

27. Теляковский, С. А. Условия интегрируемости тригонометрических рядов и их приложение к изучению линейных методов суммирования рядов Фурье / С. А. Теляковский // Изв. АН СССР. Сер. мат. — 1964. — Т. 28, № 6. — С. 1209—1236.

28. Тригуб, Р. М. Суммируемость и абсолютная сходимость рядов Фурье в целом / Р. М. Тригуб // Метрические вопросы теории функций и отображений. — Киев : Навук. думка, 1971. — Вып. 2. — С. 165—266.

29. Тригуб, Р. М. Суммируемость рядов Фурье и некоторые вопросы теории приближений / Р. М. Тригуб ; Донецкий гос. ун-т. — Донецк, 1980. — 235 с. — Деп. в ВИНТИ АН СССР 08.12.1980, № 5145—80 Деп.

30. Тихомиров, В. М. Теория приближений / В. М. Тихомиров // Современ. проблемы мат. Фундаментальные направления. — М. : ВИНТИ АН СССР, 1987. — Т. 14. — С. 103—260. — (Итоги науки и техники).

31. Теляковский, С. А. О работах по теории приближения функций, выполненных в МИАНе / С. А. Теляковский // Тр. Матем. ин-та АН СССР. — 1988. — Т. 182. — С. 128—179.

Материал поступил в редакцию 16.06.2013 г.

**В. В. Бураковский**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», Гомель

## НЕСИММЕТРИЧНАЯ МНОГОМАРКЕРНАЯ КОЛЬЦЕВАЯ ЛОКАЛЬНАЯ СЕТЬ

Построена математическая модель несимметричной многомаркерной кольцевой локальной сети с конечными буферами и вентиляционной дисциплиной обслуживания; получены стационарные вероятности состояний и основные вероятностно-временные характеристики сети.

Mathematical model of nonsymmetric multitoken ring local area network with finite capacity buffers and gated service discipline was described; stationary probabilities and main characteristics of network were obtained.

**Ключевые слова:** многомаркерная локальная сеть, станция, вентиляционное обслуживание.

**Key words:** multitoken local area network, station, gated service.

**Введение.** Многомаркерные локальные сети [1, с. 117] представляют большой интерес в связи с широким распространением беспроводных сетей передачи данных.

Будем рассматривать несимметричную компьютерную локально-вычислительную сеть с протоколом маркерного доступа, с конечным числом  $N$  абонентских станций (далее — АС), с конечными буферами ёмкости  $m$  на каждой АС. Количество маркеров меньше числа станций. Моменты приходов и уходов всех маркеров синхронизированы, т. е. даже при поступлении маркера на АС, где нет сообщений для передачи, он может остаться на станции до тех пор, пока не будут переданы все сообщения, подлежащие передаче с других АС кольца согласно действующей в кольце дисциплине обслуживания.

**Методология исследования.** Обозначим через  $\delta$  время передачи сообщения (свободного маркера) между соседними АС,  $a$  — время приёма сообщения на АС-адресате,  $\Delta = N\delta + a$  — время передачи одного сообщения по кольцу. Поступающие на  $i$ -ю АС сообщения образуют простейший поток с интенсивностью  $\lambda_i$ ,  $i = \overline{1, N}$ .

Дисциплина обслуживания на каждой АС вентиляная, т. е. маркеры обслуживают все сообщения в каждой очереди. АС пронумерованы таким образом, что их номера возрастают по направлению движения маркеров. Причём после прохождения  $N$ -й АС маркер поступает на 1-ю АС. Каждая АС может находиться в одном из  $m + 1$  состояний. Если буфер станции занят полностью, то все поступающие на эту станцию сообщения теряются.

При поступлении на свободную АС маркер немедленно отправляется на следующую станцию. Время перехода между соседними станциями считается одинаковым для всех АС. При поступлении маркера на станцию, в буфере которой имеется хотя бы одно сообщение, начинается передача сообщений. Скорость движения сообщения по кольцу такая же, как и скорость движения маркера.

Время перехода маркера от одной АС к следующей равно  $\delta$ , если маркер поступил на свободную АС. Если на АС имеется хотя бы одно сообщение, то время перехода маркера к следующей АС равно  $\Delta + \delta$ .

