

ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ

О.А. Короткова

ollga1995@mail.ru

SPIN-код: 6306-9969

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Стремительный рост объемов трафика и изменение его структуры, необходимость поддержки растущей армии мобильных пользователей, формирования высокопроизводительных кластеров для обработки данных и хорошо масштабируемых виртуализированных сред для предоставления облачных сервисов — все это серьезно изменило требования к сетевым средам. В данной работе рассмотрены технологии реализации концепции программно-конфигурируемых сетей. Принципиально новый подход к построению сетевой инфраструктуры позволяет решать существующие проблемы с помощью различных программных и аппаратных технологий. В данной статье приведены основные идеи работы существующих технологий по реализации программно-конфигурируемых сетей.

Ключевые слова

Программно-конфигурируемые сети, протоколы, OpenFlow, виртуальный коммутатор, сервер, контроллер, канал, сетевая операционная система

Поступила в редакцию 11.01.2018

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018

Введение. На сегодняшний день в области сетей возник целый ряд проблем, главная из которых заключается в том, что традиционные сети слишком статичны и потому не соответствуют динамике, свойственной современному бизнесу [1]. Появился новый подход к построению сетей: программно-конфигурируемые сети (Software-defined networking — SDN). В SDN уровни управления сетью и передачи данных разделены благодаря переносу функций управления в приложения, работающие на отдельном сервере (контроллере) [2, с. 2]. Основные уровни и архитектура ПКС (SDN) показаны на рис. 1.

Начальное представление архитектуры ПКС включает в себя инфраструктурный уровень (Infrastructure layer), уровень управления (Control layer) и уровень сетевых приложений (Application layer). Инфраструктурный уровень (плоскость данных) содержит сетевые элементы, которые доступны контроллеру через интерфейсы южного направления (southbound). Приложения SDN существуют на уровне приложений и доступны контроллеру через интерфейсы северного направления (northbound). Контроллер ПКС (SDN controller) переводит требования приложений на инфраструктурный уровень и осуществляет управление сетевыми элементами [3, с. 13].

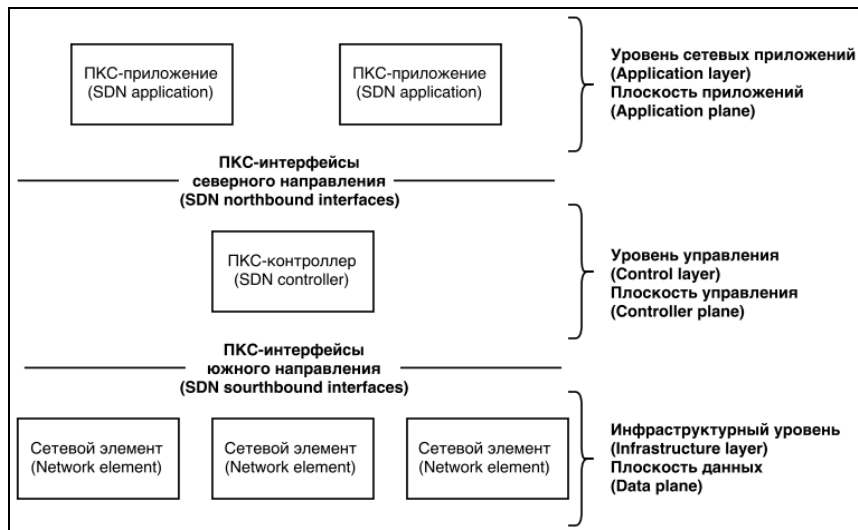


Рис. 1. Основные компоненты ПКС (SDN)

Для реализации концепции SDN необходимо удовлетворить двум требованиям [4]:

- 1) построить единую логическую архитектуру во всех сетевых устройствах, управляемых контроллером SDN;
- 2) обеспечить защищенный протокол между SDN контроллером и сетевыми устройствами.

Существует несколько подходов к реализации концепции SDN. Первый подход заключается в выделении плоскости управления (контроллера) программными средствами — виртуальными программными коммутаторами. Его можно условно разделить на два направления: при одном предполагается реализация наложенной сети (Overlay) с помощью программных коммутаторов и протоколов туннелирования, при другом — использование серверов агрегации трафика и специального аппаратного обеспечения. Второй подход предусматривает создание специальных аппаратных программируемых коммутаторов. Он позволяет автоматизировать управление физической сетью с помощью приложений для контроллера плоскости управления. При этом унаследованная часть системы передачи данных может остаться без изменений [5].

