

СОФТУЕРНО-ДЕФИНИРАНИТЕ МРЕЖИ КАТО ОСНОВА ЗА ИНФОРМАЦИОННАТА ИНФРАСТРУКТУРА НА БЪДЕЩЕТО

Докторант Красимир Ангелов Крумов, kkrumov@uni-svishtov.bg
Катедра „Бизнес информатика“
СА „Д. А. Ценов“ – Свищов

Резюме: Нарастващите информационни потребности в корпоративния сектор промениха общоприетите разбирания за проектиране и изграждане на съвременните компютърни мрежи. В днешно време услугите и приложенията, които се разработват, изискват гъвкавост и ефективност при използване капацитета на комуникационните канали. Съществуващите мрежови архитектури имат възможността да изпълнят това условие, но с цената на много ресурси. Именно това насочи вниманието на много специалисти към набиращата все по-голяма популярност архитектурна концепция SDN, която предлага по-добро управление на мрежовата инфраструктура на бизнес организациите.

В статията са представени характеристиките на SDN мрежите и основният протокол, чрез който те се реализират – OpenFlow. Специално внимание е отделено на приложните аспекти и тенденциите в развитието на SDN технологиите.

Ключови думи: информационна инфраструктура, мрежова инфраструктура, Software-defined Networks, SDN, OpenFlow.

JEL: L63, L86

SOFTWARE-DEFINED NETWORKS AS A BASIS FOR THE INFORMATION INFRASTRUCTURE OF THE FUTURE

Krasimir Angelov Krumov, PhD Student, kkrumov@uni-svishtov.bg
Department of Business Informatics
D. A. Tsenov Academy of Economics – Svishtov

Abstract: Increasing information needs in the corporate sector changed the generally accepted conceptions for design and construction of modern computer networks. Nowadays, services and applications being developed require flexibility and efficiency when using the capacity of the communication channels. The existing network architectures have the potential to fulfill this requirement, but at the cost of a lot of resources. That drew the attention of many specialists to a new architectural concept – SDN, which provides a better management for the network infrastructure of business organizations.

The article presents the main characteristics of the OpenFlow-based SDN networks. Focus is given to the practical aspects and trends in the SDN technologies.

Keywords: Information infrastructure, Network infrastructure, Software-defined Networks, SDN, OpenFlow.

JEL: L63, L86

СОФТУЕРНО-ДЕФИНИРАНИТЕ МРЕЖИ КАТО ОСНОВА ЗА ИНФОРМАЦИОННАТА ИНФРАСТРУКТУРА НА БЪДЕЩЕТО

Красимир Ангелов Крумов, kkrumov@uni-svishtov.bg
Катедра „Бизнес информатика“
СА „Д. А. Ценов“ – Свищов

Въведение

Облачните изчисления и масовото разпространение на мобилни устройства от последно поколение промениха подходите за планиране и изграждане на обслужващата информационна инфраструктура. Потребителите и бизнес организациите стават все по-зависими от тези технологични решения и това не е случайно – разработването на нови приложения и услуги става по-бързо, управлението на разходите за тяхната реализация е по-ефективно, а възможността за дистанционна работа е практически неограничена.

Резултатът – наличната мрежовата инфраструктура, изградена по йерархичен способ вече не предоставя изискваната мащабируемост на ресурсите. Това обстоятелство налага необходимостта от нова архитектурна концепция, която да отговаря на съвременните изчислителни потребности на бизнеса, а именно – софтуерно-дефинирани мрежи (Software-defined Networks – SDN).¹

В специализираната литература тази парадигма се разглежда като ново направление в областта на мрежовите и комуникационни технологии. По своята същност, това е архитектурна концепция, при която управлението на мрежовата инфраструктура е отделено от механизмите за разпределение и обработка на пакетите с данни чрез приложно-програмен интерфейс (API) и се програмира допълнително.²

