

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОТОКОВОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ

Карпин Н.Б, Ткаченко В.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61170, Харьков, пр. Ленина, каф. ТКС, тел.(057) 702-13-20

E-mail: [nkarpin@yandex.ru](mailto:nkarpin@yandex.ru), тел. (0572) 67-64-07

One of the most important means of ensuring quality of service and traffic is routing. The basis for all technologies and routing protocols are mathematical routing models. In a scientific paper analyzes three mathematical models for single-threaded and multi-threaded cases. Based on the results of research formulated the basic guidelines for choosing a particular model.

### Введение.

Обеспечение необходимого уровня качества обслуживания (QoS) является приоритетной задачей в современных телекоммуникационных системах (ТКС). При этом одним из важнейших средств обеспечения качества обслуживания и управления трафиком есть маршрутизация. Основу большинства технологий и протоколов маршрутизации составляют соответствующие математические модели, поэтому важно при создании маршрутизирующих протоколов и смежных средств обеспечения QoS выбрать такую модель, которая бы, с одной стороны, наиболее полно и адекватно описывала моделируемый процесс, а с другой, не приводила к чрезмерному усложнению процесса ее анализа и исследования, обеспечив получение искомых результатов с приемлемой точностью.

Ввиду большого количества существующих и с разной степенью успеха применяемых моделей маршрутизации в настоящем докладе предлагаются результаты сравнительного анализа ряда основных поточных моделей (М1÷М3), на основе которых сделаны важные выводы и рекомендации по поводу перспектив их дальнейшего использования.

### Описание моделей маршрутизации.

Модель многопутевой маршрутизации М1 была представлена системой линейных алгебраических уравнений, описывающих условие сохранения потока в узлах сети, а также условиями-ограничениями по предотвращению перегрузки каналов связи ТКС. При этом количество искомых маршрутных переменных ( $N_{nep}$ ) для полносвязной структуры ТКС определялось с помощью следующих выражений:

- при обслуживании одного трафика между одной парой узлов  $N_{nep} = m \cdot (m - 1)$ ,

- при обслуживании множества трафиков ( $m \cdot (m - 1)$ ), т.е. при обслуживании по одному трафику, но уже между каждой парой узлов,  $N_{nep} = m \cdot (m - 1) \cdot m \cdot (m - 1)$ , где  $m$  – количество узлов ТКС.

Модель М2 также представлена системой линейных алгебраических уравнений. Имеет те же ограничения, что и модель М1. В отличие от модели М1 имеет трехиндексные искомые переменные. Формулы расчета количества переменных:

- для одного трафика –  $N_{nep} = m \cdot (m - 1)$ ;

- для  $m \cdot (m - 1)$  трафиков –  $N_{nep} = m \cdot (m - 1) \cdot (m - 1)$ .

Модель М3, предложенная Р. Галагером, представлена системой нелинейных уравнений. В ней реализованы те же ограничения, что и в предыдущих моделях. Формулы для расчета количества маршрутных переменных:

- для одного трафика –  $N_{пер} = m \cdot (m-1) + m$ ;

- для  $m \cdot (m-1)$  трафиков –  $N_{пер} = m \cdot (m-1) \cdot (m-1) + m \cdot (m-1)$ .

### Исследование описанных моделей.

На рис.1а представлены зависимости количества маршрутных переменных от количества узлов при наличии одного трафика в сети, на рис. 1б – при наличии  $m \cdot (m-1)$  трафиков в сети.

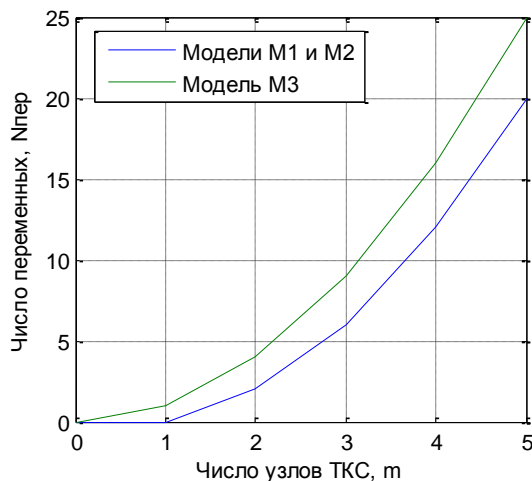


Рис. 1а

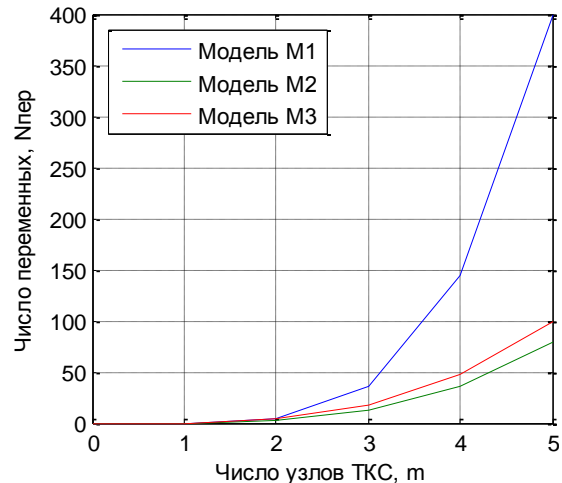


Рис. 1б

### Выводы

По результатам анализа были сделаны следующие выводы:

- в ходе маршрутизации одного трафика между одной парой узлов ТКС все три модели давали одинаковый результат с точки зрения характера распределения интенсивности трафика по каналам связи сети. Однако модель М3 была более сложной в исследовании, т.к. была нелинейной и обладала большей размерностью (сложностью);

- в ходе маршрутизации по одному трафику между всеми парами узлов ТКС модель М2 обладала меньшей сложностью, чем модели М1 и М3 при обеспечении той же адекватности описания процесса маршрутизации в ТКС.

В этой связи, целесообразной представляется использование модели М2 при моделировании процессов многопутевой маршрутизации множества трафиков, передаваемого между множеством узлов в сети.