SDN на базе виртуальных коммутаторов. Подход основан на базе виртуальных коммутаторов, работающих по технологии Overlay (протоколы VXLAN, NVGRE и пр.) на серверах с виртуальными машинами. На серверах, содержащих виртуальные машины, настраивают коммутацию виртуальных портов между собой, после чего физические порты связывают туннелями. Программирование виртуального коммутатора осуществляют с помощью программно-конфигурируемого контроллера (SDN-контроллера). Это операционная система, которая управляет, распределяет и контролирует ресурсы сети. В качестве среды передачи данных используют традиционную IP-сеть. Схема реализации первого способа показана на рис. 2 [6].

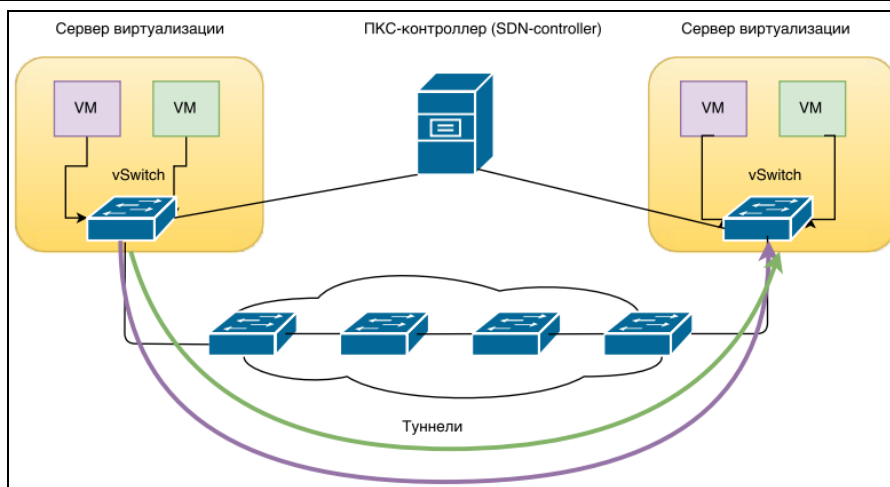


Рис. 2. Реализации технологии Overlay

SDN на базе серверов агрегации трафика. В этом случае выделяют специальный сервер, к которому с помощью туннелирования подключают соответствующие каналы передачи данных, далее через механизм туннелирования этот сервер под управлением SDN-контроллера осуществляет коммутацию и передачу данных. Схема реализации этого способа приведена на рис. 3. Здесь в качестве среды передачи данных также используется традиционная IP-сеть. Отметим, что перечисленные способы сказываются на скорости передачи данных [6].

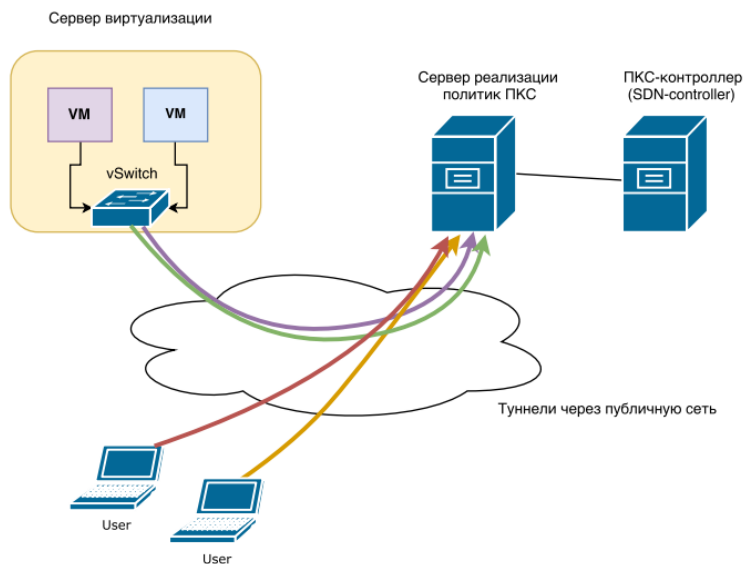


Рис. 3. Технологии на базе серверов агрегации трафика

SDN на базе протокола OpenFlow. При использовании этого способа сеть передачи данных строят на базе специальных коммутаторов, для управления которыми используют протокол OpenFlow. Сеть состоит из OpenFlow-

коммутаторов и SDN-контроллеров. Контроллер представляет собой сервер, работой которого управляет сетевая операционная система (СОС). В терминологии SDN контроллером принято называть СОС. Этот способ требует специальных усилий для сопряжения программно-контролируемой сети передачи данных и сети с традиционной архитектурой. Схема реализации такого сопряжения приведена на рис. 4 [6].

