

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ASON В СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖАХ

Тріска Н.Р.

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського
E-mail: ntriska@ukr.net*

The deployment of ASON technology in the modern transport network

The perspectives of ASON (Automatically Switched Optical Network) technology deployment in the modern SDN-based transport networks are considered. The illustrative example of automatic network reconfiguration using ASON principles is presented.

Однією з основних світових тенденцій розвитку телекомунікаційних мереж є адаптація існуючої мережевої інфраструктури для переходу на перспективні технології 5G [1]. З точки зору транспортної мережі це передбачає впровадження програмно-конфігурованої архітектури SDN^[1] з віртуалізацією мережевих функцій NVF^[2]. Основні принципи побудови транспортних мереж на засадах SDN визначено в Рекомендації ITU-T G.7702 [2].

Концепція SDN/NVF може бути реалізована в існуючих транспортних мережах за допомогою різних апаратних і програмних засобів, але будь-яке технічне рішення має забезпечувати широкі можливості управління роботою складної багаторівневої мережі незалежно від використовуваних технологій та типу обладнання. Основний акцент робиться на таких функціях, як віртуалізація роботи мережі (відокремлення послуг, що надаються споживачам, від засобів передавання інформації), оптимізація використання ресурсів мережі та забезпечення надійності (зокрема, відновлення в аварійних ситуаціях зі збереженням необхідного рівня якості надання послуг).

Прикладом вдалого технічного рішення для реалізації концепції SDN в транспортній мережі є технологія ASON^[3] (оптична мережа з автоматичною комутацією). Вона достатньо добре відпрацьована і стандартизована в ITU-T (зокрема, в Рекомендації G.8080/Y.1304 [3]), а в контексті впровадження SDN застосування технології ASON набуває особливої актуальності. ASON забезпечує автоматизацію управління ресурсами мережі і підключеннями до неї на основі динамічних правил, що спираються на сигналізацію між користувачем і елементами мережі.

Логічна архітектура ASON може бути розділена за трьома площинами – рівнями: транспортний, оперативного управління та технічного обслуговування. *Транспортний рівень* представлений комутаторами (оптичними або іншими), які забезпечують транспортування даних користувача через організовані підключення.

^[1] SDN – Software Defined Networking

^[2] NVF – Network Function Virtualization

^[3] ASON – Automatically Switched Optical Network

Рівень оперативного управління відповідає за виділені в кожен конкретний момент часу ресурси і управління підключеннями в мережі ASON. На цьому рівні виконуються такі функції:

- забезпечення швидкого та раціонального конфігурування з'єднань транспортного рівня мережі – як комутованих, так і програмованих постійних (тривалих) з'єднань;
- перебудова або модифікація з'єднань, що були створені раніше за попередніми зверненнями / запитами;
- виконання дій з відновлення з'єднань.

Для створення з'єднання в мережі ASON необхідна взаємодія кількох складових – вузлів, яка може відбуватись за різними алгоритмами (ієрархічна або покрокова маршрутизація). Для різних форм управління трактами характерні різні принципи розподілу ресурсів між вузлами та взаємозв'язку між контролерами з'єднань CC (Connection Controllers). Якщо у маршрутизатора – контролера маршрутизації RC (Routing Controller), до якого надійшов запит на з'єднання, недостатньо інформації для формування відповідного маршруту, він може зв'язатися з іншими маршрутизаторами RC, використовуючи відповідний запит.

Налаштування з'єднання в мережі ASON здійснюється за допомогою спеціальної програми (логічного елемента), що управляє ресурсами трактів – LRM^[1] (менеджер лінійних ресурсів). В основу роботи LRM покладено матрицю зв'язків, яка містить інформацію про всі з'єднання елементів мережі та автоматично поновлюється в режимі реального часу. Це дозволяє транспортній мережі оперативно реагувати на аварійні ситуації, спрямовуючи трафік за оптимальними резервними маршрутами.

Рівень технічного обслуговування відповідає за управління ресурсами рівня оперативного управління (зокрема, управління конфігурацією ресурсів, зонами маршрутизації, транспортними ресурсами і правилами переключення), а також за управління функціонуванням, безпекою та відстеженням рахунків.

