

АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНИХ ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖ ТА ШЛЯХИ ПЕРЕХОДУ НА АДАПТИВНІ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ SDN

*Чуйков А. М., студент, магістр, andrii.chuikov.kita@donntu.edu.ua
Донецький Національний технічний університет,
м. Покровськ, Україна*

Сучасні тенденції, такі як зростання числа підключених до Інтернету пристроїв, експоненціальне зростання обсягів інформації, розвиток хмарних технологій, BYOD, великі дані, на очах змінюють інфраструктуру телекомунікаційних мереж. Йде нарощування обсягів мережного трафіку, і все частіше виникає необхідність конфігурувати великомасштабні мережі.

Спростити цю задачу можуть технології мереж, що програмно-конфігуруються – SDN (Software-Defined Networking), які дозволяють перевести мережні елементи під контроль налаштовуваного програмного забезпечення, зробити їх більш інтелектуальними, полегшити управління ними. SDN надають узгоджене, відносно швидке управління мережами, дозволяючи зміни у всій мережі з єдиної консолі управління.

Мета роботи полягає у вирішенні наступних завдань:

- проаналізувати архітектуру транспортних програмно-конфігурованих мереж;
- розглянути можливі шляхи переходу на адаптивні мережі з використанням SDN для транспортних мереж;
- навести опис моделі для дослідження характеристик транспортних програмно-конфігурованих мереж, дати відповідні рекомендації щодо можливості впровадження в сучасні телекомунікаційні мережі.

Основними передумовами до появи концепцій програмно-конфігурованих є, перш за все, швидкий ріст трафіку даних і кількості підключених до мережі пристроїв. SDN на думку аналітиків підривають ринок традиційних мережових продуктів таких компаній як Cisco, Juniper Networks і Hewlett-Packard. SDN переносить функції управління і визначення завдань мережі з дорогого обладнання в ПЗ, яке може працювати на більш дешевих масово-випускних системах. Мета полягає в створенні більш рухливих, програмованих та автоматизованих мереж.

Ключові принципи програмно-конфігурованих мереж – поділ процесів передачі та управління даними, централізація управління мережею за допомогою уніфікованих програмних засобів, віртуалізація фізичних мережних ресурсів.

SDN формує віртуальний рівень для мережі, аналогічно тому, як гіпервізор або віртуальна машина робить це для серверів або настільних ПК. Протокол OpenFlow дозволяє програмному забезпеченню SDN взаємодіяти з

відповідними елементами мережі – маршрутизаторами і комутаторами через відкриті Application Programming Interface (API). Шлях пакетів в програмно-конфігурованій мережі визначається не устаткуванням виробників і «зашитими» в них алгоритмами обробки потоків даних, а спеціальним керуючим контуром в софті [1]. Схема архітектури SDN представлена на рис. 1.

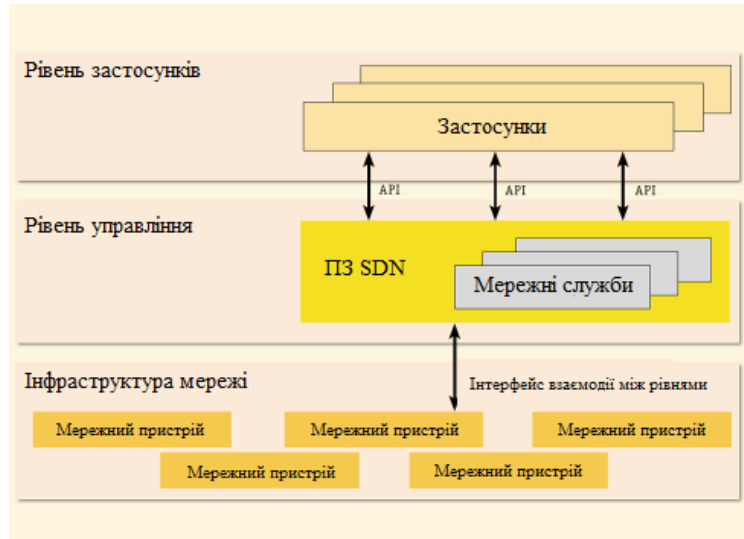


Рисунок 1. Схема SDN-архітектури

SDN дозволяє спростити конфігурацію мереж, масштабувати мережі і сервіси за запитом, автоматизувати управління мережею, збільшити потужність фізичної інфраструктури за рахунок віртуалізації, а в перспективі – швидко реконфігурувати галузь під поточні завдання. Функціонування SDN дозволяє виконувати ряд

наступних завдань: управління інвентаризацією; управління продуктивністю; управління несправностями; контроль за виконанням завдань по усуненню несправностей; управління якістю послуг, що надаються; управління активацією послуг; робота системи попередження шахрайства; застосування модуля планування і розвитку послуг; управління безпекою; застосування модуля обліку.

