

УДК 004.75

ПРОЦЕДУРНАЯ МОДЕЛЬ СЕТЕВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА

Литвинов К.А.

ФГБОУ ВПО «ТГУ им. Г.Р. Державина», Тамбов, e-mail: uc-team@mail.ru

В работе рассмотрена процедура распределения информационных потоков на основе применения интегрального параметра «кибернетическая мощность информационной сети» для сетевых информационных систем. Данный параметр учитывает накопительные и передающие возможности системы при ограничении на время доведения пакета информации, что позволяет перераспределять информационные потоки для построения наиболее продуктивной потоковой ситуации. Для проверки эффективности применения предложенного подхода разработана процедурная модель, позволяющая сравнивать эффективность различных процедур распределения информационных потоков. В ходе исследования проведено имитационное моделирование. Приведены результаты, показывающие прирост основных показателей информационной эффективности при применении предложенной процедуры. На основе рассмотренных результатов сделан вывод о том, что применение кибернетической мощности информационной сети способно существенно повысить эффективность работы сетевых информационных систем.

Ключевые слова: кибернетическая мощность путевой цепи, кибернетическая мощность информационной сети, распределение информационных потоков, процедура распределения информационных потоков

MODEL OF LOAD ZONE AND PROCEDURE FOR DISTRIBUTION OF INFORMATION FLOWS IN NETWORK

Litvinov K.A.

TSU G.R. Derzhavin, Tambov, e-mail: uc-team@mail.ru

The paper considers the procedure of distribution of information flow through the use of the integral parameter «cybernetic power of information network» for network information systems. This option involves storage and transmission parameters of the network while limiting the time for bringing the information package through network. That allows to build the most productive flow situation. Procedural model is developed to test the effectiveness of the proposed approach. This model compares the effectiveness of different allocation procedures of information flow. The results shows the growth of all key performance indicators in the application of the distribution procedure. Results of modeling shows that the application of a cybernetic power of network can substantially increase the efficiency of the network.

Keywords: cybernetic power of route chain, cybernetic power of network, route management, procedure of route management

Современные сетевые информационные системы (СИС) строятся на основе дифференцированного подхода, в основу которого положено рассмотрение сети как множества узлов и информационных каналов, связывающих их. При таком подходе определяющей является характеристика отдельных элементов системы, при этом, как правило, происходит максимизация одного параметра или вектора параметров при возможном ухудшении других. Существует также подход к оценке информационной эффективности сетевой системы, при котором она рассматривается как единая структура, состоящая из одноканальных систем [2, 4].

Целью работы является повышение информационной эффективности СИС на основе использования кибернетической мощности путевой цепи в качестве метрики процедуры распределения информационных потоков. Для одноканальной системы (ОС) кибернетическая мощность информационной сети определяется [3]

$$P_{oc} = NG |_{T_d}, \quad (1)$$

где N – максимальное количество пакетов в СИС, G – производительность системы, T_d – время доведения пакетов.

Если представить путь в СИС как цепь связанных между собой ОС, то можно рассчитать его кибернетическую мощность (рис. 1):

$$P_{пути} = \sum_{i \in \text{пути}} \frac{\Delta T_i}{T_d} P_i |_{\Delta T_i}, \quad (2)$$

$$T_d \geq \Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3. \quad (3)$$

Кибернетическая мощность путевой цепи отражает интенсивность процессов передачи и хранения информации по пути следования пакетов. При этом обязательным требованием является условие задержки пакетов. Время прохождения пакетом СИС T_d было не меньше суммы времен прохождения одноканальных систем ΔT_i всего пути. Поэтому мощность ОС при расчете мощности маршрутной цепи нормируется коэффициентом $\frac{\Delta T_i}{T_d}$. Критерием

выбора пути является его загруженность, оцениваемая значением кибернетической мощности. Пакет направляется по пути, имеющему минимальную кибернетическую мощность.

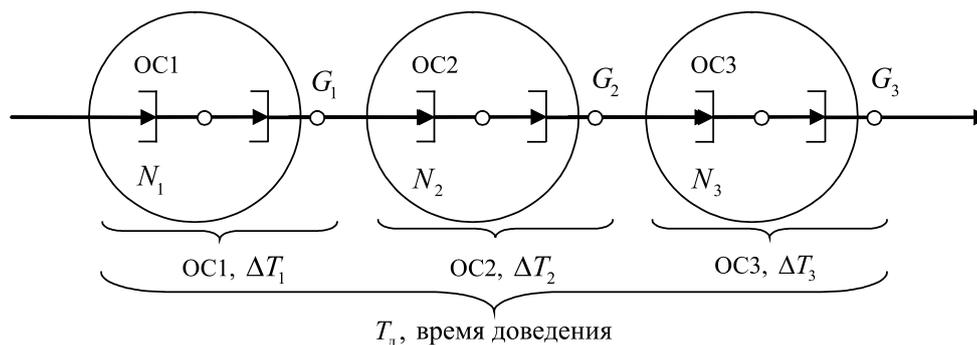


Рис. 1. Путевая цепь

В ходе исследования разработана процедурная модель СИС, [1, 5] позволяющая сравнивать различные подходы к решению задачи распределения информационных потоков в ней. Последовательность шагов процедурной модели имеет вид:

