

УДК 004.75

## ПРОЦЕДУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СЕТЕВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ЗОНЫ НАГРУЗКИ

Литвинов К.А., Пасечников И.И.

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

В работе рассматривается модель зоны нагрузки сетевой информационной системы (СИС), характеризующаяся интенсивностью информационной нагрузки, создаваемой входящими информационными потоками. На ее основе с применением параметра «кибернетическая мощность информационной сети» построена процедура распределения информационных потоков. Данный параметр учитывает накопительные и передающие возможности сети при ограничении на время доведения пакета информации, что позволяет перераспределять информационные потоки для построения наиболее продуктивной потоковой ситуации. Проведено имитационное моделирование работы сетевой информационной системы. Приведены результаты моделирования СИС, подтверждающие эффективность предложенного подхода в условиях повышенного трафика. На основе приведенных результатов сделан вывод о том, что применение кибернетической мощности информационной сети способно существенно повысить эффективность работы сетевых информационных систем.

**Ключевые слова:** зона нагрузки, кибернетическая мощность информационной сети, распределение информационных потоков, процедура распределения информационных потоков

## PROCEDURE FOR DISTRIBUTION OF INFORMATION FLOWS IN NETWORK BASED ON LOAD ZONE

Litvinov K.A., Pasechnikov I.I.

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

This paper is devoted to load zone model of network, characterized by an intensity of incoming information flows. On its basis, using the parameter «cybernetic power information network» built the procedure of distribution of information flows. This option involves storage and transmission parameters of the network while limiting the time for bringing the information package through network. Simulation results of network, confirming the effectiveness of the proposed approach in terms of incoming information flows. The use of cybernetic power of network can substantially increase the efficiency of network.

**Keywords:** load zone, cybernetic power of network, route management, procedure of route management

Объектом рассмотрения является нагруженная распределенная сетевая информационная система (СИС), в которой проявляются свойства накопления, перераспределения и передачи потоков информации. Структурно она представляется устройствами обработки информации, связанными между собой информационными каналами [3, 5]. Так как в СИС имеется возможность хранения информации, то устройства обработки и передачи информации можно рассматривать как узлы коммутации (УК), а минимальные, информационно неделимые объемы передаваемой информации – пакетам.

Эффективность обработки и передачи информации СИС оценивается с помощью известных показателей: быстродействием, производительностью, временными задержками обработки пакетов, коэффициентом информационных потерь и другими, в том числе векторными показателями [4, 6]. Для оценки информационной эффективности СИС на основе одновременного учета скоростных и накопительных свойств системы, при ограничении на временную задержку пакетов, применяется интегральный

параметр – «кибернетическая мощность информационной сети» [2].

Целью работы является повышение эффективности передачи информации в СИС на основе определения зон нагрузки и использования в основе метрики процедуры распределения трафика параметра – «кибернетическая мощность информационной сети».

Кибернетическая мощность информационной сети определяется

$$P_{\text{ИС}} = NG \Big|_{T_d}, \quad (1)$$

где  $N$  – максимальное количество пакетов, находящихся в системе;  $G$  – производительность СИС;  $T_d$  – ограничение на временную задержку информационных пакетов.

Для нахождения информационной нагрузки на участок сети в окрестностях  $i$ -го УК системы определим кибернетическую мощность совокупности соединенных соседних с  $i$ -м узлом одноканальных систем (ОС), которые направляют свои информационные потоки на вход  $i$ -го УК в направлении единого выходного канала. На рис. 1 связанные между собой устройства участка СИС представляются совокупностью взаимодействующих ОС [1].

