

ОГЛЯД МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ТРАФІКОМ ТА СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ МЕРЕЖ SDN

Колтаков О.А., Москалець М.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Москалець М.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІКІ ім. В.В.

Поповського, м. Харків, Україна

email: oleksandr.koltakov@nure.ua

In modern networks, heterogeneous traffic is transmitted, which consists of data packets, control packets, voice, video data, which require special priority during transmission. The problem is exacerbated by the transition of users to a remote form of employment, the active use of mobile devices and IoT devices. Today, network providers and numerous IT organizations use software-defined networking (SDN) to optimize network infrastructure management and ensure a high level of service quality. In this work, a study of SDN network functioning methods, its current state of development and future forecasts of use was conducted.

Основною ідеєю програмно-конфігурованої мережі (SDN – Software-defined Networking) є розділення функцій передачі трафіку і функцій керування. SDN надає спосіб централізованого налаштування та управління мережами та мережевими службами, такими як комутація, маршрутизація та балансування навантаження в центрі обробки даних. В концепції SDN контролер виконує логістичну функцію, аналізуючи трафік та розподіляючи його. Це дозволяє керувати мережею як єдиним цілим.

Архітектура мереж SDN поділяється на три рівні [1]:

- Рівень програм: програми та служби, що працюють у мережі.
- Рівень контролю: контролер SDN.
- Рівень інфраструктури: комутатори, маршрутизатори та інше мережеве обладнання.

В SND широко використовуються наступні методи керування трафіком:

- Конструювання трафіку.
- Моніторинг та аналіз трафіку.
- Сегментація трафіку.
- Балансування навантаження.
- Якість обслуговування (QoS).
- Маршрутизація на основі політики.

Дані методи дозволяють ефективно використовувати мережеві ресурси та проводити маршрутизацію [1]; контролювати розподіл смуги пропускання, пріоритет пакетів та затримку; сегментувати трафік на окремі віртуальні машини; динамічно балансувати трафік між шляхами; збирати статистику про актуальний стан каналів та вузлів; маршрутизувати трафік на основі політик.

В еволюції концепції мережі SDN можна виділити три етапи:

1. Етап ранньої концептуалізації. Характеризується представленням ідеї відокремленні керуючого вузла та першими проектами даної ідеї.

2. Впровадження протоколу OpenFlow та створення ONF. Відкрилися можливості динамічно керувати потоками трафіку та поведінкою мережі, а створення організації Open Networking Foundation (ONF) дало просування та стандартизації технологій SDN. OpenFlow був успішно запущений в мережі у 2008 році, перемістивши управління з комутаторів, що містили тільки площину даних, на мережевий контролер. Пізніше цей протокол був використаний Googley своїй магістральній мережі в 2011-2012 роках.

3. Розширення в SD-WAN та інтеграція з NFV. Характерною ознакою є інтеграція з глобальною мережею та віртуалізація мережевих функцій.

В останні роки концепція SDN мереж продовжує активно розвиватися та набирати розповсюдження у різних галузях, включаючи телекомунікації, центри обробки даних, корпоративні мережі та хмарну інфраструктуру. Проаналізувавши зміни та нововведення за останні роки, можна виділити наступні тенденції розвитку мереж SDN:

1. Вдосконалення стандартів. Органи стандартизації, такі як ONF і Open Networking User Group (ONUG), продовжують розробляти та вдосконалювати стандарти SDN. Ці стандарти допомагають забезпечити взаємодію та спрощують інтеграцію рішень SDN у існуючу мережеву інфраструктуру.

2. Зростання SD-WAN. Програмно-визначена глобальна мережа (SD-WAN) набула значного імпульсу. Технологія SD-WAN дозволяє організаціям динамічно керувати глобальними мережевими з'єднаннями та оптимізувати їх, що веде до підвищення продуктивності, економії коштів і кращого зв'язку між додатками. За прогнозами Gartner доля ринку SD-WAN, яка складала 5,3 мільярда доларів США на 2023 рік, зросте до понад 8 мільярдів доларів США до 2026 року. Dell'Oro Group очікує, що SD-WAN подвоїться з 2022 по 2027 рік і досягне 6 мільярдів доларів.

3. Інтеграція з хмарними технологіями. SDN все більше інтегрується з платформами хмарних обчислень для створення більш гнучких і масштабованих хмарних мереж. Хмарні постачальники пропонують рішення на основі SDN, які дозволяють користувачам ефективно керувати мережевими ресурсами та розгорнути програми в хмарі [4].

4. Штучний інтелект. Також слід відмітити зростаючу тенденцію до включення штучного інтелекту (AI) і машинного навчання (ML) у рішення SDN. Ці технології забезпечують автономне керування мережею, прогнозу аналітику та проактивне усунення несправностей, що сприяє підвищенню продуктивності та надійності мережі [4].

5. Мережі 5G. SDN відіграє вирішальну роль у підтримці мереж 5G і розгортання периферійних обчислень. SDN забезпечує ефективний поділ

мережі, розподіл ресурсів і надання послуг у середовищах 5G [4]. Планується активне використання у мережах 6G.

6. Покращення безпеки. Функції безпеки інтегруються в рішення SDN для вирішення нових загроз і вразливостей. Платформи SDN пропонують централізовану видимість і контроль, забезпечуючи більш ефективний моніторинг мережі, контроль доступу та реагування на загрози. Наприклад, за останні роки значного розвитку набула Detection and Prevention Systems (IDPS) система, що запобігає вторгненням.

За прогнозами дослідження Market Research Report доля світового ринку SDN зросте з 24.5 мільярдів доларів (2023 рік) до 60.2 мільярдів доларів (2028 рік). Загальний вклад в використання та розвиток SDN збільшиться на 19.7% [3]. Це показує високий інтерес до використання даного підходу адміністрування мережі у недалекому майбутньому. Збільшення фінансування відкриє нові можливості в інтеграції SDN з іншими телекомунікаційними та цифровими сферами, дослідження нових та вдосконалення існуючих методів керування.

За словами аналітика Gartner Ендрю Лернера, який вивчає ринок SD-WAN, привабливими перевагами цієї технології є простота впровадження, централізована керованість та економія витрат. За його оцінками, впровадження SD-WAN може коштувати приблизно в два з половиною рази менше, ніж традиційна архітектура глобальної мереж [2].

Таким чином, аналіз сучасного стану використання SDN показав, що даний тип мереж широко інтегрований та використовується як в існуючих телекомунікаційних сферах, так в нових, котрі тільки починають розвиватися.

Список використаних джерел:

1. Єременко О.С., Плеханова Г.А. Дослідження моделей безпечної маршрутизації на основі базових метрик уразливостей у мережах SDN // Проблеми телекомунікацій. 2022. №2. С. 34-50.

2. Савицька Л., Коробейнікова Т., Леонтєв І., Богомоллов С. Методи та засоби захисту ресурсів в комп'ютерній SDN-мережі // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2023. №53. С. 41–52.

3. The Software-Defined Networking (SDN) Market in 2022 | Enterprise Storage Forum. Enterprise Storage Forum. URL: <https://www.enterprisestorageforum.com/networking/software-defined-networking-market/> (дата звернення: 29.02.2024).

4. The evolution of Software Defined Networking. URL: <https://www.redhat.com/en/blog/evolution-software-defined-networking> (дата звернення: 29.02.2024).