

УДК 681.3.06+519.6(075.8)

Савенко О. С., аспірант (Тел.: +380 (95) 390 00 94. E-mail: savenko.elena@yahoo.com).
(Державний університет телекомунікацій, м. Київ)

НАДІЙНІСТЬ У МЕРЕЖАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ SDN

Савенко О. С. Надійність у мережах з використанням технології SDN. Для підвищення надійності телекомунікаційних мереж запропоновано використання технології SDN, яка є новим підходом до побудови мереж. Концепція SDN передбачає передачу керуючих функцій центральному серверу – контролеру, таким чином замінюючи традиційну розподілену модель маршрутизації на централізовану. Використання даної технології забезпечує спрощення створення нових маршрутів, ефективне використання пропускної спроможності та централізоване керування конфігурацією мережевих параметрів на рівні сесії, користувачів, пристроїв та додатків. Разом з тим збільшуються можливості інновацій в порівнянні з традиційними розподіленими моделями.

Ключові слова: телекомунікаційна мережа, надійність, керуюча функція, пропускна спроможність, конфігурація, маршрутизація, інновації, концепія SDN

Савенко Е. С. Надежность в сетях с использованием технологии SDN. Для повышения надежности телекоммуникационных сетей предлагается использование технологии SDN, которая является новым подходом к построению сетей. Концепция SDN подразумевает передачу управляющих функций центральному серверу – контроллеру, таким образом заменяя традиционную распределенную модель маршрутизации на централизованную. Использование данной технологии обеспечивает упрощение создания новых маршрутов, эффективное использование пропускной способности и централизованное управление конфигурацией сетевых параметров на уровне сессий, пользователей, устройств и приложений. Вместе с этим увеличиваются возможности инноваций в сравнении с традиционными распределенными моделями.

Ключевые слова: телекоммуникационная сеть, надежность, управляющая функция, пропускная способность, конфигурация, маршрутизация, инновации, концепция SDN

Вступ. Сьогоднішній період життя характеризується стрімким зростанням об'єму інформації. Ще на початку 60-х років відомий академік А. А. Харкевич [1] висловив припущення про те, що кількість інформації, яку необхідно збирати, обробляти і доставляти, «зростає пропорційно квадрату промислового потенціалу». Це призводить до значного зростання значимості діяльності, пов'язаної з виробництвом, передачею та обробкою інформації.

Поява глобальної мережі Internet і зростаюча швидкими темпами кількість її користувачів стає явищем, яке призвело навіть до соціальних змін.

Іншими словами, суспільство наблизилося до такої межі залежності свого існування від функціонування інформаційних мереж, яка порівнюється із залежністю від систем забезпечення електроенергією. Це крім явних переваг має і зворотну сторону. Відмова мережі зв'язку може мати сильні негативні наслідки. У зв'язку з цим проблема оцінки і забезпечення надійності мереж є актуальною.

Один із шляхів покращення мережевої надійності академік В. Тоценко [2] розглядає формування відповідної множини маршрутів, так і резервування елементів маршруту.

У працях відомого автора Ю. А. Семенова [3] зазначається, що основною метою досліджень в області мережевої надійності є прагнення розробити методи спрощеного проектування мереж, які вимагають підвищеної надійності.

В роботі [4] проведено дослідження структурної надійності мережі зв'язку транспортного рівня. Аналіз отриманих результатів дозволяє вибрати варіант побудови мережі, яка має максимальний показник структурної надійності при мінімальній надмірності мережі для заданих коефіцієнтів готовності ліній зв'язку та використання шляхів необхідного рангу.

Метою даної роботи є розгляд нового підходу до побудови мереж з точки зору поліпшення надійності. Об'єктом дослідження є технологія SDN.

Поняття надійності в телекомунікаційних мережах. Згідно загального опису, **надійність** – це властивість об'єкту зберігати у визначених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах використання, технічного обслуговування, зберігання і транспортування [5].

Надійність є одним із ключових показників надійності телекомунікаційної мережі [6, 7]. В цих роботах розглянуто новий напрям аналізу надійності мережі, орієнтований на ідентифікацію каналів передачі та ключових параметрів ефективності безпроводових телекомунікаційних мереж. Провайдери, постачальники послуг і оператори мереж зв'язку прагнуть підвищити надійність роботи телекомунікаційної мережі, тобто здатність мережі виконувати функції передачі з надійністю, яка встановлена нормами, протягом тривалого часу. Таким чином, розробка методів її підвищення є актуальною задачею на сьогоднішній день [8].