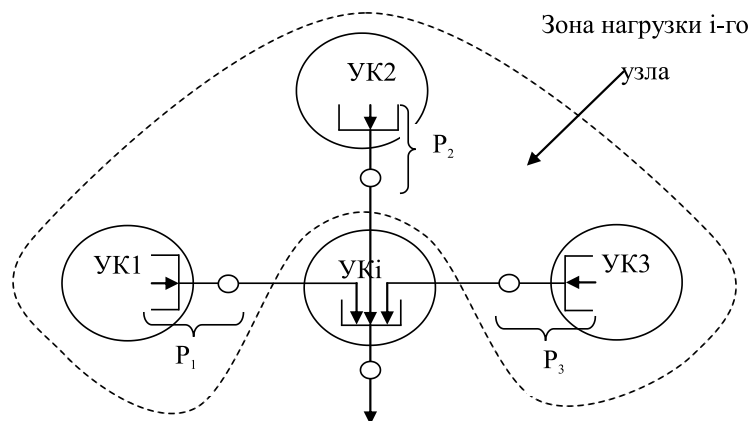


Рис. 1. Пояснение к определению кибернетической мощности зоны нагрузки

Под зоной нагрузки (ЗН) в окрестности  $i$ -го узла СИС понимается совокупность соседних для  $i$ -го узла ОС с информационными потоками, которые являются входящими для  $i$ -го узла системы и далее объединяются в общем выходном информационном канале. В результате кибернетическая мощность ЗН в окрестности  $i$ -го узла имеет вид:

$$P_{ЗН_i} = \sum_{j=1}^n N_{ocji} G_{ocji} \Big|_{T_d}, \quad (2)$$

где  $n$  – количество соседних узлов для  $i$ -го УК, а  $T_d$  – ограничение на временную задержку в соответствующем участке СИС. Существование зон нагрузки обусловлено суммарным воздействием входящих информационных потоков в результате решения задачи их распределения, протоколом множественного доступа и связностью топологии сети.

Кибернетическая мощность путевой цепи  $r$ , при условии одинаковой скорости передачи данных в каналах определяется суммой  $i$ -х кибернетических мощностей ЗН, соответствующих этой цепи:

$$P_{ЗН}^r = \sum_{i \in r} P_i. \quad (3)$$

При этом, значение кибернетической мощности зоны нагрузки устройства отправителя не входит в оценку пути (3) (рис. 2).

В условиях высокой нагрузки СИС, при разработке процедуры распределения информационных потоков, целевой задачей является минимизация кибернетической мощности путевой цепи, полученной на основе вычисления  $P_{ЗН}^r$  в окрестностях УК, составляющих эту цепь.

Процедура распределения информационных потоков на основе  $P_{ЗН}^r$  приведена на рис. 3 и включает следующие основные этапы:

1) построение начальной потоковой ситуации (вектор основных путей) в СИС на

основе количества транзитных участков с помощью алгоритма Дейкстры;

2) построение метрики на основе кибернетической мощности зон нагрузки в СИС;

3) построение потоковой ситуации на основе метрики шага 2 (вектор альтернативных путей) с использованием алгоритма Дейкстры;

4) проверка достижимости адресата и отправка пакета по пути с минимальной кибернетической мощностью путевой цепи.

Для тестирования эффективности работы приведенной процедуры разработана процедурная модель СИС, которая имеет следующие особенности: дискретная модель времени; буферы запоминающих устройств бесконечной длины; модель канала связи с идеальной обратной связью; идеальный захват одного пакета при случайном множественном доступе; случайная фиксированная топология с заданной вероятностью связи и  $k$ -связанностью; входные пуассоновские потоки, заданные средним значением; фиксированные длины пакетов и пропускных способностей информационных каналов.

Исходные данные: число УК – 30; время моделирования – 10 мин; шаг дискретизации по времени – 1 мс; время жизни пакета – 1 с; размер пакета – 400 бит; скорость передачи в каналах связи – 64000 бит/с;  $k$ -связанность – 2 (слабая связанность СИС); вероятность существования связи – 0,3. Для сравнения эффективности предлагаемой процедуры распределения информационных потоков использованы следующие процедуры:

– процедура А – распределение информационных потоков, основанное на кратчайших путях, с характерными особенностями: устанавливаются виртуальные каналы следования пакетов информации; маршруты в течение моделирования СИС не меняются;

– процедура Б – распределение информационных потоков, основанное на кратчайших путях с учетом накоплений пакетов: кратчайшие пути имеют минимальное количество транзитных участков; в случае если таких путей несколько, учитываются накопления пакетов в путях; реализуется адаптация потоковой ситуации к перегрузкам в системе каждые 30 с;

– процедура В – распределение информационных пакетов на основе использования кибернетической мощности зон нагрузки: применяется метрика на основе кибернетической мощности СИС с минимизацией значения при выборе пути; периодичность адаптации потоковой ситуации составляет 30 с (как при процедуре Б).