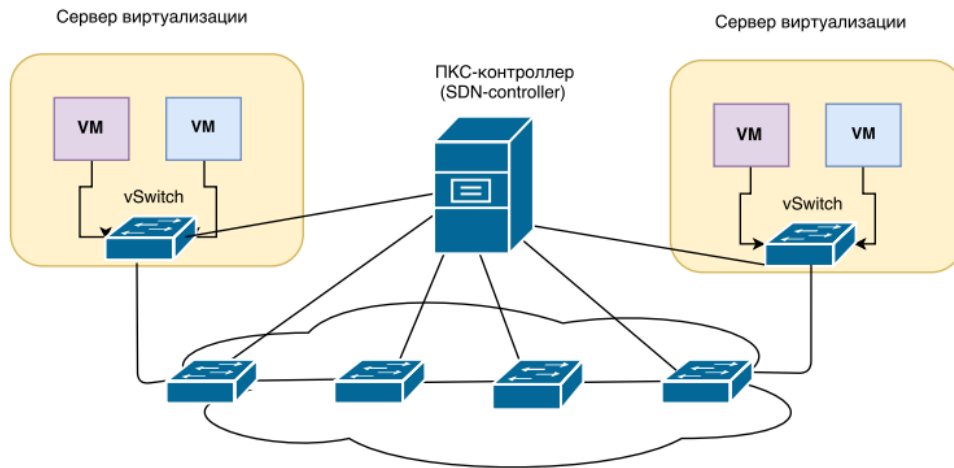


Рис. 4. Технологии на базе протокола OpenFlow

Рассмотрим порядок реализации технологии на базе протокола OpenFlow.

Пакет данных поступает на упрощенный OpenFlow-коммутатор. Коммутатор просто вырезает весь заголовок, который охватывает заголовки всех уровней, далее анализирует его с помощью ассоциативной памяти (TCAM).

TCAM ищет соответствующий паттерн — повторяемую архитектурную конструкцию, подходящую для этого заголовка, далее извлекает из памяти набор действий для пакета с таким заголовком. Если такого заголовка не нашлось, сам заголовок направляется в SDN-контроллер. SDN-контроллер с помощью приложений анализирует заголовок и определяет набор правил, с помощью которых будет осуществляться управление потоком данных.

Далее происходит загрузка по протоколу OpenFlow правил во все коммутаторы, лежащие на маршруте этого потока. Начинается непосредственно передача данных [7].

Самым доступным способом реализовать OpenFlow-коммутатор являются альтернативные прошивки OpenWRT для бытовых маршрутизаторов. На сайте <http://www.openflow.org/wp/openwrt/> можно скачать последнюю версию программного обеспечения для различных аппаратных платформ или скомпилировать свою версию из исходного кода [8].

Заключение. Благодаря гибридной архитектуре можно поэтапно внедрять решения SDN в существующих сетях, при этом данные решения будут взаимодействовать с оборудованием, не поддерживающим SDN и протокол OpenFlow [9].

В настоящее время область применения программно-конфигурируемых сетей — это серверная ферма центров обработки данных и нишевые решения, в которых SDN удачно дополняет другие технологии [10].

Литература

- [1] Барсков А. SDN: кому и зачем это надо? *Журнал сетевых решений/LAN*, 2012, № 12. URL: <https://www.osp.ru/lan/2012/12/13033012> (дата обращения 27.11.2017).
- [2] Смелянский П.Л. Программно-конфигурируемые сети. *Открытые системы. СУБД*, 2012, № 9, с. 15–26.
- [3] Betts M., Davis N., Dolin R., et al. *SDN architecture*. Open Networking Foundation, 2014, 68 p.
- [4] Stallings W. Software-defined networks and OpenFlow. *The Internet Protocol Journal*, 2013, no. 1. URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/about/press/internet-protocol-journal/back-issues/table-contents-59/161-sdn.html> (дата обращения 29.11.2017).
- [5] Смелянский П.Л. Технологии реализации программно-конфигурируемых сетей: Overlay vs OpenFlow. *Журнал сетевых решений/LAN*, 2014, № 4. URL: <https://www.osp.ru/lan/2014/04/13040709/> (дата обращения 01.12.2017).
- [6] Смелянский П.Л. Технологии SDN и NFV: новые возможности для телекоммуникаций. URL: <http://arccn.ru/media/1132/> (дата обращения 01.12.17).
- [7] Смелянский П.Л. SDN-технология: возможности и реалии. *Научно-технический семинар «Семинар по SDN: два взгляда на одну технологию»*. URL: <https://events.yandex.ru/lib/talks/1425/> (дата обращения 14.01.2017).
- [8] Бахарева Н.Ф., Ушаков Ю.А., Ушакова М.В., Шухман А.Е. *Основы программно-конфигурируемых сетей. Основы*. Самара, ПГУТИ, 2015, 111 с.
- [9] Барсков А. SDN: от концепции к решениям. *Журнал сетевых решений/LAN*, 2015, № 9. URL: <https://www.osp.ru/lan/2015/09/13046914/> (дата обращения 02.12.2017).
- [10] Гуляев А. Камни преткновения и овраги на пути к SDN. URL: <http://www.jetinfo.ru/stati/kamni-pretkoveniya-i-ovragi-na-puti-k-sdn> (дата обращения 02.12.2017).