Для досягнення необхідної надійності може бути використано різноманітні методи та засоби. У кожній системі свій рівень доступної надійності, так як наслідки відмов різних систем можуть значно відрізнятись. Надійність елементів задається часом на відмову або ймовірністю відмови за визначений проміжок часу. Якщо надійність мережі визначити як надійність усіх елементів, то вона буде рівна нулю.

Для мереж зв'язку, які є складними багатофункціональними системами із великою кількістю різних за своїми властивостями пристроїв (за показниками надійності, за призначенням, термінами введення в експлуатацію, за умовам функціонування і т.д.), можна виділити два аспекти надійності: апаратурний і структурний [3].

Під *апаратурним* аспектом розуміється проблема забезпечення надійності апаратури, окремих пристроїв і їх елементів, які утворюють мережу зв'язку. Розглянувши структуру мережі видно, що вона складається з каналів зв'язку, робочих станцій, серверів, перемикачів, маршрутизаторів. У випадку коли робоча станція вийде з ладу, то це відчує лише користувач, але інші користувачі цього навіть не помітять. Коли з ладу вийде сервер, то це відчують усі клієнти даного серверу, у тому числі і віддалені. Вихід з ладу маршрутизатора може вплинути на роботу цілого регіону. Звідси видно, що окремі вузли можуть по різному впливати на роботу мережі в цілому.

Можна виділити групи різного впливу серед серверів. Наприклад, відмова серверу IN-ADDR.ARPA (доменний сервер, який призначений для визначення імені вузлу по його IPv4-адресі) практичного паралізує роботу програм traceroute (укр. «трейсроут», службова комп'ютерна програма, яка призначена для визначення маршруту слідування даних в мережах TCP/IP). Ще гіршу дію викликає вихід з ладу регіонального серверу DNS(англ. Domain Name System– система доменних імен – комп'ютерна розподілена система для отримання інформації про домени). Саме тому такі сервери зазвичай дублюються. Існують і інші сервери, які впливають на реалізацію певних мережних функцій (поштові сервери, сервери баз даних, сервери центрів сертифікацій та інше). Звідси видно, що вплив на надійність мережі може виконувати не тільки обладнання або операційна система, але і прикладні програми.

Структурний аспект надійності відображає функціонування мережі в цілому в залежності від стану вузлів і ліній зв'язку. Структурна надійність мережі пов'язана з можливістю існування шляхів доставки інформації між кореспондуючими вузлами або пунктами зв'язку мережі.

У випадку, коли користувач не може отримати доступ до певного мережевого ресурсу, це досить часто пов'язано не з відмовою обладнання чи програми, а просто з перезавантаженням однієї з ділянок мережі на шляху до зазначеного ресурсу. Це може виникнути внаслідок недостатньої пропускну здатності і призвести до можливого

збільшення затримки доставки, що досить критично у випадку, наприклад, IP-телефонії або відеоконференції. Таким чином, параметри надійності часто залежать від вектору загрузок.

По цій причині, формулюючи задачу оцінки надійності, необхідно визначити які з параметрів важливі: зв'язність, пропускна здатність, час відновлення зв'язності чи мінімізація затримок [9].

Програмно-конфігуровані мережі SDN. Розглянемо можливість поліпшення надійності доставки інформації, на прикладі програмно-конфігурованих мереж. Software Defined Network (SDN) – програмно конфігуруванні мережі, задача яких спростити керування та адміністрування мережі передачі даних за рахунок декомпозиції площини керування, хоча і шляхом внесення ускладнень в архітектуру мережі. Згідно IETF: SDN — підхід до побудови мереж, який забезпечує пряме керування ресурсами і мережами, а також їх розподілом за рахунок власних засобів обробки, адміністрування і програмного керування за допомогою відкритих мережних інтерфейсів і абстракції (абстрагування, ізоляції) рівня мережі [10]

В традиційній архітектурі рівень керування (control panel), до якого відноситься, наприклад, процес маршрутизації, і рівень передачі даних (data plane), який відповідає за пересилку пакетів з одного інтерфейсу на інший, існує в одному пристрої.

Традиційний механізм керуванню мережею спрощено відображено на Рис. 1.

