

УДК 004.7

*Приходько Д.С., здобувач,
Петросян Р.В., ст. викладач
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ MPLS ТА SD-WAN ПРИ ПОБУДОВІ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

У сучасних умовах масового переходу до хмарних сервісів традиційна архітектура глобальних мереж демонструє свою неефективність. MPLS (багатопротокольна комутація за мітками), який довгий час був основним стандартом, сьогодні характеризується високою вартістю та недостатньою гнучкістю. Альтернативою виступає технологія SD-WAN (програмно-визначені глобальні мережі), яка передбачає відокремлення плоскості управління від плоскості передачі даних. Ключові відмінності між цими двома підходами полягають у рівні операційної гнучкості та відмовостійкості мережі [1-3].

Головним недоліком MPLS є використання застарілої топології Hub-And-Spoke. В неї весь трафік, включно з інтернет-трафіком від віддалених філій, спрямовується через центральний вузол, навіть якщо це не є необхідним. Це явище, відоме як «ефект тромбона», призводить до надмірних затримок та зниження продуктивності мережі через неефективні маршрути. Крім того, залежність від єдиного провайдера та складність масштабування є суттєвими операційними обмеженнями.

SD-WAN є надбудовою, яка може функціонувати поверх будь-якої транспортної мережі, включаючи MPLS, широкосмуговий інтернет або канали LTE. Така архітектура надає значні переваги: дозволяє організувати прямий вихід у інтернет з периферійних відділень, що знижує затримки при роботі з хмарними сервісами. Керування всією інфраструктурою централізоване через єдиний контролер, що дозволяє впроваджувати політики на тисячах пристроїв швидко та послідовно. На противагу, MPLS значною мірою покладається на динамічні протоколи маршрутизації, такі як OSPF, який, хоч і надійний, відрізняється повільною реакцією на зміни. У SD-WAN пристрої не обмінюються маршрутною інформацією безпосередньо, а отримують політики від контролера, що зменшує їхнє обчислювальне навантаження та спрощує управління.

Що стосується ефективності передачі даних, технологія MPLS характеризується мінімальними накладними витратами (4-байтова мітка), тоді як архітектура SD-WAN додає значно більше службові інформації до пакетів. Однак ця втрата ефективності компенсується економічними перевагами. Історично MPLS обирали через гарантії якості обслуговування. SD-WAN подолав це обмеження завдяки

механізму Application-Aware Routing, який дозволяє в реальному часі моніторити стан каналів і автоматично перенаправляти критичний трафік на резервні шляхи при погіршенні якості. Також є можливість відновлення втрачених пакетів, що забезпечує стабільність зв'язку навіть при використанні ненадійних каналів.

Архітектура безпеки MPLS ґрунтується на захисті довіреного периметра, де внутрішня мережа вважається довіреною зоною, а трафік між філіями часто передається без шифрування. На противагу цьому, архітектура SD-WAN реалізує модель «нульової довіри» із обов'язковим шифруванням всього трафіку. Глибока мікросегментація в SD-WAN ізолює мережеві сегменти, запобігаючи горизонтальному пересуванню загроз. Інтеграція з архітектурою Secure Access Service Edge дозволяє перенести інспекцію трафіку в хмарні шлюзи.

Фінансова складова є вирішальним аргументом: перехід з дорогих виділених каналів MPLS на стандартний широкосмуговий інтернет дозволяє скоротити операційні витрати на зв'язок практично вдвічі. Додаткову економію забезпечує механізм Zero Touch Provisioning, що автоматизує процес розгортання обладнання шляхом завантаження конфігурації з хмари, усуваючи необхідність у виїздах обслуговуючого персоналу.

Показовим прикладом переваг архітектури SD-WAN став досвід України в умовах бойових дій [4]. Мережі з MPLS продемонстрували вразливість через прив'язку до фізичної інфраструктури, яка легко пошкоджується внаслідок обстрілів. Натомість SD-WAN забезпечив високу відмовостійкість завдяки оперативній інтеграції терміналів Starlink у мережеву інфраструктуру. Система балансувала трафік між супутниковими каналами, мобільними мережами та вцілілими наземними лініями.

Висновки. SD-WAN – закономірний етап еволюції мереж, що пропонує кращий баланс вартості та функціональності. Попри збереження ролі MPLS у спеціалізованих сегментах, майбутнє належить гібридним моделям, у яких SD-WAN об'єднує різноманітні канали зв'язку в єдину керовану інфраструктуру.

Список використаних джерел:

1. Kernitskyi A. MPLS vs. SD-WAN: Is MPLS Dead?. *Obkio*. URL: <https://obkio.com/blog/mpls-vs-sd-wan/>.
2. The Foundations of SD-WAN and MPLS Technologies. *Fortinet*. URL: <https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/sd-wan-vs-mpls>.
3. SD-WAN and Local Internet Breakouts. *Zscaler*. URL: <https://www.zscaler.com/resources/solution-briefs/sd-wan-security.pdf>.
4. How Starlink Became Ukraine's Lifeline in War. *UNITED24 Media*. URL: <https://united24media.com/war-in-ukraine/how-starlink-became-ukraines-lifeline-in-war-5774>.