика уже нельзя.

Вместе с тем, обозначения, учитывающие корреляционные свойства потоков в рассмотренной выше системе классификации, отсутствуют и потоки заявок характеризуются исключительно законами распределения интервалов между соседними заявками. (Подразумевается, что заявки являются независимыми и корреляция в потоке отсутствует). Нами было неоднократно показано, что наличие положительной корреляции в потоке заявок приводит к возникновению больших очередей, по сравнению с потоками, имеющими аналогичное распределение вероятностей интервалов времени между соседними заявками, при отсутствии корреляционной зависимости [3].

### **Взаимная корреляция**

Классификация Кендалла четко разделяет случайные величины, характеризующие входной поток заявок (параметр  $A$ ) и случайные величины, характеризующие производительность системы массового обслуживания (параметр  $B$ ), считая их взаимно независимыми. В реальных сетях с пакетной коммутацией это далеко не так. Параметр  $B$  учитывает время обработки пакета  $\tau$  в СМО, которое зависит не только от ее производительности, но и от размеров самого пакета, относящихся к характеристикам входного потока.

Следовательно, между указанными случайными величинами имеется весьма жесткая взаимная корреляционная связь, что противоречит ограничениям, принятым в классификации Кендалла. Наличие двух взаимно коррелированных случайных величин, одна из которых характеризует свойства входного потока, а другая – свойства СМО, существенно усложняет анализ таких систем. Стремление заменить две взаимно коррелированные случайные величины одной случайной величиной привело к созданию интервальных методов анализа процессов образования очередей в СМО [3].

В качестве такой случайной величины предлагается ввести интервальный коэффициент загрузки  $m_i$ , который представляет числа заявок, поступающих в систему в течение времени  $\tau_i$  обработки одной заявки. Указанная случайная ве-

личина полностью характеризует процесс образования очередей, а ее математическое ожидание в точности равно коэффициенту загрузки СМО  $\overline{m}_i = \rho$ . Эта величина все чаще используется при анализе телекоммуникационного трафика [4]. Такой подход, потребует объединения первых двух позиций классификации Кендалла и введения соответствующих новых обозначений.

### **Заключение**

В последние годы мы все чаще являемся свидетелями изменений и дополнений, вносимых специалистами в существующую классификацию Кендалла-Башарина и, по-видимому, назрела необходимость в ее модернизации.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Kendall D.G. Some Problems in the theory of queues // Journal of Royal Statistical Society. 1951. В: V. 13. N2. P.151–173.
2. Башарин Г.П. Лекции по математической теории телетрафика: М.: Изд. РУДН, 2009. 342 с.
3. Лихтциндер Б.Я. Трафик мультисервисных сетей доступа (интервальный анализ и проектирование). М.: Горячая линия – Телеком, 2018. 290 с.
4. Степанов С.Н. Теория телетрафика. Концепции, модели, приложения. М.: Горячая линия-Телеком. 2015. 808 с.

*Статья поступила в редакцию 3 июля 2020 г.*

## **ON DISADVANTAGES OF THE CLASSIFICATION OF QUEUING SYSTEM**

***B. Ya. Likhttsinder***

Povolzhskiy state University of Telecommunications and Informatics,  
23, L. Tolstoy st., Samara, 443010, Russian Federation

E-mail: lixt@psuti.ru

***Abstract.*** *The features of the existing classification of queuing systems are considered, its disadvantages are shown. The main disadvantage is the lack of information about the correlation and cross-correlation properties of flows. The disadvantage of Kendall's designations is also the lack of the possibility of classifying systems by the nature of the change in the input load.*

***Keywords:*** *Kendall classification, application flows, queues, correlation, load, distributions.*

### **REFERENCES**

1. Kendall D.G. Some Problems in the theory of queues // Journal of Royal Statistical Society. 1951. В: V. 13. N2. P. 151–173.
2. Basharin G.P. Lectures on the mathematical theory of teletraffic: Textbook. Ed. 3rd fix. and add. М.: Publishing house RUDN, 2009. 342 p.
3. Likhttsinder B.Ya. Traffic of multiservice access networks (interval analysis and design). Moscow: Hotline-Telecom, 2018. 290 p.
4. Stepanov S.N. Teorija teletrafika. Concepcion, modeli, prilozhenija [Teletraffic theory. Concepts, models, applications]. Moscow, Goryachaya liniya-Telecom Publ., 2015, 808