

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

**Физический**  
**ИНСТИТУТ**



*имени*  
*П.Н. Лебедева*

Российской академии наук

**Ф И А Н**

ПРЕПРИНТ

**4**

Р. А. ЧЕРНЫЙ

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ  
ЕМКОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВИРТУАЛЬНОГО  
МАРШРУТА С ТРЕБУЕМОЙ ОПЕРАТИВНОСТЬЮ  
ДОСТАВКИ МНОГОПАКЕТНЫХ СООБЩЕНИЙ  
НА СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ  
ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Москва 2013

## **Аннотация**

Требуется определить минимально достаточное число одноканальных виртуальных маршрутов параллельного виртуального маршрута для передачи многопакетного сообщения, обеспечивающего выполнение требования по вероятности доведения.

## **Abstract**

It is required to determine the minimal sufficient number of single-channel virtual itinerary parallel virtual itinerary for the transfer of the multipackages, to ensure the implementation of requirements for the probability of finishing.

**Решение задачи оптимизации емкости параллельного виртуального маршрута с требуемой оперативностью доставки многопакетных сообщений на сети передачи данных промышленного назначения.**

Черный Р.А.

Пушинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН

В настоящее время при реализации СПД ПН со стеком протоколов типа ТСП/IP открытой является задача оперативного формирования оптимального параллельного виртуального маршрута из совокупности ОВМ для доставки МПС, обеспечивающего заданные требования по вероятностно-временным характеристикам (ВВХ) доведения передаваемого многопакетного сообщения [1,2].

Как правило, одноканальный виртуальный маршрут (ОВМ) содержит совокупность транзитных УК между отправителем и получателем МПС [3]. ОВМ между  $i$ -м и  $j$ -м УК характеризуется средним приведённым временем доставки одного пакета  $\bar{\tau}_n^{ij}$ :

$$m[t] = \frac{M[t]}{w} \quad (1)$$

Каждый  $k$ -й УК сети характеризуется средним временем пребывания одного пакета в УК  $\bar{\tau}_n^{VKi}$ :

$$\bar{\tau} = \frac{\bar{j}}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (2)$$

и вероятностью потери пакета либо вследствие переполнения буфера УК, либо по причине истечения «времени жизни» пакета:

$$P_{nom} = \sum_{i=1}^n \left( P_i \cdot \frac{\sum_{j=n-i+1}^n \lambda_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_j} \right) \quad (3)$$

Следовательно, среднее время транспортировки одного пакета по ОВМ

определяется как сумма средних приведённых времён доставки пакета каждого транзитного участка на данном маршруте и средних времён пребывания в каждом из УК на маршруте [3]:

$$\tau_n^{-OVM} = \sum \tau_n^{-ij} + \sum \tau_n^{-VKi} . \quad (4)$$

При этом вероятность потери пакета на одномерном виртуальном маршруте определяется по формуле:

$$P_{nom}^{OVM} = 1 - \prod (1 - P_{nom}^{VKi}) . \quad (5)$$

Таким образом, все  $K_{ij}$  OVM проранжированы по приведенному среднему времени доставки одного пакета МПС.

Параллельный виртуальный маршрут (ПВМ) состоит из  $K_{ij}$  параллельных одноканальных виртуальных маршрутов (OVM).

$$P_{MPC}^{DOV} = \prod_{l=1}^{K_{ij}} P_l^{DOV} , \quad (6)$$

ПВМ предполагает одновременное проключение между двумя абонентами СПД ПН нескольких OVM (в общем случае  $n_k$ ). Современные протоколы маршрутизации позволяют формировать маршрутные таблицы, содержащие совокупность непересекающихся одноканальные виртуальные маршруты между каждой парой маршрутизаторов (УК) СПД ПН. Цель использования ПВМ заключается в том, что бы ускорить доставку МПС на сети и выполнить требования по ВВХ доставки. Для этого исходное МПС делится между совокупностью OVM в такой пропорции, которая позволила бы передать все части сообщения за одинаковое время доведения при выполнении условия:

$$P_{дов}^{(k)} \left( t \leq T_{дов}^{доп} \right) \geq P_{дов}^{треб} . \quad (7)$$

Предположим, что между некоторой парой абонентов СПД ПН, представленной на рисунке 1, для передачи  $N_{П}$  -пакетного сообщения

проключается ПВМ, содержащий два ОВМ, при этом один является оптимальным маршрутом с параметрами ( $\bar{\tau}_n^{(1)}$  приведенное среднее время на один пакет) и второй субоптимальным с параметрами ( $\bar{\tau}_n^{(2)}$  приведенное среднее время на один пакет).