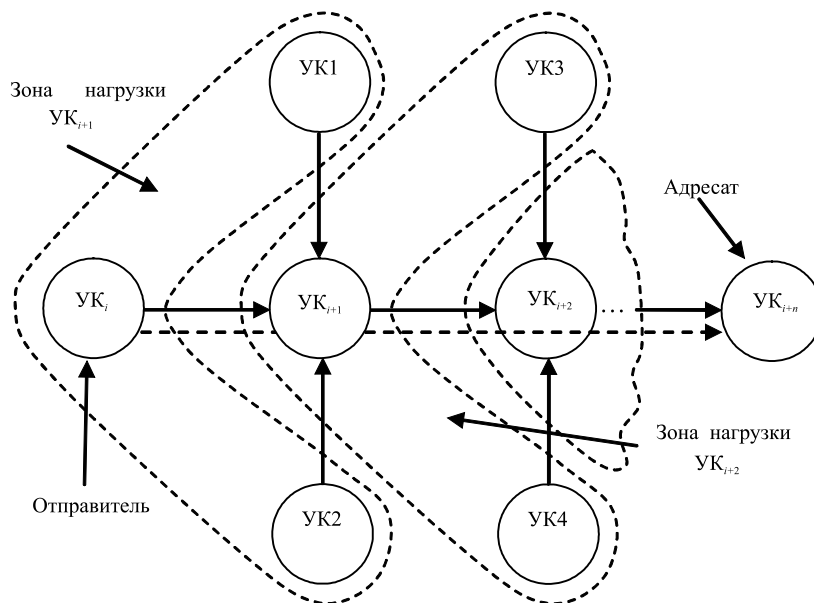


Рис. 2. Суммарная кибернетическая мощность зон нагрузки путевой цепи

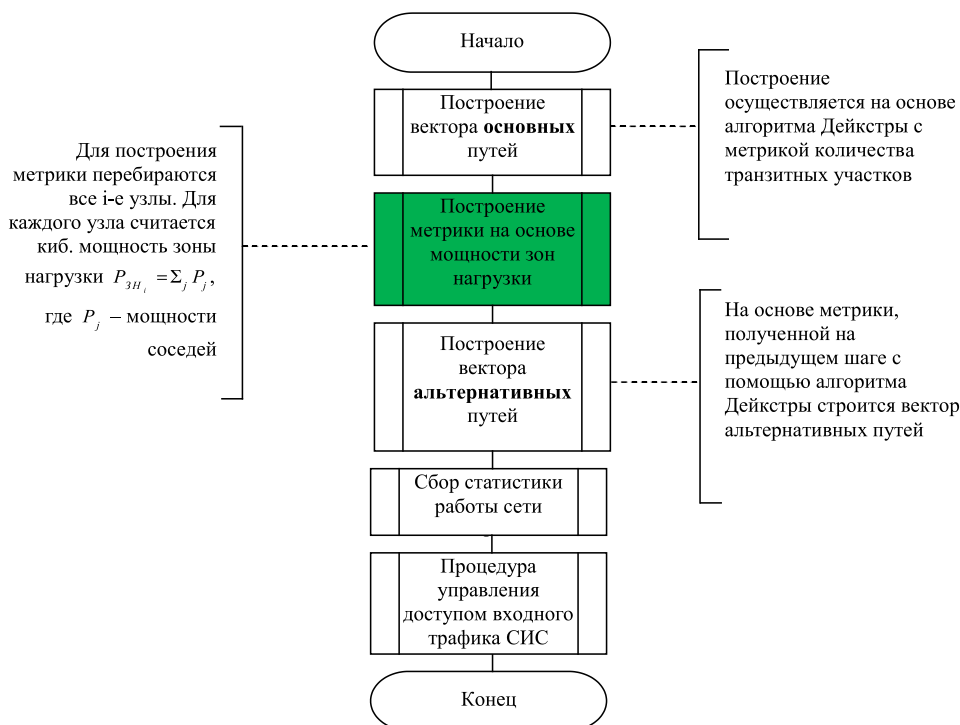


Рис. 3. Процедура распределения информационных потоков на основе кибернетической мощности зон нагрузки