Короткова Ольга Арсеновна — студент кафедры «Информационные системы и телекоммуникации», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Селихов Юрий Родионович, доцент кафедры «Информационные системы и телекоммуникации», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

SOFTWARE-DEFINED NETWORKING CONCEPT IMPLEMENTATION TECHNOLOGIES

O.A. Korotkova

ollga1995@mail.ru

SPIN-code: 6306-9969

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The rapid growth of the traffic volume and the change of its structure, the need to support the increasing number of mobile users and to form the high performance clusters for data processing and highly scalable virtualized environments for providing clouds — all this has tremendously changed the requirements to the network environments. This work considers the software-defined networking concept implementation technologies. A fundamentally new approach to constructing the networking infrastructure permits solving the existing problems by using various software and hardware technologies. The article introduces the underlying concepts of applying the existing technologies concerning the implementation of the software-defined networking.

Keywords

Software-defined networking, protocols, OpenFlow, virtual switch board, server, controller, channel, network operating system

© Bauman Moscow State Technical University, 2018

References

- [1] Barskov A. SDN: who needs them? And why. *Zhurnal setevykh resheniy/LAN*, 2012, no. 12. Available at: <https://www.osp.ru/lan/2012/12/13033012> (accessed 27 November 2017).
- [2] Smelyanskiy R.L. Software defined networks. *Otkrytye sistemy. SUBD [Open Systems. DBMS]*, 2012, no. 9, pp. 15–26.
- [3] Betts M., Davis N., Dolin R., et al. SDN architecture. Open Networking Foundation, 2014, 68 p.
- [4] Stallings W. Software-defined networks and OpenFlow. *The Internet Protocol Journal*, 2013, no. 1. Available at: <https://www.cisco.com/c/en/us/about/press/internet-protocol-journal/back-issues/table-contents-59/161-sdn.html> (accessed 29 November 2017).
- [5] Smelyanskiy R.L. SMD implementation technologies: Overlay vs OpenFlow. *Zhurnal setevykh resheniy/LAN*, 2014, no. 4. Available at: <https://www.osp.ru/lan/2014/04/13040709/> (accessed 01 December 2017).
- [6] Smelyanskiy R.L. SDN and NFV technologies: new possibilities for telecommunications. Available at: <http://arccn.ru/media/1132/> (accessed 01 December 17).
- [7] Smelyanskiy R.L. SDN-tekhnologiya: vozmozhnosti i realii [SDN-technology: possibilities and reality]. *Nauchno-tekhnicheskij seminar «Seminar po SDN: dva vzglyada na odnu tekhnologiyu» [Sci-tech seminar “SDN seminar: two views on one technology”]*. Available at: <https://events.yandex.ru/lib/talks/1425/> (accessed 14 January 2017).
- [8] Bakhareva N.F., Ushakov Yu.A., Ushakova M.V., Shukhman A.E. Osnovy programmno-konfiguriruemykh setey [Fundamentals of SDN programming]. Samara, PSUTI publ., 2015, 111 p.

- [9] Barskov A. SDN: from conception to solutions. *Zhurnal setevykh resheniy/LAN*, 2015, no. 9. Available at: <https://www.osp.ru/lan/2015/09/13046914/> (accessed 02 December 2017).
- [10] Gulyaev A. Kamni pretknoveniya i ovragi na puti k SDN [Stumbling rocks and ravines on the way to SDN]. Available at: <http://www.jetinfo.ru/stati/kamni-pretknoveniya-i-ovragi-na-puti-k-sdn> (accessed 02 December 2017).

Korotkova O.A. — student, Department of Information Systems and Telecommunications, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Selikhov Yu.R., Assoc. Professor, Department of Information Systems and Telecommunications, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.