Шаг 1. Подготовка к моделированию. Генерация графа (топологии) СИС, параметров узлов и информационных каналов, сохранение значений параметров в файл.

Шаг 2. Инициализация. Загрузка графа (топологии) из файла. Инициализация параметров каналов и узлов системы. Инициализация процедур распределения информационных потоков.

Шаг 3. Решение задачи распределения информационных потоков [6].

Шаг 4. Имитация процессов обработки информации. Имитация протоколов передачи информации между узлами системы.

Шаг 5. Сбор статистики, показателей качества работы системы, расчет полной и мгновенной кибернетической мощности информационной сети.

Блок-схема работы процедурной модели представлена на рис. 2. Одним из основных блоков процедурной модели является блок построения потоковой ситуации. Он состоит из следующих этапов:

Этап 1. Построение начальной потоковой ситуации на основе числа транзитных участков. Этот вектор маршрутов считается основным [6].

Этап 2. Построение метрики на основе кибернетической мощности.

Этап 3. Построение новой потоковой ситуации (вектор альтернативных маршрутов) на основе метрики шага 2 [6].

Этап 4. Обработка пакета в зависимости от времени прохождения сети и кибернетической мощности основного и альтернативного пути.

Блок-схема процедуры распределения информационных потоков представлена на рис. 3. Для отклонения трафика и выбора

наиболее эффективного маршрута в СИС применяется следующая процедура:

1. Расчет кибернетической мощности путевой цепи основного и альтернативного маршрута. Выбор пути с минимальным показателем. В результате происходит выбор наименее нагруженного маршрута в сложившейся потоковой ситуации.

2. Расчет времени прохождения выбранного пути на основе статистики времени обработки информационного пакета в каждом узле. Сравнение времени жизни пакета с расчетным временем. Отклонение пакета в случае невыполнения временного ограничения.