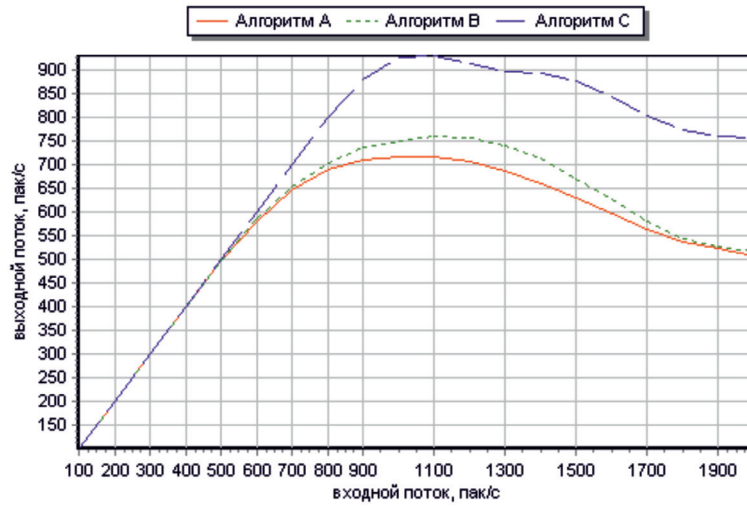


Рис. 4. Производительность СИС

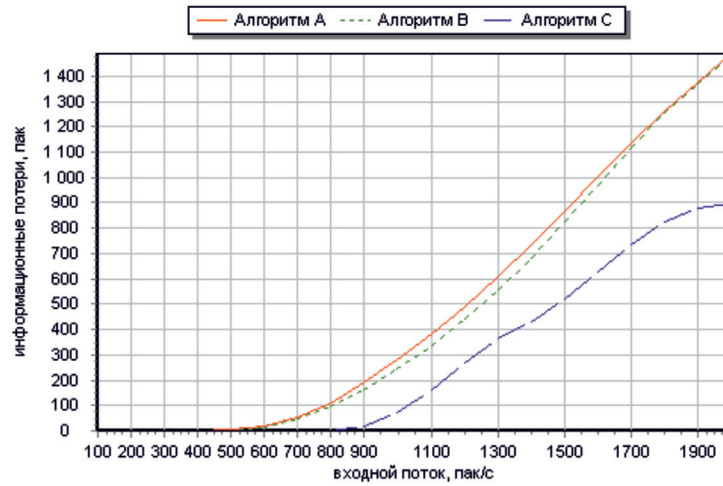


Рис. 5. Информационные потери пакетов в СИС

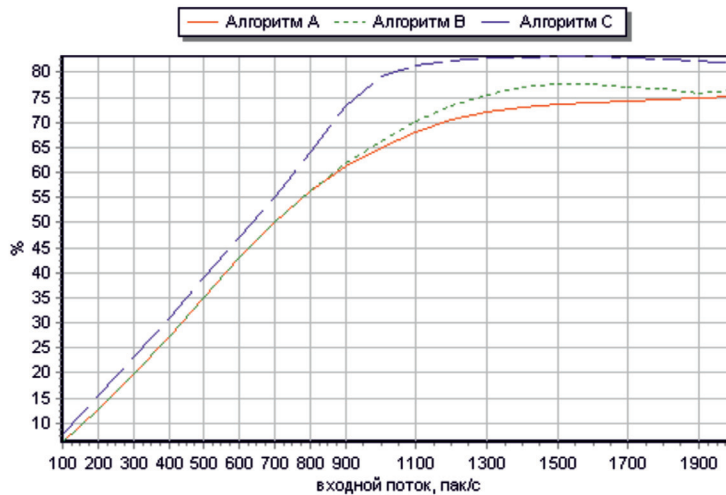


Рис. 6. Коэффициент использования каналов СИС

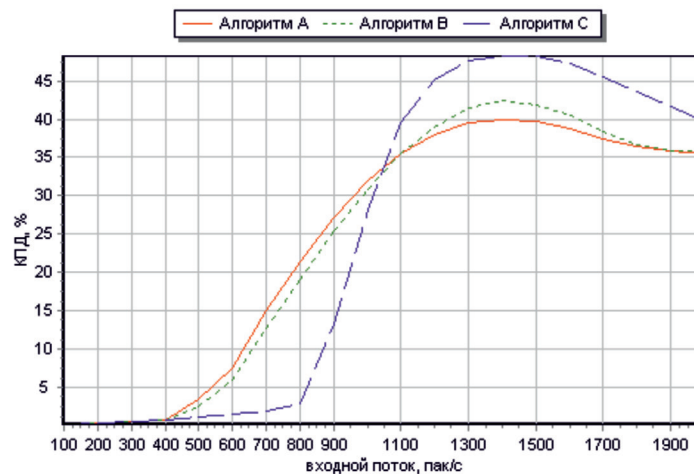


Рис. 7. КПД СИС в смысле передачи информации

Результаты моделирования приведены на рис. 4–7, где сплошной линией обозначены результаты, соответствующие процедуре А, точечной – процедуре Б, штрихпунктирной – процедуре В.

Результаты моделирования показывают, что основные характеристики СИС при предлагаемой процедуре В уже при информационной нагрузке 500 пакетов/с лучше, т.е. производительность начинает существенно превосходить варианты СИС с процедурами А и Б: задержки пакетов уменьшаются, снижается количество информационных потерь. Такой результат подтверждает увеличение информационной эффективности СИС при предлагаемом подходе. Кроме того, в условиях высокой нагрузки более 1000 пакетов/с КПД СИС в смысле передачи информации выше, чем для СИС с известными процедурами распределения информационных потоков. Низкое его значение в интервале от 500 пакетов/с до 1000 пакетов/с вызвано малыми накоплениями информации в СИС в результате эффективного перераспределения трафика.

**Список литературы**

1. Бертсекас Д. Сети передачи данных / Д. Бертсекас, Р. Галлагер. – М.: Мир, 1989. – 544 с.