1. Предпоставки за развитие на SDN мрежите

Необходимо е да се отбележат няколко тенденции, които през последните години породиха много дискусии за коренна промяна при изграждането на съвременните компютърни мрежи и тяхната адаптация според нуждите на бизнеса. По-важните от тях са:³

- **Нарастване на обема и преразпределение на различните видове мрежов трафик** – Програмните продукти, които бизнес организациите използват днес, се различават драстично от тези, използвани в зората на Интернет, когато доминиращ метод за достъп до информационните ресурси е бил класическият вариант на модела „клиент-сървър“. В наши дни, в условията на виртуализация на мрежовите ресурси и поради интеграцията на различните системи за управление на бизнеса (ERP, CRM, SCM и др.), преди да върнат резултатната информация, приложенията трябва да достъпят няколко сървъра с

¹Тъй като технологията присъства на пазара отскоро, все още няма стандартизиран превод на български език. Срещат се няколко варианта: програмно-конфигурируеми мрежи, програмно-управляеми мрежи или софтуерно-дефинирани мрежи. За нуждите на настоящата разработка ще се използва последният вариант, а именно – софтуерно-дефинирани мрежи.

²http://cio.bg/6425_sdn_razdelyaj_i_vladej – SDN – Разделяй и владей – [10.11.2015]

³<https://www.opennetworking.org/sdn-resources/sdn-definition> – Software-Defined Networking (SDN) Definition – [10.11.2015]

бази данни от различно естество, често в различни филиали и офиси на компанията. Това създава допълнителен трафик между съответните сървъри и натоварва значително обслужващата преносна среда, преди да се агрегира информацията, която даденото приложение трябва да получи.

Второ, служителите на компаниите все по-често изискват отдалечен достъп до корпоративната информационна среда от различни компютърни устройства. Това от една страна спомага за дистанционната им работа, но в същото време допринася за увеличаване на мрежовия трафик.

Не на последно място по важност – много организации вече разчитат на облачни изчисления, за да подобрят рентабилността на своя бизнес, в резултат на което се увеличава трафикът в глобалните мрежи (WAN).

- **Активното използване на мобилни устройства (лаптопи, таблети, смартфони и др.)** – Тази тенденция оказва значително влияние, поради либералното отношение на бизнеса спрямо концепцията за използване на собствени устройства Bring Your Own Device (BYOD). Достъпът на такива устройства обаче подлага на изпитание системите за безопасност на организациите. Потенциалните рискове, които тази концепция води със себе си, се свързват основно с опазване целостта и неприкосновеността на корпоративните данни, които биват достъпвани по този начин.
- **Повсеместното разпространение на облачни услуги** – Облачните изчисления бележат значителен ръст в последните няколко години. Интересът на бизнеса е разбираем – тези технологични решения позволяват бързина и гъвкавост при достъпа до различни мрежови ресурси като инфраструктура, приложения, услуги и др.
- **Все по-силната зависимост на бизнеса от „Големите данни“** – Обработката на големи масиви от данни се осъществява чрез паралелна работа на множество сървъри, свързани помежду си. Бързият темп на нарастване на тези масиви поражда необходимостта от допълнителен капацитет и по-добро управление на обслужващата мрежова инфраструктура в центровете за обработка на данни.⁴

Както вече бе споменато, съществуващите мрежови архитектури не са в състояние да отговорят на високите изисквания, които поставят съвременните бизнес потребители. Налице са някои ограничения, наложени от съществуващите технологични решения, които могат да бъдат систематизирани по следния начин:⁵

1. Трудна промяна на мрежовата конфигурация, поради сложността на използваните технологии и стандарти

Огромната популярност на Интернет нямаше да бъде възможна без наличието на протоколите за комуникация и обмен на данни. Усилията на мрежовата индустрия през последните години бяха насочени към създаването на такива

⁴http://networkworld.bg/991_sdn_ot_golemite_danni_kam_informacionniya_kapital – SDN: от големите данни към информационния капитал – [10.11.2015]

⁵<https://www.opennetworking.org/sdn-resources/sdn-definition> – Software-Defined Networking (SDN) Definition – [10.11.2015]

протоколи, които осигуряват осезаемо по-висока производителност и по-добро ниво на надеждност, като в същото време основен акцент бе поставен върху безопасността.