Поскольку поведение описанной компьютерной локально-вычислительной сети в моменты поступления маркеров на АС описывается периодической цепью Маркова, процедура определения стационарных вероятностей состояний сети имеет вид

$$\left\{ \begin{array}{l} P(i_1 + l, i_2 + l, \dots, i_r + l) = P(i_1, i_2, \dots, i_r) \prod_{k=0}^{l-1} A_{i_1+k, i_2+k, \dots, i_r+k}, \\ P(i_1, i_2, \dots, i_r) \left( I - \prod_{k=0}^N A_{i_1+k, i_2+k, \dots, i_r+k} \right) = 0, \\ P(i_1, i_2, \dots, i_r) \left( I + \sum_{s=1}^{N-1} \prod_{k=0}^s A_{i_1+k, i_2+k, \dots, i_r+k} \right) \uparrow\uparrow = 1, \end{array} \right.$$

где  $j = 2, 3, \dots, N$ ;

$\uparrow\uparrow$  — вектор столбец размера  $(m + 1)^N$ , составленный из единиц;

$I$  — единичная матрица размерности  $(m + 1)^N (m + 1)^N$ ;

$A_{i, i+1}$  —  $(m + 1)^N (m + 1)^N$  — матрица вероятностей переходов из  $i$ -го периодического класса в состояние  $(i + 1)$ -го класса.

Характеристики, которые определяют эффективность функционирования компьютерной локально-вычислительной сети:

1. Вероятность, что все АС свободны:

$$P_0 = \sum_{i=1}^N p^{(i)}(0, 0, \dots, 0).$$

2. Вероятность, что все АС заняты:

$$P_* = \sum_{i=1}^N p^{(i)}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N) I_{\{\alpha_1 \neq 0, \alpha_2 \neq 0, \dots, \alpha_N \neq 0\}}.$$

3. Коэффициент загрузки АС:

$$\rho_k = \sum_{i=1}^N \sum_{\alpha_i=0}^m \dots \sum_{\alpha_{k-1}=0}^m \sum_{\alpha_k=1}^m \sum_{\alpha_{k+1}=0}^m \dots \sum_{\alpha_N=0}^m p^{(i)}(\alpha_1, \dots, \alpha_{k-1}, \alpha_k, \alpha_{k+1}, \dots, \alpha_N).$$

4. Среднее время нахождения маркера на АС:

$$TMS_k = \sum_{\alpha_k=1}^m \sum_{\alpha_1=0}^m \dots \sum_{\alpha_N=0}^m p^{(k)}(\alpha_1, \dots, \alpha_k, \dots, \alpha_N) \max_{1 \leq i \leq N} \{\alpha_i\} \Delta.$$

5. Среднее число занятых АС:

$$L = \sum_{i=1}^N \sum_{\alpha_i=0}^m \dots \sum_{\alpha_N=0}^m p^{(i)}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) [I_{\{\alpha_i \neq 0\}} + \dots + I_{\{\alpha_n \neq 0\}}],$$

где  $P^{(i)}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N)$  — вероятность того, что при поступлении маркера на  $i$ -ю АС состояние сети будет  $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N)$ ,  $\alpha_i$  равно  $\overline{0, m}$ , при  $i$ , равном  $\overline{1, N}$ .

**Заключение.** Полученные характеристики дают возможность проектировать локальные сети и оптимизировать их работу [2, с. 38].

## Список цитируемых источников

1. Бураковский, В. В. Симметричные многомаркерные КЛВС / В. В. Бураковский // Аэрокосмическое приборостроение России. Сер. 2., Авионика, вып. 4. — СПб. : НААП. — 2005. — С. 117—122.

2. Бураковский, В. В. Симметричная кольцевая локальная сеть с протоколом маркерного доступа, буферами конечной ёмкости и вентильной дисциплиной обслуживания / В. В. Бураковский // Аэрокосмическое приборостроение России. Сер. 2., Авионика, вып. 4. — СПб. : НААП. — 2005. — С. 38—46.

Материал поступил в редакцию 27.07.2013 г.

*Ю. П. Золотухин*

Учреждение образования «Гродненский государственный университет», Гродно

## ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПИСЬМЕННО-УСТНОГО ЭКЗАМЕНА ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Раскрывается опыт проведения письменно-устного экзамена по вузовской математической дисциплине, основанного на принципе уровневой дифференциации экзаменационного материала. Приводится демонстрационный вариант билета экзамена. Сообщаются критерии оценивания ответов студентов.

Writing-an oral examination, based on principle of level of differentiation of content, has a high degree of objectivity and manufacturability.

**Ключевые слова:** письменно-устный экзамен, уровневая дифференциация, экзаменационный билет, демонстрационный вариант, критерии оценивания.

**Key words:** writing-an oral exam, level differentiation, examination ticket, demo version, evaluation criteria.

**Введение.** В последние годы экзамен по дисциплине «Дифференциальная геометрия и топология» на факультете математики и информатики учреждения образования «Гродненский государственный университет» проводится в письменно-устной форме. Преподавателям учреждений высшего образования хорошо известны преимущества и недостатки письменной и устной форм экзамена, совмещение которых в одном экзамене позволяет суммировать преимущества и то же время устранить некоторые негативные моменты.

**Методология.** Содержание экзамена дифференцировано. Выделены базовый, повышенный и углублённый уровни теоретической и практической подготовки. Уровневая дифференциация теоретического