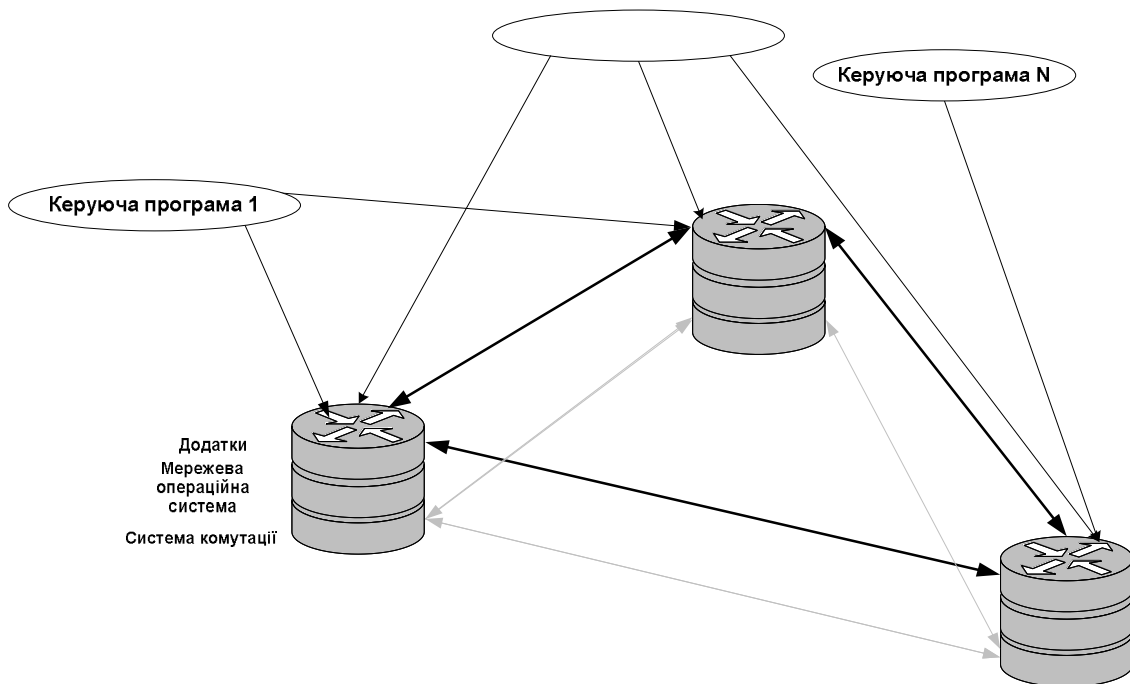


Рис. 1. Традиційна архітектура мережі

Мережеві вузли обмінюються між собою даними по конфігурації і топології мережі за допомогою протоколів розподілення (distribution). Ці алгоритми достатньо складні і залежать від призначення мережі.

Концепція SDN передбачає передачу керуючих функцій центральному серверу – контролеру, таким чином замінюючи традиційну розподілену модель маршрутизації на централізовану. Відповідно і процес керування мережею, який включає створення маршрутів, є нічим іншим як програмуванням мережі в цілому. Для порівняння на Рис.1 і 2 приведені традиційна мережева архітектура і мережа SDN [11].

В SDN вводиться поняття мережної операційної системи NOS (Network Operation System – операційна система з можливістю роботи у режимі розподілення часу), яка працює на окремих серверах в мережі (які дубльовані для надійності). Сервер NOS звертається з

кожним мережним вузлом і таким чином отримує глобальну топологію мережі (Global Network View) і пред'являє її для керуючої платформи мережі у вигляді мережевого графу. Крім того, NOS відповідає за централізоване конфігурування мережних вузлів. Керуюча платформа формує параметри, які використовуються до конкретної мережі через її граф.

Таким чином, конфігурація мережних вузлів є, по суті, функцією мережного графу. Механізм керування тепер зводиться до визначення політик роботи мережних вузлів (ізоляція користувачів, контроль доступу, QoS (Quality of Service – якість обслуговування)). Але за реалізацію цих політик на конкретній фізичній інфраструктурі мережі керуюча програма не відповідає – це задача NOS.

Можна сказати, що NOS виконує ту ж функцію, що і компілятор в програмуванні, який перетворює мову програмування в блоки машинних команд, які розуміє конкретне “залізо” того чи іншого комп'ютера. Як сам компілятор не може створювати програму, так і NOS не формує політики.

