



Рис. 2. Буферування потоків фреймів

Хоча проектування мереж телемедицини супроводжується низкою проблем, сучасний підхід до охорони здоров'я неможливий без сучасних інформаційних, комп'ютерних і телекомунікаційних технологій.

**Висновки.** Для якісного відеоконференцзв'язку в телемедичних системах необхідно використовувати апаратні рішення.

Під час роботи серверів доцільно застосовувати алгоритм планування операцій процесора. У разі використання різноманітних телекомунікаційних мереж мультимедійні файли мають складатися з блоків малих розмірів.

Для зменшення затримок (реального часу) необхідно використовувати динамічне буферування мультимедійного потоку.

**П. Гуськов**

*Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. М.М. Климаш*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МЕТОДІВ КОМУТАЦІЇ В ПОВНІСТЮ ОПТИЧНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

Нині оптоволоконні системи зв'язку досягли граничних швидкостей передавання інформації. Істотні обмеження виникли за рахунок зростання вимог до часових параметрів якості обслуговування. Величезні швидкості передавання по оптичних волокнах призвели до значних перевантажень вузлів комутації, які не встигають обробити

вхідні інформаційні потоки, швидкість яких досягає десятків терабіт. Це призводить до появи блокувань під час передавання сигналу між вузлами, зумовлених характеристиками комутаційних вузлів.

У роботі пропонується математична модель процесу комутації інформаційних потоків в повністю оптичних телекомунікаційних системах, яка призначена для знаходження необхідного балансу між продуктивністю комутаторів, часом затримки комутації між вузлами А і Б, а також ймовірністю появи блокувань у мережі.

Ефективність функціонування будь-якої системи, зокрема телекомунікаційної, визначається багатьма параметрами, які тою чи іншою мірою на неї впливають. До того ж деякі з цих параметрів дуже часто мають обернений характер, що робить неможливим їх одночасне покращення. У зв'язку з цим під час розрахунку ефективності процесу комутації, необхідно враховувати дуже багато чинників, що неможливо без декомпозиції оптичної мережі на окремі комутаційні вузли.

Для визначення продуктивності оптичного комутатора запропоновано інтегральний критерій, що визначається так:

$$\Omega = \frac{(t_{ex} + t_{к.мат.} + T_{конв.хвиль} + t_{вих})^{-1}}{(a_{ex} + a_{к.мат.} + a_{вих})} \cdot h, \text{ (біт/ДБ}\cdot\text{с)} \quad (1)$$

де  $t_{ex}$ ,  $t_{вих}$  – затримка при введенні/виведенні інформаційних потоків;  $t_{к.мат.}$  – затримка в комутаційній матриці;  $T_{конв.хвиль}$  – затримка під час конвертації довжин хвиль;  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії комутатора;  $a_{ex}$ ,  $a_{вих}$ ,  $a_{к.мат.}$  – загасання сигналу при введенні/виведенні, та в комутаційній матриці, відповідно.

Отже, ефективність вузла визначається тривалістю затримки комутації та величиною загасання в комутаторі.

Шлях проходження сигналу між користувачами А і Б створює віртуальний канал, який об'єднує всі елементи мережевої інфраструктури, через яку проходить сигнал, зокрема і вузли комутації. Ефективність віртуального каналу між вузлами А і Б можна подати такою залежністю:

$$E_{V\{A \Rightarrow B\}} = \frac{\min(\Omega_{\{0..N\}})}{a_{\max} \cdot t_{\max} \cdot P_b^{\{A \Rightarrow B\}}}, \quad (2)$$

де  $a_{\max}$ ,  $t_{\max}$  – максимальні загасання і дисперсія на шляху між вузлами А і Б;  $\min(\Omega_{\{0..N\}})$  – мінімальна продуктивність “найгіршого” комутатора на шляху віртуального каналу;  $P_b$  – ймовірність блокування каналу.

Ймовірність блокування розраховують так:

$$P_b^{\{A \Rightarrow B\}} = (1 - r^N)^F, \quad (3)$$

де  $N$  – кількість переходів між вузлами,  $F$  – кількість довжин хвиль у мережі,  $\rho$  – імовірність використання усіх довжин хвиль на шляху між вузлами А та Б.

За збільшення кількості довжин хвиль у системі залежність ймовірності блокування від кількості переходів зростає повільніше. Ця залежність дозволяє визначити умови, за яких імовірність блокування в системі з оптичною комутацією прямує до нуля.

Запропонована математична модель процесу комутації інформаційних потоків дає змогу ефективніше формувати динамічну топологію віртуальних каналів за рахунок врахування параметрів продуктивності окремих комутаторів. Також запропонована тривимірна залежність, з якої можна визначити необхідні умови для мінімізації ймовірності блокування віртуальних каналів у системі з оптичною комутацією інформаційних потоків.