Всеки един от протоколите обаче, е създаден да решава конкретен проблем и именно поради това е налице известна сложност при промяна на общата конфигурация на прилежащата информационна инфраструктура. В случай на добавяне или премахване на дадено устройство, е необходимо това да се отрази в настройките на свързаните в мрежата маршрутизатори, комутатори, хардуерни защитни стени и др. Процесът може да отнеме доста време, като основно затруднение за обслужващия ИТ персонал се явява ръчното преконфигуриране на всяко едно отделно устройство.

Виртуализацията на сървърните ресурси, като доминиращ модел при управлението на информационната инфраструктура на съвременния център за данни, също допринесе значително за преосмисляне на съществуващите мрежови архитектури. Това е така, тъй като приложенията и услугите, които се използват от бизнеса, вече не са разположени на един единствен сървър, а на множество виртуални машини. Основната идея на този подход е да се осигури по-добро използване на наличните сървърни ресурси. За да се обезпечи безпроблемното функциониране на виртуалните машини обаче, ИТ специалистите на бизнес организациите трябва да планират прецизно адресирането и сегментирането на мрежата.

Като друга важна тенденция през последните години може да се определи изграждането на прилежаща мрежова инфраструктура, обединяваща пренос на глас, данни и видео (т. нар. *network convergence*) от големите и средни бизнес организации. Въпреки възможността да се прилагат набор от техники за управление на различните потоци мрежов трафик (*Quality of Service – QoS*), в много случаи се налага ръчно конфигуриране на необходимите параметри. Трябва да се има предвид, че ако впоследствие настъпи някаква промяна в потоците от данни, това не се отразява автоматично от мрежовия хардуер и се налага ИТ персоналът да въвежда нови настройки, за да може трафикът от бизнес приложенията да се обслужва ефективно.

2. Недостатъчна гъвкавост и мащабируемост на мрежовата инфраструктура

Нарастващият интерес на бизнеса към различни изчислителни ресурси налага изискването за периодично обновяване на прилежащата информационна инфраструктура. Този процес на надграждане, наред със сложността, която води със себе си, допълнително затруднява ИТ персонала, който трябва да управлява все повече свързани устройства.

Бавната мащабируемост на мрежите за пренос на данни поставя редица предизвикателства пред големите бизнес организации. Това е така, тъй като съвременните потребителски приложения изискват повече сървърни ресурси, надеждност и бързина при получаване на резултатната информация. По време на пиковите натоварвания трафикът между крайните физически точки се увеличава драстично и може да превиши капацитета на комуникационните канали.

3. Тясна обвързаност с производителите на мрежово оборудване

Динамиката на днешния бизнес налага ИТ услугите да се адаптират според изискванията на потребителите. Това обаче не винаги е възможно да става своевременно, тъй като промените зависят до голяма степен от производителите на

мрежово и комуникационно оборудване. Жизненият цикъл на техните продукти, който в много случаи надвишава 3 години, ограничава значително организациите при приемането на нови стандарти и технологии. Свързаните с това допълнителни капиталови разходи за придобиване на новото оборудване също трябва да се вземат под внимание.

Изброените различия между съвременните изисквания на бизнес организациите и възможностите на съществуващите мрежови архитектури са само малка част от факторите, които дадоха началото и ускориха разработването на архитектурната концепция SDN.