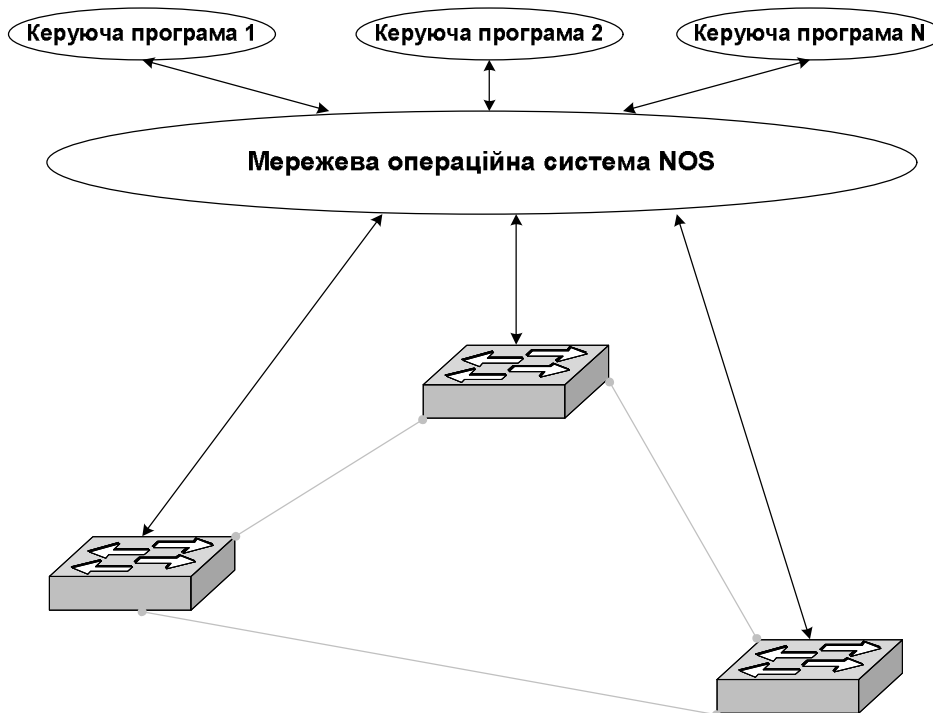


Рис. 2. Архітектура SDN

Розглянемо приклад. Припустимо, що необхідно забезпечити логічну ізоляцію користувача А на мережі (наприклад, клієнта, який підключився через гостьовий доступ корпоративної мережі WLAN (англ. Wireless Local Area Network – безпроводна локальна мережа) в холі підприємства) від серверу бази даних В, де зберігається конфіденційна інформація.

У відсутності SDN мережевий адміністратор повинен проаналізувати реальну схему мережі і конфігурувати вузли 1 і 2 таким чином, щоб при появі на них пакетів з IP-адресою відправника А і IP-адресою призначення В такі відкидалися. Але із збільшенням підприємства мережа буде розвиватися, у ній може з'являтися нові вузли і маршрути і з'являться можливість проникнення пакетів від А до В. Мережевий адміністратор повинен вчасно провести необхідні дії по додатковій конфігурації вузлів.

У випадку абстрактного представлення топології мережі в SDN адміністратору необхідно лише прописати правило «маршрут від А до В = відкинути пакет» в керуючій

програмній платформі, і воно буде діяти завжди, а зміни топології буде автоматично відстежувати в NOS.

На сьогоднішній день важливим питанням є задача динамічного керування мережею. До SDN формувати мережевий трафік динамічно, в реальному часі було практично не можливо. SDN дозволяє формувати склад трафіку (traffic shaping – обмеження пропускної здатності каналу для окремого вузла мережі нижче технічної можливості каналу до вузла) також у реальному часі. Наприклад, в SDN протягом робочого дня для VoIP (Voice over IP – телефонний зв'язок по протоколу IP) можна виділити 70% полоси пропускання, а для відеоспостереження – 10%. Вночі можна для голосу залишити 3%, а для відео – 70% і при цьому підвищити якість, так як нічна зйомка вимагає більш високого розширення.

Надійність в мережах з використанням принципів побудови SDN. До мереж SDN також пред'являються високі вимоги до надійності (відмовостійкості), у тому числі до характеристик відновлення мережі після відмови, яка повинна виконуватися не помітно для користувача за час не більший 50 мс. Високий рівень відмовостійкості мережі забезпечується за рахунок швидкого виявлення пошкоджень і усунення наслідків за короткий час.

Такий підхід має ряд істотних переваг. По-перше, істотно спрощується сам процес створення маршрутів. На відміну від сьогоднішньої мережі, де маршрутизація – це розподілений інтерактивний процес, при якому робоча топологія мережі «вираховується» спільно усіма пристроями, в SDN – це програма моделювання мережі із заданими параметрами. Використання цієї мережі відкриває нові можливості для створення мережі з вимогами, немислимими у плані традиційного інжинірингу трафіку (Traffic Engineering, TI - методи і механізми, які дозволяють досягти збалансованого завантаження всіх ресурсів мережі шляхом раціонального вибору шляхів проходження трафіку через мережу) і з використанням стандартних протоколів маршрутизації.