На рис. 1 наведено приклад автоматичної реконфігурації мережі ASON з 8 вузлів в разі вилучення з матриці з'єднань LRM однієї з'єднувальної лінії (ЗЛ) (наприклад, внаслідок пошкодження оптичного волокна на відповідній ділянці). На рисунку представлено матриці зв'язків / віддалень та схеми зв'язку, побудовані в програмному середовищі Matlab для нормального режиму роботи мережі та для аварійної ситуації (вилучення ЗЛ між вузлами В та Н). Для обох випадків розраховано середню мережеву зв'язність $\rho = M / N$ (де N – кількість вузлів в мережі, M – кількість наявних зв'язків між вузлами). Можна бачити, що після реконфігурації збереглися з'єднання між всіма вузлами (тобто забезпечується надійність роботи мережі за критерієм $N - 1$, хоча довжина деяких маршрутів збільшилась, а показник мережевої зв'язності дещо зменшився.

^[1] LRM – Link Resource Manager

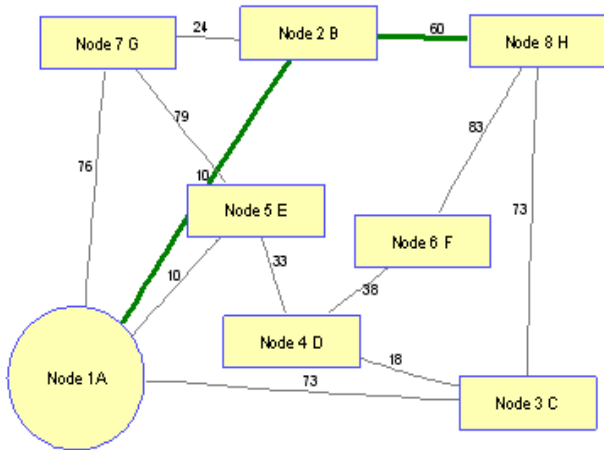
Матриці зв'язності/ віддалень та схеми зв'язку

Вихідна матриця

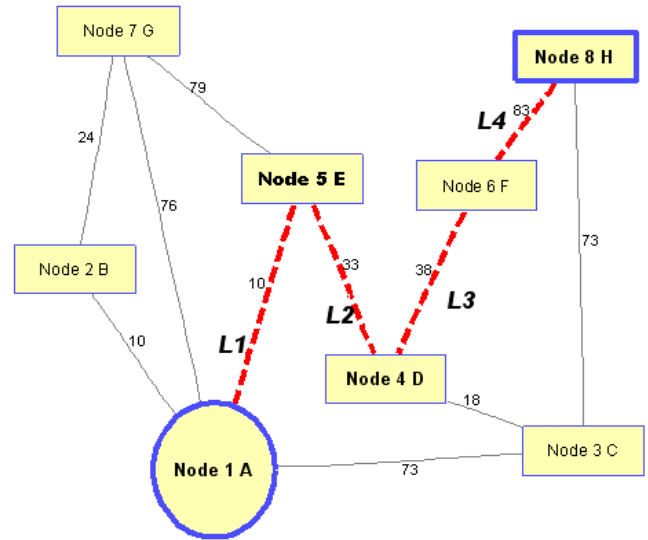
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	10	73	0	10	0	76	0
B	0	0	0	0	0	0	24	60
C	0	0	0	18	0	0	0	73
D	0	0	0	0	33	38	0	0
E	0	0	0	0	0	0	79	0
F	0	0	0	0	0	0	0	83
G	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0

Аварійна матриця (вилучена ЗЛ В-Н)

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	10	73	0	10	0	76	0
B	0	0	0	0	0	0	24	0
C	0	0	0	18	0	0	0	73
D	0	0	0	0	33	38	0	0
E	0	0	0	0	0	0	79	0
F	0	0	0	0	0	0	0	83
G	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0



Зв'язок **A-B-H** $L = 70$ км
 $\rho = 1,5$



Зв'язок: **A-E-D-F-H** $L = 134$ км
 $\rho = 1,4$

Рис. 1. Приклад автоматичної реконфігурації мережі ASON.

Слід зазначити, що основні засади технології ASON добре узгоджуються з перспективною концепцією побудови транспортних мереж SDN. Впровадження технології ASON завдяки її гнучкості, динамічності та широким можливостям в частині резервування, дозволяє забезпечити оптимальне використання ресурсів мережі та високі показники надійності, що відповідають рівню мережі операторського класу.

Література

1. Тріска Н.Р. Актуальні завдання підготовки телекомунікаційних мереж до впровадження стандарту 5G. – Тринадцята Міжнародна науково-технічна конференція “Перспективи телекомунікацій” (ПТ-2019), 15-19 квітня 2019 р. Матеріали конференції. – ІТС НТУУ “КПІ”. – С. 131-133.
2. ITU-T Recommendation G.7702 (03/2018) Architecture for SDN control of transport networks.
3. ITU-T Recommendation G.8080/Y.1304 (02/2012) Architecture for the automatically switched optical network.