2. Характеристика на SDN мрежите

При съществуващите мрежови архитектури управлението на пакетите с данни и механизмите за тяхното предаване по преносната среда са разположени в специалните за това устройства – маршрутизатори, комутатори, хардуерни защитни стени и др. Поради динамиката на съвременния бизнес, често се налагат промени на логическо и структурно ниво и това води до преконфигуриране на голяма част от свързаните в мрежата устройства. Освен че изисква доста време, вероятността за грешки при въвеждане на новите настройки, не е нещо, което може да се отхвърли като възможност. SDN предлага решение на този проблем посредством опростено централизирано управление.⁶

SDN е архитектурна концепция, при която управлението на мрежовата инфраструктура се отделя от механизмите за предаване на пакетите с данни. При такова разделение работещите в мрежата комутатори остават само устройства, които насочват пакетите с данни, без да извършват каквито и да е манипулации върху тях. Управляващата логика се измества в специален SDN контролер, чрез който централизирано могат да се задават различни политики за управление на трафика от данни или да се извършват промени в конфигурацията на мрежата.⁷

Логическото разделение на функциите между мрежовите устройства и SDN контролера се извършва посредством приложно-програмен интерфейс (Application Programming Interface – API). За да се реализира комуникацията между двете нива на SDN архитектурата, се използва протоколът OpenFlow. Комутаторите, поддържащи този протокол, имат една или няколко таблици (flowtables), които съдържат набор от правила за управление на потоците от данни (dataflows). За всеки отделен поток се отнасят различни правила, които определят специфични действия за неговото обработване – препращане към съответната дестинация, отхвърляне, модифициране и др.⁸

Тук е моментът да се изясни значението на използвания термин „поток от данни“ в контекста на концепцията SDN. По своята същност, това представлява последователност от IP (Internet Protocol) пакети, които попадат в обхвата на конкретно правило за управление, зададено в SDN контролера.⁹

⁶ <http://www.cse.wustl.edu/~jain/cse570-13/ftp/sdn.pdf> – SDN: Development, Adoption and Research Trends (A Survey of Research Issues in SDN) – [10.11.2015]

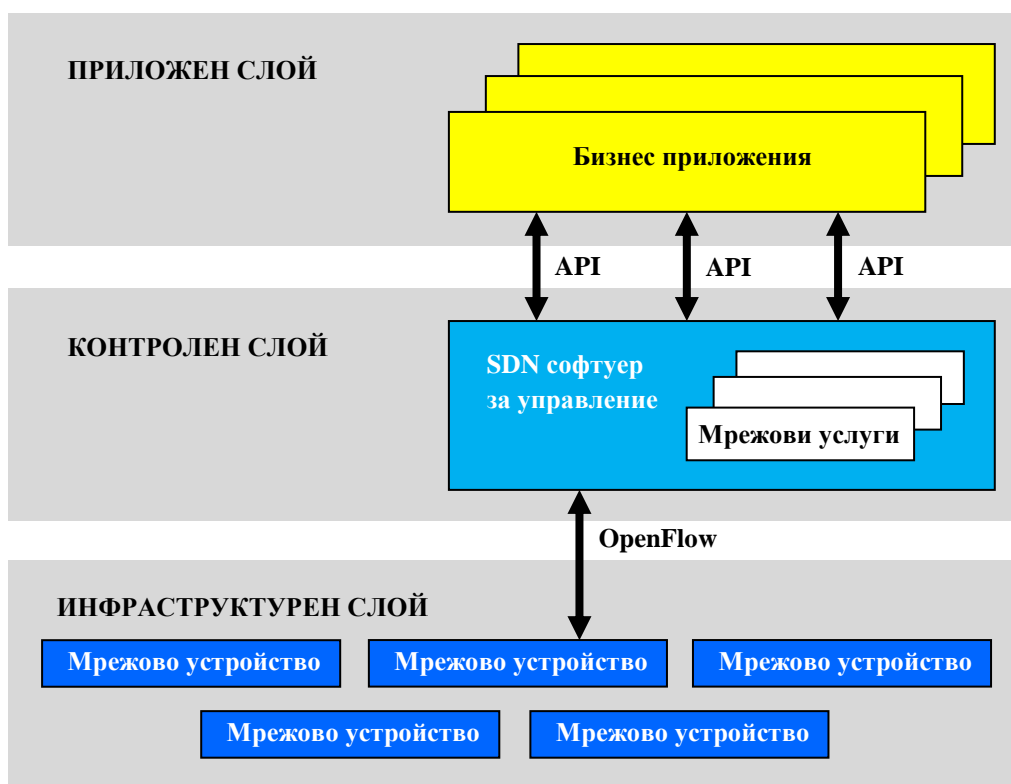
⁷ <http://arxiv.org/pdf/1406.0440.pdf> – Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey – [10.11.2015]

