

39. Sewell, W. E. On the polynomial derivative constant for an ellipse / W. E. Sewell // American Mathematical Monthly. — 1937. — Vol. 44. — P. 577—578.
40. Sewell, W. E. Degree of approximation by polynomials in the complex domain / W. E. Sewell. — Princeton : Princeton university press, 1942. — IX+236 pp.
41. Бруй, И. Н. Дифференцирование аппроксимационного процесса для одного класса регулярных функций / И. Н. Бруй ; Ред. журн. «Изв. АН БССР. Сер. физ.-мат. н.». — Минск, 1975. — 18 с. — Деп. в ВИНТИ АН СССР 09.06.1975. — № 1625-75 Деп.
42. Бруй, И. Н. О классе насыщения метода Рисса суммирования рядов Фабера / И. Н. Бруй // Теория функций и приближений : Труды 4-й Саратовской зимней школы, 25 янв. — 5 февр. 1988 г. : Межвуз. научный сборник : В 3 ч. — Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1990. — Часть 2. — С. 54—56.
43. Бруй, И. Н. Ряды Фабера и классы аналитических функций / И. Н. Бруй // Всесоюзная школа «Теория приближения функций» : Тезисы докладов, Луцк, 31 авг. — 8 сент. 1989 г. — Киев : Ин-т математики АН УССР, 1989. — С. 29.
44. Бруй, И. Н. Конструктивные описания некоторых классов функций на замкнутых жордановых областях с гладкой границей / И. Н. Бруй, И. Йо // Problems of pure and applied mathematics : Abstracts of conference : 21—22.IX 1990. — Tartu : Tartu Ülikool, 1990. — P. 152—155.
45. Бруй, И. Н. О классах насыщения некоторых методов суммирования рядов Фабера / И. Н. Бруй // Вестник Белорус. гос. ун-та. Серия 1. — 1993. — № 1. — С. 69—70.

УДК 519.872.5

**В. В. Бураковский**, кандидат физико-математических наук, доцент, **А. Д. Разгуляев**  
*Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», Гомель*

## СИММЕТРИЧНАЯ МАРКЕРНАЯ КОЛЬЦЕВАЯ СЕТЬ СО СЛУЧАЙНЫМ ВЫБОРОМ ДИСЦИПЛИНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ СООБЩЕНИЙ

**Введение.** Применение локальной вычислительной сети (далее — ЛВС) в настоящее время приобрело массовый характер во многих отраслях машиностроения, особенно наукоемких, к которым относятся авиаприборостроение, ракетостроение и др. Поэтому представляет интерес проблема повышения эффективности их практического применения.

Протокол маркерного доступа — одна из самых эффективных схем, обеспечивающих связь между станциями в кольцевой сети передачи данных [1]. Кольцевая ЛВС (далее — КЛВС) с маркерным доступом относится к протоколам детерминированного множественного доступа циклического типа [2]. Она представляет собой совокупность абонентских станций (далее — АС), соединенных последовательно двухточечными линиями. Абонентские станции получают право на передачу данных при получении специального служебного кадра — маркера, циркулирующего по кольцу. Функционирование сети происходит в соответствии со стандартом ANSI/IEEE 802.5 [3]. При поступлении маркера на АС может случайным образом подключаться ординарная (ordinary) или вентиляционная (gated) дисциплины обслуживания сообщений [4]. Математическими моделями КЛВС с маркерным доступом являются циклические системы массового обслуживания [5]. Адекватность математических моделей, описывающих КЛВС с ординарной, а также вентиляционной дисциплиной обслуживания стоящих в буфере АС сообщений, проверялась с помощью разработанных имитационных моделей [6]. Основные вероятностно-временные характеристики, полученные с помощью стационарных вероятностей состояний рассматриваемой сети, необходимы для анализа эффективности и оптимизации функционирования КЛВС [7].

**Основная часть.** Рассматривается симметричная КЛВС с протоколом маркерного доступа (стандарт ANSI/IEEE 802.5). На каждой из абонентских станций кольца имеется конечный буфер емкости  $m$  ( $m > 1$ ). Всего в сети  $N$  АС, связанных между собой моноканалом. Так, АС занумерованы таким образом, что номер станции увеличивается по направлению движения маркера по кольцу. При поступлении маркера на произвольную АС случайным образом подключается одна из двух дисциплин обслуживания находящихся в буфере сообщений. С вероятностью  $p$  включается ординарная, а с вероятностью  $1 - p$  подключается вентиляционная дисциплина обслуживания.

Поступающие на каждую АС (независимо от номера) сообщения образуют простейший поток интенсивности  $\lambda$ . В момент поступления маркера на АС она может находиться в одном из  $m + 1$  состояний в зависимости от числа сообщений, находящихся в буфере АС, с соответствующими вероятностями  $p_i$ ,  $0 \leq i \leq m$ . Сообщения, поступающие на АС с полностью занятым буфером, теряются.