Розглянемо в якості прикладу реконфігурацію мережі у випадку падіння каналу між будь-якими вузлами. В традиційній моделі маршрутизатор, підключений до цього каналу, сповістить своїм сусідам про цю подію і всі вони незалежно почнуть розробляти нові маршрути. При цьому вони будуть розповсюджувати інформацію про зміну топології своїм сусідам. Нарешті цей ітераційний процес закінчиться і мережа перейде до нового стану. В залежності від складності мережі і протоколів маршрутизації, які використовуються на ній, цей процес може зайняти більше або менше часу, але якщо враховувати затримки при передачі інформації, кожна ітерація виникне зовсім не миттєво. Більш того, цей процес не є детермінованим, іншими словами, якщо виникне повторне падіння того ж каналу – не факт, щ мережа перейде у той же стан.

У випадку використання керуючого центру розрахунок нової топології виконується виходячи із знання всієї мережі в цілому. Ми також можемо задати необхідну топологію наступного стану. Нарешті, оскільки створення нової топології – це число розрахункових процесів, воно може бути виконано значно швидше.

По-друге, значно збільшуються можливості інновацій. В традиційній розподіленій моделі необхідно приведення функціональності до загального знаменника для можливості взаємодії між незалежними пристроями визначає значну консервативність системи по відношенню до новизни. В SDN інновація – це питання написання нового додатку.

По-третє, замість складних і дорогих маршрутизаторів можна використовувати більш прості пристрої.

Висновки. Побудова мереж на базі технології SDN дає ряд переваг, які в традиційній архітектурі відсутні або їх використання значно збільшує вартість інфраструктури. Серед цих переваг основними є:

– максимально ефективно використання пропускну здатності мережевого обладнання шляхом оптимізації пересилки мережних потоків, що забезпечує надійність в період високого навантаження на мережі.

– масштабованість, яка забезпечує збільшення числа логічних мереж без зниження надійності мережі в цілому.

– збільшення надійності функціонування мережі за допомогою централізованого керування конфігурацією мережевих параметрів на рівні сесії, користувачів, пристроїв та додатків.

Література

1. Харкевич А. А. Информация и техника / А. А. Харкевич // Коммунист. – 1962. – № 12. – С. 17.
2. Тоценко В. Проблемы надежности сетей [Электронный ресурс] / В. Тоценко. – 1998. // – Режим доступа: <http://old.computerra.ru/offline/1998/242/1248/> (20.11.2014 p.)
3. Семёнов Ю. А. Телекоммуникационные технологии [Электронный ресурс] / Ю. А. Семёнов. – 2004. // – Режим доступа: http://book.itep.ru/4/45/network_r.htm (20.11.2014 p.)
4. Егунов М. М., Шувалов В. П. Анализ структурной надёжности транспортной сети / М. М. Егунов, В. П. Шувалов // Вестник СибГУТИ – 2012. – № 1. – С. 54-60.
5. Надёжность [Электронный ресурс] // – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%B4%D1%91%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C#cite_note-gost-27.002-p1-1 (20.11.2014 p.)
6. Торошанко Я. І. Ключові параметри ефективності безпроводових телекомунікаційних мереж та методи їх ідентифікації / Я. І. Торошанко, В. П. Грушевська, М. С. Височиненко, В. С. Шматко // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2014. – №4(32). – С. 28-33.
7. Торошанко Я. И. Исследование устойчивости и чувствительности метода приоритизации ключевых параметров эффективности информационной системы / Я. И. Торошанко, В. С. Шматко, М. С. Высочиненко, А. А. Булаковская // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – №5/9(71). – С.60-65
8. Рогинский В. Теория сетей связи: учебник / В. Рогинский, А. Харкевич, М. Шнепс, Г. Давыдов, А. Толчан : под ред. В. Рогинского, 1981. – 192с.
9. IETF Draft Formal Specification: Framework for Software-Defined Networks (SDN) [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/draft-shin-sdn-formalspecification-03> (07.03.14 p.)
10. Робачевский А. Программируемый интернет [Электронный ресурс] / А. Робачевский // – Режим доступа: <http://www.ripn.net/articles/SDN/> (20.11.2014 p.)
11. ONF. Software-Defined Networking (SDN) Definition [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://www.opennetworking.org/sdn-resources/sdn-definition> (07.03.14 p.).

Дата надходження в редакцію: 27.11.2014 p.

Рецензент: д.т.н., проф. Л. Н. Беркман