2. Пасечников И.И. Методология анализа и синтеза предельно нагруженных информационных сетей. – М.: Издательство машиностроение-1, 2004. – 216 с.

3. Уилсон Р. Введение в теорию графов – М.: Мир, 1977. – 207 с.
4. Фрэнк Г. Сети связи и потоки / Г. Фрэнк, И. Фриш. – М.: Связь, 1978. – 448 с.
5. Шаров А.Н. Сети радиосвязи с пакетной передачей информации / А.Н. Шаров, В.А. Степанец, В.И. Комашинский. – Спб.: ВАС им. С.М. Буденного, 1994. – 216 с.
6. Шварц М. Сети ЭВМ. Анализ и проектирование – М.: Радио и связь, 1981. – 336 с.

**References**

1. Bertsekas D. Seti peredachi dannyh / D. Bertsekas, R. Gallager. M.: Mir, 1989. 544 p.
2. Pasechnikov I.I. Metodologija analiza i sinteza predelno nagruzhennyh informacionnyh setej. M.: Izdatelstvo mashinostroenie-1, 2004. 216 p.
3. Uilson R. Vvedenie v teoriju grafov M.: Mir, 1977. 207 p.
4. Frjenk G. Seti svjazi i potoki / G. Frjenk, I. Frish. M.: Svjaz, 1978. 448 p.
5. Sharov A.N. Seti radiosvjazi s paketnoj peredachej informacii / A.N. Sharov, V.A. Stepanec, V.I. Komashinskij. Spb.: VAS im. S.M. Budennogo, 1994. 216 p.
6. Shvarc M. Seti JeVM. Analiz i proektirovanie M.: Radio i svjaz, 1981. 336 p.

**Рецензенты:**

Нахмансон Г.С., д.т.н., профессор, Воронежский государственный университет, г. Воронеж;  
 Горев П.Г., д.т.н., профессор, Тамбовский военный авиационный инженерный институт, г. Тамбов.