Обозначим через  $\delta$  время передачи сообщения между соседними АС. Для приема сообщения на АС-адресате необходимо время  $a$ . Время передачи (обслуживания) одного сообщения для любой станции:  $\Delta = N\delta + a$ .

Будем рассматривать состояния КЛВС в моменты поступления маркера на станции. Поскольку имеется очевидная симметрия процессов передачи сообщений в сети, исследуется произвольная АС кольца. Поведение рассматриваемой КЛВС в моменты поступления маркера на фиксированную АС описывается неприводимой, неперiodической цепью Маркова.

Ввиду симметричности КЛВС будем считать, что если на рассматриваемой АС подключается одна из двух дисциплин обслуживания (ординарная или вентиляльная), то и на всех АС до возвращения маркера на рассматриваемую станцию также происходит обслуживание согласно этой же дисциплине. При следующем поступлении маркера на рассматриваемую АС случайным образом опять для всех станций включается какая-то из дисциплин обслуживания, стоящих в буферах сообщений. Предполагается, что при поступлении маркера буфер на АС, с которой происходит передача сообщений, блокируется для их поступления до окончания передачи.

**Стационарные вероятности и вероятностно-временные характеристики функционирования сети.**  
Процедура определения стационарных вероятностей состояний рассматриваемой КЛВС:

$$(p_0, p_1, \dots, p_m) = (p_0, p_1, \dots, p_m)(pQ + (1-p)G),$$

$$\sum_{i=0}^m p_i = 1,$$

где  $Q$  и  $G$  — матрицы переходных вероятностей размерности  $(m+1) \cdot (m+1)$  для ординарной и вентиляльной дисциплин обслуживания соответственно.

Матрица переходных вероятностей для ординарной дисциплины обслуживания сообщений имеет вид:

$$Q = \begin{bmatrix} q_0 & q_1 & q_2 & \dots & q_{m-1} & q_m \\ q_0 & q_1 & q_2 & \dots & q_{m-1} & q_m \\ 0 & q_0 & q_1 & \dots & q_{m-2} & q_{m-1} + q_m \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & q_0 & 1 - q_0 \end{bmatrix},$$

а элементы ее вычисляются по формулам:

$$q_i = \sum_{k=0}^{N-1} \frac{(\lambda(N\delta + k\Delta))^i}{i!} e^{-\lambda(N\delta + k\Delta)} C_{N-1}^k (1-p_0)^k p_0^{N-k-1}, \quad 0 \leq i \leq m-1, \quad q_m = 1 - \sum_{i=0}^{m-1} q_i.$$

Основными характеристиками, определяющими эффективность функционирования рассматриваемой КЛВС, являются следующие:

- средняя длина очереди на АС:  $L = \sum_{i=1}^m i p_i$ ;
- средняя продолжительность обслуживания сообщений на АС:  $TM = (pKZ + (1-p)L)\Delta$ ;
- среднее число обслуженных за время обращения маркера по кольцу сообщений:

$$MS = p \sum_{k=0}^N k C_N^k (1-p_0)^k p_0^{N-k} + (1-p) \sum_{k=0}^{Nm} k \sum_{r_0=0}^N \dots \sum_{r_m=0}^N \frac{N!}{r_0! \dots r_m!} p_0^{r_0} \dots p_m^{r_m};$$

- среднее время обращения маркера по кольцу:  $TL = N\delta + \Delta \cdot MS$ .

**Заключение.** В работе представлена математическая модель симметричной кольцевой локальной сети с протоколом маркерного доступа, на каждой станции которой имеется буфер конечной емкости. Обслуживание сообщений происходит по одной из двух дисциплин (ординарной или вентиляльной), которые подключаются к очереди случайным образом. Предложенная модель основана на предположении о независимости процессов, протекающих на различных станциях. Она позволяет значительно сократить число состояний и упростить процедуру определения стационарных вероятностей сети, а также облегчить получение основных характеристик ее функционирования и построение имитационной модели. Локальные сети такого типа очень широко используются в настоящее время, проблемы их оптимизации, эффективности работы являются актуальными.

#### Список цитируемых источников

1. Takagi, H. Analysis of Polling Systems / H. Takagi. — Cambridge, M.A.: MIT Press, 1986. — 198 p.
2. Бакс, В. Кольцевые локальные сети с маркерным доступом и их производительность / В. Бакс // ТИИЭР. — 1989. — № 2. — С. 121—142.
3. ANSI/IEEE 802.5 Standard-1985. Token-passing Ring Access Method and Physical Layer Specification // IEEE Press. — 1985. — 89 p.
4. Бураковский, В. В. Локальные вычислительные сети: курс лекций по спецкурсу для студентов специальности 1-31 03 01 02 «Математика (научно-педагогическая деятельность)» специализации 1-31 03 01 02 06 «Теория вероятностей и математическая статистика» / В. В. Бураковский, В. О. Родченко. — Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2008. — 78 с.