На даний момент активно ведуться дослідження і розробки в області T-SDN (транспортних програмно-конфігурованих мереж). Особливої уваги заслуговують наукові дослідження ряду зарубіжних компаній, які мають практичний досвід у впровадженні SDN. Архітектура T-SDN представлена на рис. 2 [2].

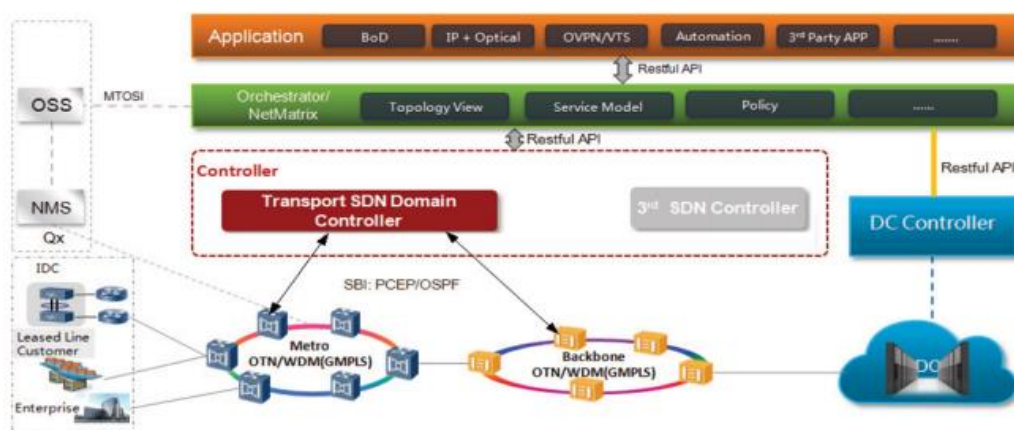


Рисунок 2. Архітектура T-SDN

На рівні інфраструктури представлені мережні вузли міської мережі і вузли ядра мережі, які виконують функції оптичних комутаторів з підтримкою технологій WDM/OTN. Окремо представлено взаємодію ЦОДів через DC-контролер. Основним завданням цього рівня є пересилка даних з одного порту на інший, тобто забезпечення процесу передачі даних. Для управління мережними елементами використовується «південний» інтерфейс контролера зони.

Транспортний SDN контролер є основним елементом плану управління. SDN-контролер може керувати як одним, так і декількома комутаторами і містить мережну операційну систему, що надає мережні сервіси з низькорівневого управління мережею, сегментами мережі та станом мережних елементів, а також програми, що здійснюють високорівневе управління мережею та потоками даних. У кожному контролері є хоча б одна програма, яка представлена комутаторами, з'єднаними з цим контролером, і формує уявлення про топологію фізичної мережі, що знаходиться під управлінням контролера.

Основна ідея SDN про створення уніфікованого, незалежного від виробника мережного обладнання, програмно-керованого інтерфейсу між контролером та транспортним середовищем мережі знайшла відображення у протоколі OpenFlow, який дозволяє самим користувачам визначати та контролювати, хто з ким, за яких умов та з якою якістю може взаємодіяти в мережі [3].

OpenFlow – відкритий стандарт, в якому описуються вимоги до комутатора, що підтримує протокол OpenFlow для віддаленого керування. Відповідно до специфікації стандарту OpenFlow, взаємодія контролера з комутатором здійснюється за допомогою протоколу OpenFlow – кожен комутатор повинен містити одну або більше таблиць потоків (flow tables), групову таблицю (group table) та підтримувати канал (OpenFlow channel) для зв'язку з віддаленим контролером – сервером. Кожна таблиця потоків у комутаторі містить набір записів (flow entries) про потоки чи правила. Кожен такий запис складається з полів-ознак (match fields), лічильників (counters) та набору інструкцій (instructions). Управління даними в OpenFlow здійснюється на рівні їх потоків. Правило в комутаторі встановлюється з участю контролера лише першого пакета, а інші пакети потоку його використовують.

OpenFlow комутатор перевіряє таблицю потоків пакета, що надходять. Якщо пакет знайдено, комутатор застосовує умову чи дію, зазначену в записі таблиці, і як правило, перенаправляє його на вказаний інтерфейс. В іншому випадку пакет повинен належати до нового потоку і комутатор пересилає його SDN-контролеру повідомлення packet-in. Потім контролер визначає відповідне правило потоку і посилає його комутатору повідомлення packet-out або flow_mod. Як наслідок, SDN-контролер отримує потік повідомлення packet-in від кожного OpenFlow комутатора (рис. 3).

