



Моделирование распределения каналов в полупрозрачных оптических сетях

УДК 621.395.74: 621.391.63

А.Д. НАЗАРОВ, адъюнкт кафедры сетей связи и систем коммутации ФГКВ ОУ ВО “Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного” Министерства обороны РФ

Моделирование распределения каналов в полупрозрачных оптических сетях *Modeling channel allocation in translucent optical networks*

В статье рассматривается задача распределения оптических каналов в полупрозрачных оптических сетях, в которых часть световых путей может формироваться без промежуточной регенерации, а часть с использованием ОЕО/3R-регенерации и перестройки частот в отдельных узлах.

Обоснована необходимость совместного учета топологии сети, спектрального ресурса, качества оптической передачи, параметров оптического сигнала и технической задержки при формировании допустимых световых путей. Предложена математическая модель, в которой исходная сеть представляется графом с заданными линейными и узловыми параметрами, множеством корреспондирующих пар узлов и требованиями к суммарной скорости передачи и задержке. В модели последовательно формируется множество топологически допустимых маршрутов, маршрутов, допустимых по OSNR, маршрутов со спектральной доступностью и итоговое множество допустимых световых путей. Для маршрутов без регенерации проверка качества передачи и спектральной непрерывности выполняется сквозным образом, а для составных маршрутов — по отдельным сегментам. Управляемыми параметрами являются бинарные переменные выбора световых путей, обеспечивающих выполнение требований по скорости и недопущение конфликтного использования элементарных частотных интервалов.

Результаты вычислительного и имитационного моделирования показывают, что использование регенерации повышает вероятность формирования требуемого набора оптических каналов, но сопровождается увеличением технической задержки. Модель позволяет количественно оценивать данный компромисс и обосновывать рациональное размещение узлов регенерации.

The article considers the problem of allocating optical channels in translucent optical networks, where some lightpaths may be established without intermediate regeneration, while others may be formed using OEO/3R regeneration and frequency retuning at selected nodes.

The need for the joint consideration of network topology, spectral resources, optical transmission quality, optical signal parameters, and technical delay when forming feasible lightpaths is substantiated. A mathematical model is proposed in which the initial network is represented as a graph with specified link and node parameters, a set of communicating node pairs, and requirements for aggregate transmission rate and delay. The model sequentially forms sets of topologically feasible routes, OSNR-feasible routes, routes with spectral availability, and the final set of feasible lightpaths. For routes without regeneration, transmission quality and spectral continuity are checked end-to-end, whereas for composite routes they are checked separately for each segment. The control variables are binary variables for selecting lightpaths that satisfy the transmission-rate requirements and prevent conflicting use of elementary frequency slots.

The results of computational and simulation modeling show that regeneration increases the probability of forming the required set of optical channels but is accompanied by an increase in technical delay. The model makes it possible to quantitatively assess this trade-off and justify the rational placement of regeneration nodes.

Ключевые слова: полупрозрачная оптическая сеть, световой путь, спектральный ресурс, техническая задержка.

Keywords: translucent optical network, lightpath, spectral resource, technical delay.

Введение

Развитие современных систем и сетей связи связано с переходом к приложениям, в которых сеть выступает не только средой обмена данными, но и элементом распределен-

ного контура управления. К таким приложениям относятся Интернет вещей, киберфизические системы, индустриальный Интернет, иммерсивные сервисы, тактильный Интернет, Интернет навыков, дистанционное управление робототехни-

ческими комплексами, телемедицина и промышленная автоматизация.

**Статью целиком читайте
в бумажной версии журнала**