5. Бураковский, В. В. Симметричная кольцевая локальная сеть с протоколом маркерного доступа, буферами конечной емкости и вентиляционной дисциплиной обслуживания / В. В. Бураковский // Сборник научных трудов / Нац. ассоциация авиаприборостроителей (НААП). — СПб., 1998. Вып. 1 : Аэрокосмическое приборостроение России. Сер. 2. Авионика. — С. 38—46.

6. Бураковский, В. В. Имитационная модель КЛВС с бесконечными буферами и вентиляционным обслуживанием / В. В. Бураковский // Materialy IX mezinárodní vědecko-praktická conference “Efektivní nástroje moderních věd-2013”. — 27 dubna — 05 května 2013 roku / Publishing House “Education and Science” s.r.o.; Sefredaktor Z. Cernak. — Praha, 2013. — Dil 40. — Matematika. — P. 19—22.

7. Бураковский, В. В. Кольцевая локальная сеть с протоколом маркерного доступа / В. В. Бураковский, Г. А. Медведев // Техника средств связи. Сер. Системы связи. — 1990. — Вып. 7. — С. 9—16.

УДК378.147.88

Н. В. Водопьян

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## О ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ

**Введение.** Качественная подготовка специалистов и обеспечение предприятий высококвалифицированными кадрами — главная задача любого учреждения высшего образования, основа его устойчивого развития.

Современный инженер — это специалист, для системы знаний и умений которого характерна целостность в понимании проблем на теоретическом, практическом и рефлексивном уровнях [1].

С учетом прогнозного видения тех изменений, которые могут произойти, скажем, к 2030 году, грамотный инженер обязан овладеть языком представления технических систем, знать общие закономерности их поведения в разных условиях, освоить знания по оценке свойств и принципам выбора технических решений [2]. В связи с этим повышение практико-ориентированной подготовки специалистов и углубление связей с предприятиями-заказчиками кадров является одной из основных задач повышения качества подготовки специалистов и конкурентоспособности высшего образования в мировом образовательном пространстве.

**Основная часть.** Высокая динамика требований работодателя к выпускникам университетов инженерного профиля обусловила актуальность тесного сотрудничества кафедр инженерного факультета учреждения образования «Барановичский государственный университет» с промышленными предприятиями города и региона по вопросам формирования учебных планов, учебных программ, а также организации образовательного процесса и научных исследований. Одной из прогрессивных форм сотрудничества является открытие филиалов кафедр на базе предприятий.

Кафедрами инженерного факультета БарГУ созданы четыре филиала: филиал кафедры технологии машиностроения на базе филиала ЗАО «АТЛАНТ» — Барановичский станкостроительный завод (БСЗ); филиал кафедры оборудования и автоматизации производства на базе ОАО «Барановичский завод автоматических линий»; филиал кафедры аграрных дисциплин на базе ОАО «СтоловичиАгро» Барановичского района; филиал кафедры механизации и энергообеспечения производства на базе ОАО «Агрокомбинат “Мир” Барановичского района.

Основными задачами филиалов кафедр инженерного факультета являются:

- привлечение наиболее опытных инженеров к практическому обучению студентов. Квалифицированные специалисты предприятий преподают дисциплины профессионального цикла студентам факультета, являются руководителями дипломного проектирования, активно участвуют в разработке учебных программ;
- организация и проведение лабораторных занятий с использованием современного станочного оборудования предприятия, которым невозможно оснастить учебные лаборатории;
- ознакомление студентов с действующими на предприятии технологическими процессами, нормами и требованиями.

На всех филиалах кафедр оборудованы учебные лаборатории для проведения занятий, используется современное технологическое оборудование. На филиалах кафедр технологии машиностроения и оборудования и автоматизации производства руководством предприятий выделены производственные участки для проведения лабораторных работ и ознакомления студентов с современным уникальным оборудованием. При этом расположение филиалов кафедр на территории предприятий позволяет наглядно показать будущим специалистам те производственные процессы, о которых они слышали на лекционных занятиях.

На базе филиалов кафедр инженерного факультета в рамках научно-исследовательских работ аспирантами и магистрантами факультета выполняются совместные исследования по ионно-плазменному азотированию поверхностей деталей машин. Студенты второй ступени получения образования (магистратуры) проводят научные исследования, связанные с изучением физико-механических свойств металлов и эксплуатационных свойств деталей машин с использованием установки магнитно-импульсной обработки.

Необходимо отметить, что работниками филиалов (представителями предприятий) оказывается техническая помощь при изготовлении лабораторного оборудования и научных образцов по темам научно-исследовательских работ кафедр.