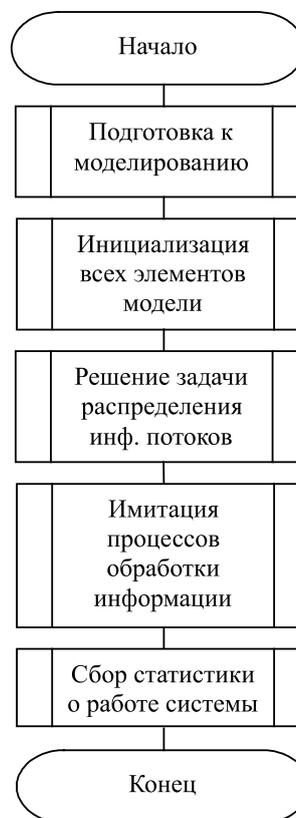


Рис. 2. Блок-схема работы процедурной модели

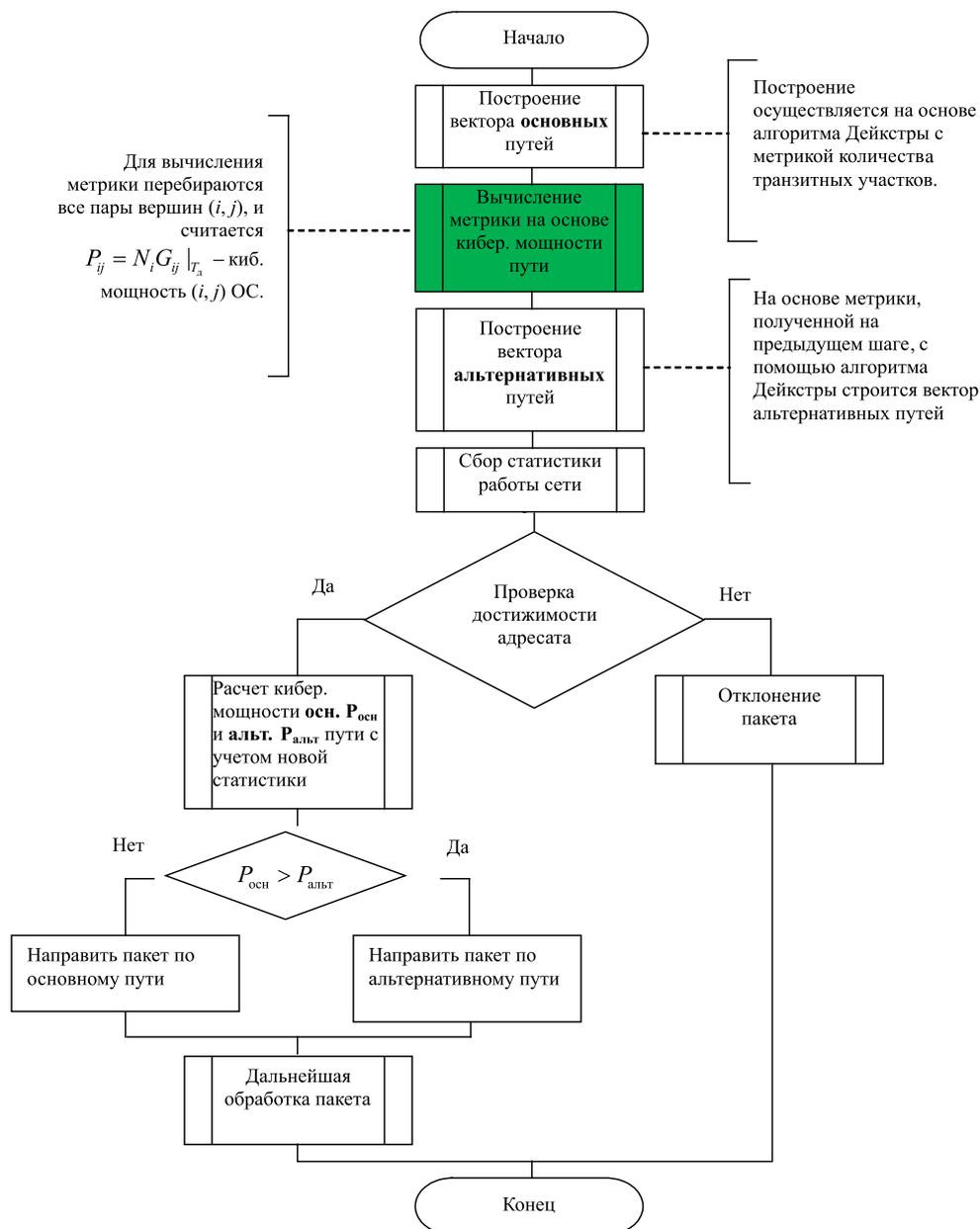


Рис. 3. Блок-схема процедуры распределения информационных потоков

Блок-схема процедуры отклонения информационных потоков представлена на рис. 4.

Исходные данные при моделировании: к-связность – 2, вероятность существования связи – 0,3 (сеть слабой связности); количество узлов в системе – 30; время моделирования – 10 мин; шаг дискретности времени – 1 мс; время жизни информационного пакета – 1 с; размер информационного пакета – 400 бит; скорость передачи в информационных каналах связи – 64000 бит/с. Для оценки информационной эффективности процедуры распределения информацион-

ных потоков на основе кибернетического параметра реализована с помощью сравнения со следующими процедурами:

А. Процедура распределения информационных потоков, основанная на кратчайших путях (сплошная линия). Основные особенности:

- движение пакетов из i -го узла в j -му только по одному маршруту;
- неизменность маршрутов движения пакетов (статичность ТМ).

Б. Процедура распределения информационных потоков, основанная на кратчайших путях с учетом накоплений (точечная линия).