⁸ Пак там

⁹ http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac123/ac147/archived_issues/ipj_16-1/ipj_16-1.pdf – The Internet Protocol Journal: Software-Defined Networks and OpenFlow by William Stallings, March 2013 Volume 16, Number 1 – [10.11.2015]

Архитектурният модел¹⁰ на SDN се състои от следните 3 нива:

- *Инфраструктура* – тук се разполагат всички физически или виртуални мрежови устройства, като маршрутизатори, комутатори, хардуерни защитни стени и др.
- *Контролери* – на това ниво функционират SDN контролерите, които посредством специален софтуер, приложно-програмен интерфейс (API) и протокол за комуникация OpenFlow, задават различни политики за управление на инфраструктурното ниво.
- *Приложения* – в този слой са разположени различните бизнес приложения, които организацията използват.



Фигура 1: Архитектурен модел на SDN
Източник: SDxCentral

Архитектурата на SDN притежава следните **характеристики**¹¹:

- *Централизирано програмно управление* – SDN контролерът осигурява цялостен поглед върху поведението на мрежата, което значително улеснява ИТ специалистите, ангажирани с нейната поддръжка.

¹⁰<https://www.sdxcentral.com/resources/sdn/inside-sdn-architecture/> – Inside SDN Architecture – [10.11.2015]

¹¹https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/oth/sdn-101-an-introduction-to-software-defined-networking.pdf – SDN 101: An Introduction to Software Defined Networking – [10.11.2015]

Допълнително, този подход позволява на приложенията и услугите да „виждат“ мрежата като една логическа същност, без да отчитат особеностите на прилежащата инфраструктура.

- *Гъвкавост и адаптивност* – отделянето на контрола на мрежата от механизмите за препращане на пакетите с данни позволява на ИТ персонала да разпределя динамично наличните мрежови, комуникационни и изчислителни ресурси. Това става чрез прилагането на различни техники за контрол на трафика и приоритизирането му чрез QoS, адаптиране на пропускателната способност на каналите за данни и др.
- *Независимост от производителите на мрежово оборудване, поради използването на отворени стандарти* – SDN опростява проектирането, експлоатацията и надграждането на мрежата, тъй като всички необходими инструкции се задават на управляващия SDN контролер и не се налага да бъде конфигуриран мрежов хардуер от различни производители. Също така отпада необходимостта да се инвестира в скъпи устройства, които поддържат множество протоколи. Единственият протокол, който е необходим, е OpenFlow. Именно чрез него се осъществява получаването на команди и инструкции от управляващия SDN контролер.

Един от основните градивни елементи на архитектурната концепция SDN е **протоколът OpenFlow**. Към настоящия момент той е най-разпространеното стандартизирано средство, с помощта на което могат да се изградят SDN мрежи.

Идеята за OpenFlow се „ражда“ през 2006 г., когато започва сътрудничество между университетите Станфорд и Бъркли в областта на компютърните мрежи и управлението на мрежовия трафик. Първоначално целта на изследването е била разработването на протокол за експериментално приложение, но в хода на своята работа изследователите установили, че OpenFlow може да замени използваните в съвременните комутатори и маршрутизатори протоколи от Каналния и Мрежовия слой (слой 2 и слой 3) на референтния OSI модел.¹²

Резултатът от този експеримент е изцяло нов протокол, който управлява мрежовия трафик между комутатори и маршрутизатори на различни производители посредством програмно управление. По този начин конфигурирането и управлението им се изнася извън хардуера в специално предназначени за тази цел контролери.