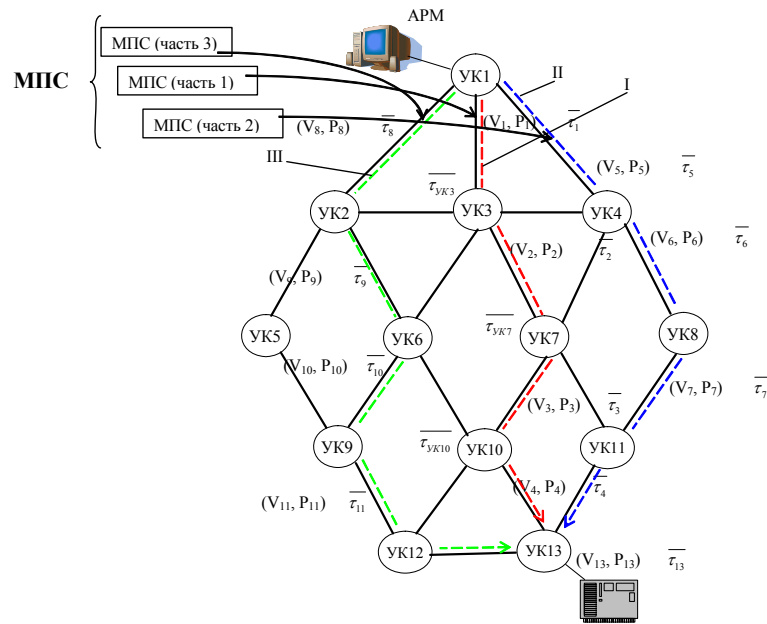


Рисунок.1– Типовой сегмент СПД ПН

Тогда для достижения максимальной оперативности передачи исходное  $N_{\text{П}}$  -пакетное МПС необходимо поделить в такой пропорции, чтобы  $\bar{\tau}_1$  передачи  $w_1$  пакетов по первому ОВМ было равно  $\bar{\tau}_2$  передачи  $w_2$  пакетов по второму ОВМ. При наличии  $k$  ОВМ порядок деления МПС представлен на рисунке 2

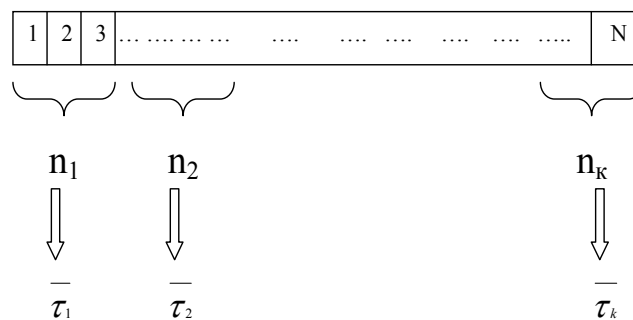


Рисунок 2 – Деление МПС на сегменты между  $k$ - параллельными ОВМ

Основным требованием является равенство среднего времени доведения сегментов МПС по каждому из ПВМ. Тогда можно записать:

$$n_k = n_1 \frac{\overline{\tau_1}}{\tau_k}. \quad (8)$$

Из (8) можно выразить:

$$n_1 = \frac{N}{1 + \sum_{i=1}^{k-1} \frac{\overline{\tau_i}}{\tau_{i+1}}}. \quad (9)$$

Требуется определить минимально достаточное число ОВМ ПВМ для передачи МПС, обеспечивающего выполнение требования по вероятности доведения. Решение данной задачи можно осуществить последовательным увеличением числа ОВМ в ПВМ до выполнения условия (7), где:

$$P_{\text{дов}} \left( t \leq T_{\text{дов.}}^{\text{дон}} \right) = f \left( K_{ij}; N_{\text{п}}; P_{\text{дов}}^{(k)}(t_k); P_{\text{обр}}^{(k)}(\tau_k); P_{\text{пот.ij}}^{(k)} \right), k = \overline{1, K_{ij}}. \quad (8)$$

При этом общие ВВХ необходимо рассчитывать по (6).

Таким образом, будет определена величина  $k$ , равная числу параллельных ОВМ, по которому передается искомое МПС.

### Список литературы

[1] Олифер В.Г., Олифер Н.А. Основы сетей передачи данных. Курс лекций. Учебное пособие/Издание второе исправное/ - М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-университет Информационных Технологий», 2005 – 176с.

[2] Черный Р.А., Математическая модель процесса проключения параллельного виртуального маршрута в сети передачи данных по протоколу ТСП / Р.А.Черный. – М.: Физический институт П.Н.Лебедева РАН, 2012. – 6 с. .: ил. – (Препринт/ Физический институт П.Н.Лебедева Рос. Акад. наук; №21).

[3] Черный Р.А. Постановка задачи оптимизации емкости параллельного

виртуального маршрута с требуемой оперативностью доставки многопакетных сообщений на сети передачи данных промышленного назначения / Р.А.Черный. – М.: Физический институт П.Н.Лебедева РАН, 2012. – 5 с. .: ил. – (Препринт/ Физический институт П.Н.Лебедева Рос. акад. наук; №22).

### **Список аббревиатур**

АКЦ: астрокосмический центр

ФИАН: физический институт академии наук

МПС: многопакетное сообщение

ОВМ: одноканальный виртуальный маршрут

ПВМ: параллельный виртуальный маршрут

СПД ПН: сеть передачи данных промышленного назначения

ВВХ: вероятностно-временные характеристики

УК: узел коммутации

Подписано в печать 04.02.2013 г.  
Формат 60x84/16. Заказ №5. Тираж 140 экз. П.л 0,5.  
Отпечатано в РИИС ФИАН с оригинал-макета заказчика  
119991 Москва, Ленинский проспект, 53. Тел. 499 783 3640