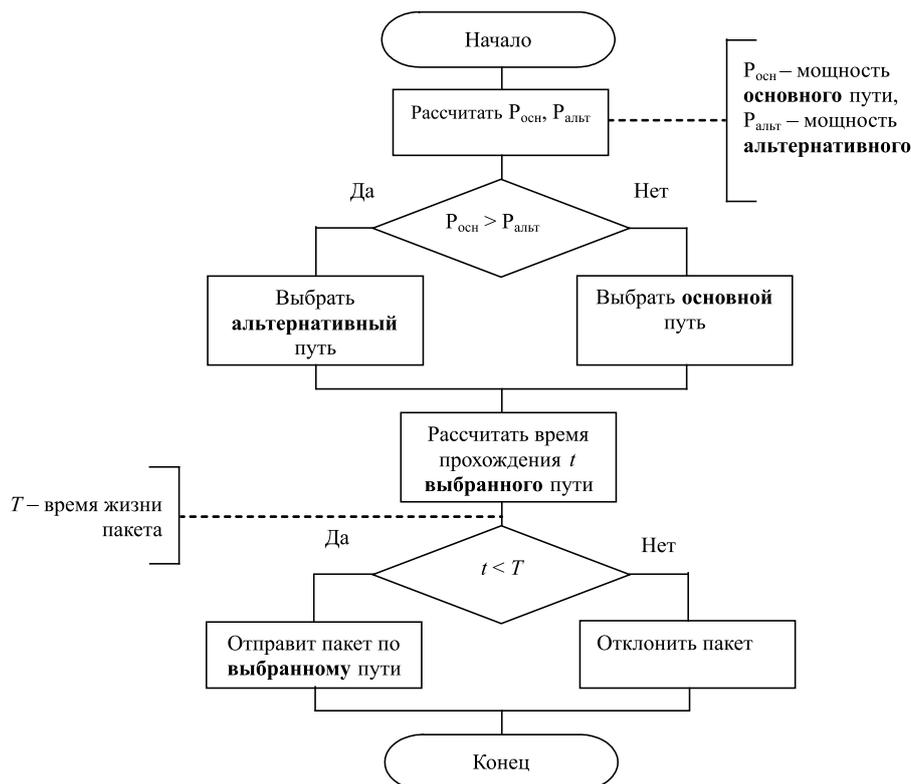


Рис. 4. Процедура отклонения информационных потоков

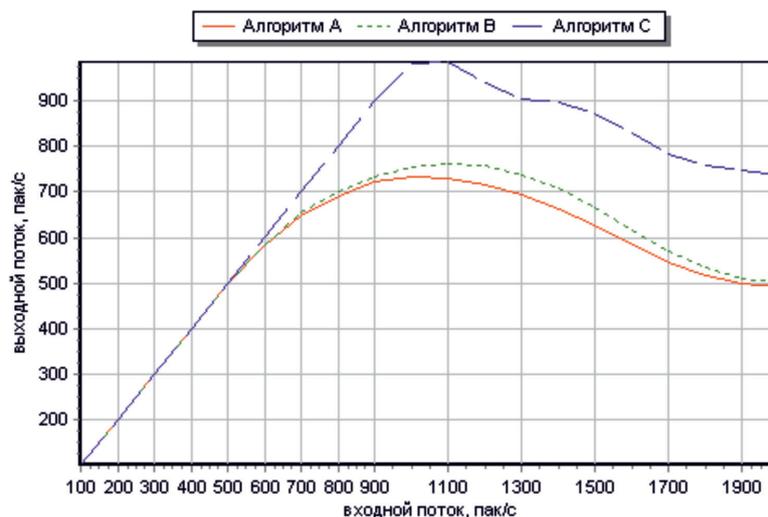


Рис. 5. Производительность СИС

- установление виртуального канала (как в варианте А);
- учет количества транзитных участков и накоплений при построении метрики СИС;
- адаптация потоковой ситуации к перегрузкам в системе каждые 30 с.

Результаты моделирования представлены на рис. 5–8. Процедура распределения информационных потоков на основе кибернетической мощности путевой цепи представлена пунктирной линией.