Първата версия на OpenFlow е публикувана в края на 2009 г., а през март 2011 г. е създадена Open Network Foundation (ONF)¹³ – организация с нестопанска цел, чиято основна мисия е популяризирането и разпространението на SDN мрежи, изградени на базата на протокола OpenFlow. В организацията членуват водещи технологични гиганти и представители на академичните среди.

3. Приложни аспекти, анализ на пазара и очаквани перспективи

¹² Nadeau, T., Gray, K. *SDN: Software Defined Networks – An authoritative Review of Network Programmability Technologies* – O'Reilly Media, Sebastopol, 2013, ISBN: 978-1-449-34230-2, p. 47

¹³ Сред основателите на ONF са: Deutsche Telekom, Facebook, Google, Microsoft, Verizon и Yahoo!

Приложните аспекти на SDN мрежите, реализирани чрез протокола OpenFlow, могат да се представят в следните няколко направления:¹⁴

- *За бизнес организациите* – централизираното управление, което архитектурната концепция SDN предлага, е предпоставка за създаването на по-гъвкава мрежова среда, обединяваща пренос на глас, данни и видео. По този начин ИТ персоналет може да разпределя наличните изчислителни ресурси в реално време, в зависимост от изискванията на потребителите или съответните приложения.
- *В центъра за данни* – виртуализацията на сървърните ресурси вече е задължителен компонент от информационната инфраструктура на големите центрове за данни. SDN позволява да се решат някои от проблемите, които тази технология поставя. Отпада необходимостта мрежата да се преконфигурира всеки път, когато виртуален сървър промени своето местоположение. Осъществява се по-тясна интеграция със системите за съхранение на данни и по-добро разпределяне на капацитета на комуникационните канали.
- *При облачните услуги* – SDN притежава възможностите да автоматизира процесите при управлението на облачната инфраструктура. Без значение дали се реализира частен, хибриден или публичен облак, разпределението на ресурсите и услугите се осъществява с минимална намеса от страна на ИТ персонала.
- *За доставчиците на Интернет услуги и телеком операторите* – като най-голям потребител на мрежово оборудване от висок клас, за този сектор ползите се свързват най-вече с намаляване на капиталовите разходи (CapEx) за придобиване съответните устройства и оперативните (OpEx) разходи за тяхното обслужване.

През 2012 г. се осъществиха редица придобивания на стартиращи компании от най-известните конгломерати в областта на мрежовото оборудване. Като най-ярък пример може да се посочи поглъщането на Nicira¹⁵ от VMware за \$1.26 млрд.¹⁶ Други представители на тази индустрия също реализираха подобни сделки, водени от положителната тенденция за бъдещото развитие на технологията. На фона на огромната сума, която VMware плати, за да стане собственик на Nicira, Cisco¹⁷ придоби Cariden за доста по-скромните \$141 млн.,¹⁸ а Juniper Networks от своя страна закупи Contrail за \$176 млн.¹⁹ След приключване на

¹⁴ <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/data-center-virtualization/application-centric-infrastructure/idc-making-sdn-real-for-enterprises.pdf> – Making SDN Real for Enterprises – [10.11.2015]

¹⁵ С Nicira се свързва първият комерсиален SDN проект. Едни от най-известните клиенти на компанията са AT&T, eBay, Fidelity Investments, NTT, Rackspace.

¹⁶ <http://www.networkworld.com/article/2190060/virtualization/vmware-to-acquire-openflow-pioneer-nicira-for--1-26-billion.html> – VMware to acquire OpenFlow pioneer Nicira for \$1.26 billion – [10.11.2015]

¹⁷ В началото на 2015 г. от Cisco обявиха, че възнамеряват да придобият Embrane – друга стартираща компания, която също е специализирана в разработването на SDN решения.