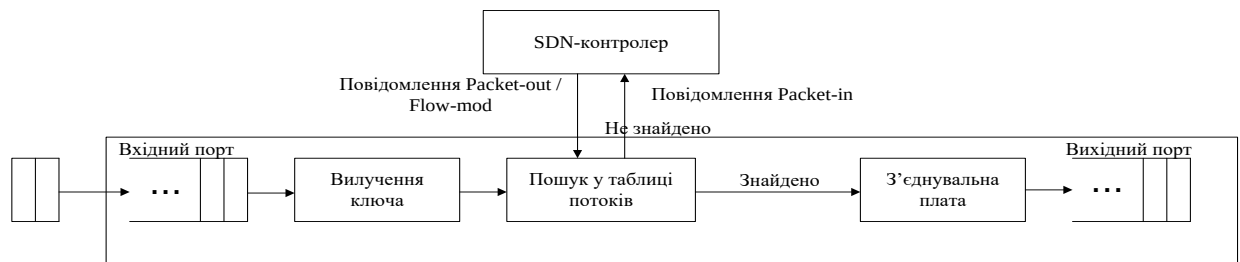


Рисунок 3. Процес передачі повідомлення через комутатор OpenFlow

Для створення моделі мережі (у тому числі завдання топології, характеристик елементів мережі), а також динамічного моделювання роботи, аналізу та оптимізації характеристик, управління трафіком, безсумнівно, потрібно використовувати один із найпотужніших інструментів дослідження складних систем – імітаційне моделювання.

Отже, в даній роботі розглянуті принципи концепцій SDN та T-SDN, адаптивних глобальних транспортних мереж і їх експлуатацію. Наведений опис основних компонентів для побудови мережі з використанням технологій SDN, а також ключові вимоги, які постачальники послуг повинні враховувати, при впровадженні таких рішень / компонент.

Також розглянуто використання протоколу OpenFlow в контексті архітектури SDN, визначено, що архітектура складається з трьох основних рівнів: інфраструктури, управління і додатків.

Крім того, розглянуто можливі шляхи переходу до адаптивної мережі і надані рекомендації щодо реалізації поетапного підходу до побудови адаптивних мереж без суттєвих перетворень, описано сценарій використання адаптивних мереж від реального постачальника мережевих послуг, що може лягти в основу проектування транспортної мережі з використанням SDN-технологій для вирішення оптимізаційних задач. Запропоновано ряд рекомендацій щодо подолання технологічних, експлуатаційних і організаційних труднощів при побудові таких мереж. Модель може бути використана як в задачах аналізу, так і в завданнях оптимізації управління, що являє собою завдання подальших досліджень.

Література

1. Worldwide Software-Defined Infrastructure Software Revenues Surpassed \$12 Billion in 2020 According to IDC [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47921221> – Дата доступу: листопад 2021. – Назва з титул. екрана
2. Деарт В.Ю., Фатхулин Т.Д. Анализ транспортных программно-конфигурируемых сетей (Т-SDN) с управляемым оптическим уровнем с целью получения модели, позволяющей оценить возможность предоставления сервиса bandwidth on demand // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. Том 12. №4. С. 35-42.
3. С. Мухизи, Г.И. Шамшин, А.С. Мутханна, Р.В. Киричек Исследование и разработка имитационной модели функционирования фрагмента программно-конфигурируемой сети как системы массового обслуживания // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. №4. С. 49-57.

Анотація

В роботі озглянуті принципи концепції SDN та T- SDN, адаптивних глобальних транспортних мереж і їх експлуатацію. Наведений опис основних компонентів для побудови мережі з використанням технологій SDN та можливості використання протоколу OpenFlow в контексті архітектури SDN. Запропоновано ряд рекомендацій щодо подолання технологічних, експлуатаційних і організаційних труднощів при побудові таких мереж.

Ключові слова: SDN, контролер, мережа, архітектура, модель, OpenFlow.

Аннотация

В работе рассмотрены принципы концепции SDN и T-SDN, адаптивных глобальных транспортных сетей и их эксплуатации. Приведено описание основных компонентов для построения сети с использованием технологий SDN и возможности использования протокола OpenFlow в контексте архитектуры SDN. Предложен ряд рекомендаций по преодолению технологических, эксплуатационных и организационных трудностей при построении таких сетей.

Ключевые слова: SDN, контроллер, сеть, архитектура, модель, OpenFlow.

Abstract

The principles of the concept of SDN and T-SDN, adaptive global transport networks and their operation are considered in the work. The description of the main components for the construction of the network using SDN technologies and the possibility of using the OpenFlow protocol in the context of the SDN architecture. A number of recommendations for overcoming technological, operational and organizational difficulties in the construction of such networks are offered.

Keywords: SDN, controller, network, architecture, model, OpenFlow.