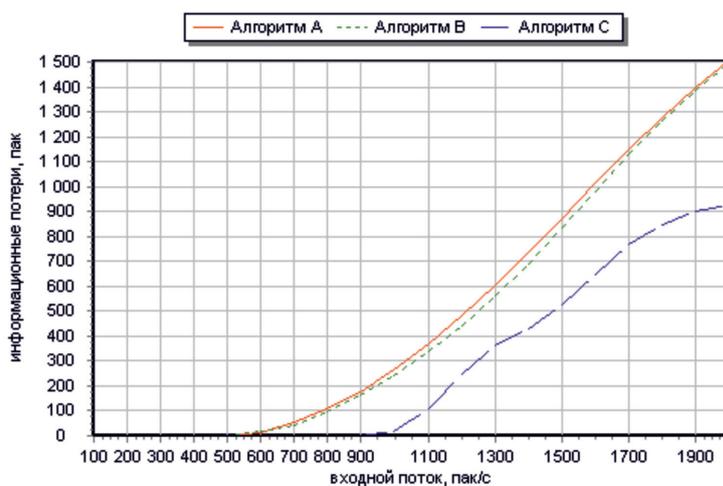


Рис. 6. Информационные потери в СИС

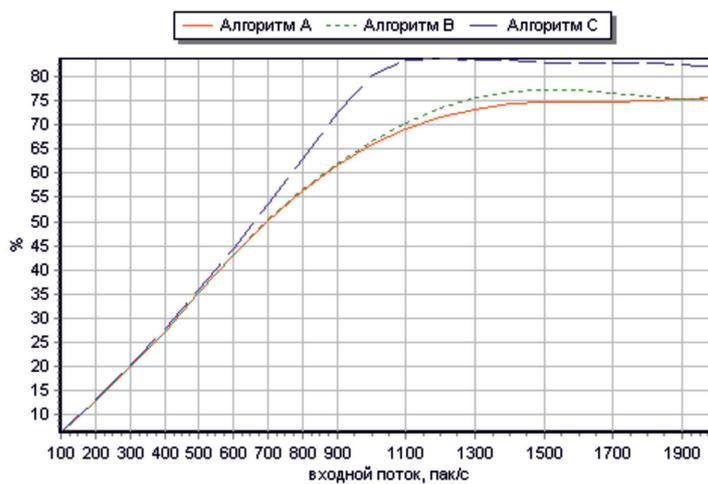


Рис. 7. Коэффициент использования каналов

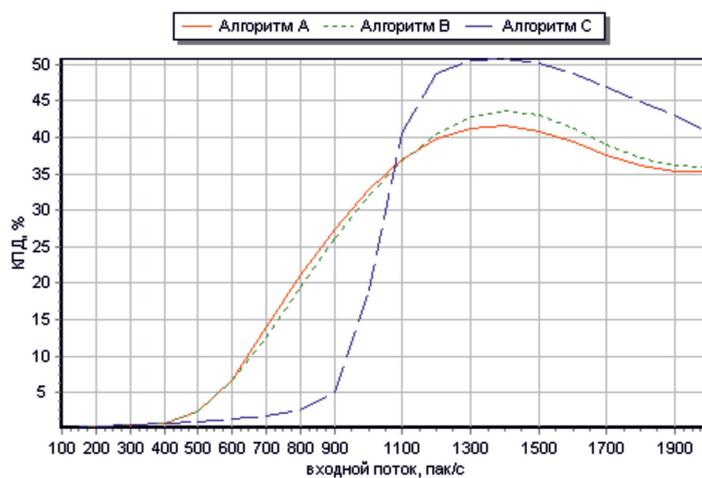


Рис. 8. КПД СИС в смысле передачи информации

Результаты моделирования показывают повышение информационной эффективности СИС при применении кибернетической мощности путевой цепи для распределения информационных потоков. КПД в смысле передачи информации исследуемого алгоритма выше сравниваемых в условиях высокой нагрузки. В условиях низкой нагрузки, из-за отсутствия накопления пакетов в СИС, КПД в смысле передачи информации исследуемой процедуры имеет меньшие значения.

Список литературы

1. Алгазинов Э. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем / Э. Алгазинов, А. Сирота. – М.: Диалог-МФТИ, 2009. – 416 с.
2. Бертсекас Д. Сети передачи данных / Д. Бертсекас, Р. Галлагер. – М.: Мир, 1989. – 544 с.
3. Пасечников И.И. Методология анализа и синтеза предельно нагруженных информационных сетей. – М: Издательство машиностроение-1, 2004. – 216 с.
4. Петров А.Е. Тензорная методология в теории систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 151 с.

5. Тарасик З.П. Математическое моделирование технических систем: учебник для вузов. – М.: ДизайнПРО, 1997. – 640 с.
6. Татт У.Т. Теория графов. – М.: Мир, 1988. – 424 с.

References

1. Algazinov Je. Analiz i kompjuternoe modelirovanie informacionnyh processov i sistem / Je. Algazinov, A. Sirota. M.: Dialog-MFTI, 2009. 416 p.
2. Bertsekas D. Seti peredachi dannyh / D. Bertsekas, R. Gallager. M.: Mir, 1989. 544 p.
3. Pasechnikov I.I. Metodologija analiza i sinteza predelno nagruzhennyh informacionnyh setej. M: Izdatelstvo mashinostroenie-1, 2004. 216 p.
4. Petrov A.E. Tenzornaja metodologija v teorii sistem. M.: Radio i svjaz, 1985. 151 p.
5. Tarasik Z.P. Matematicheskoe modelirovanie tehniceskikh sistem: uchebnik dlja vuzov. M.: DizajnPRO, 1997. 640 p.
6. Tatt U.T. Teorija grafov M.: Mir, 1988. 424 p.

Рецензенты:

- Горев П.Г., д.т.н., профессор, Тамбовский военный авиационный инженерный институт, г. Тамбов;
- Арзамасцев А.А., д.т.н., профессор, ТГУ им. Г.Р. Державина, г. Тамбов.