¹⁸ <https://gigaom.com/2012/11/29/with-141m-cariden-deal-cisco-getting-serious-about-sdn-for-isps/> – With \$141M Cariden deal, Cisco getting serious about SDN for ISPs – [10.11.2015]

¹⁹ <http://www.networkworld.com/article/2162133/data-center/juniper-buys-sdn-startup-for--176m.html> – Juniper buys SDN startup for \$176M – [10.11.2015]

процесите по придобиване, производителите на мрежово оборудване започнаха масово да реализират поддръжка на SDN в предлаганите от тях продукти.

Както е видно от изнесените данни, стойността на сделките само през посочената година надвишава \$1.5 млрд., а това ясно свидетелства за засиления интерес на компаниите от мрежовия бранш към технологията SDN.

В доклад на изследователската компания ESG²⁰ се разкриват нагласите в бранша относно SDN технологиите. В изследването са взели участие 321 специалисти по мрежова сигурност, работещи в големи бизнес организации с персонал повече от 1000 души. От този доклад става ясно, че SDN не е непознатата технология за мрежовите специалисти и се очертава като основна насока, в която ще съсредоточат усилията си при едно евентуално бъдещо надграждане на информационната инфраструктура. Таблица 1 обобщава резултатите от проведеното изследване.

Таблица 1

Използване на SDN в бизнес организациите

Вече се използва SDN технологично решение	22%
Провеждат се тестове с различни SDN продукти	39%
Планира се внедряване на SDN в следващите 24 месеца	23%
Без текущи планове, но с интерес към технологията	12%

Източник: SDN Networking Followed by SDN Security; списание Network World.

На въпрос дали техните организации са внедрили, или възнамеряват да внедрят SDN технологии, 22% от анкетиранияте отговарят, че вече използват SDN под някаква форма, 39% провеждат тестове с SDN, 23% планират да внедрят SDN решение в следващите 24 месеца, а 12% посочват, че нямат текущи планове за технологията, но се интересуват от внедряването в бъдеще.

По-обширен анализ на засиления интерес към SDN технологиите и приложените им аспекти показва анкета на списание NetworkWorld²¹, резултатите от която бяха публикувани в началото на 2016 година. Следващите две таблици представят част от тези резултати.

Таблица 2

Възможности, които SDN технологиите могат да разкрият при управлението на информационната инфраструктура

По-добро разпределение на мрежовите ресурси	55%
По-добро управление на мрежовия трафик	54%
По-лесно управление и конфигуриране на мрежовите устройства	53%
Динамично разпределение на виртуални ресурси	52%
По-лесно разгръщане на нови функционалности в мрежата	45%
Динамично заделяне на мрежови ресурси от приложенията	45%
По-бързо адаптиране на съществуващите мрежови функционалности	41%

²⁰<http://www.networkworld.com/article/2851631/cisco-subnet/sdn-networking-followed-by-sdn-security.html> – SDN Networking Followed by SDN Security – [10.11.2015]

²¹<http://www.networkworld.com/article/3019863/software-defined-networking/survey-shows-growing-interest-in-sdn-where-and-how-companies-might-deploy-the-tech.html> – Survey shows growing interest in SDN, where and how companies might deploy the tech – [10.01.2016]

Намаляване на оперативните разходи (OpEx)	40%
По-лесно и ефективно внедряване на политики по сигурността	35%
По-лесно внедряване на QoS (Quality-of-Service)	33%
Намаляване на капиталовите разходи (CapEx)	29%
Опростяване на прилежащата информационна инфраструктура	24%
Друго	5%

Източник: Survey shows growing interest in SDN, where and how companies might deploy the tech; списание Network World.

Участниците в проучването е трябвало да определят какви възможности за подобряване на информационната инфраструктура може да се очакват при евентуално внедряване на SDN технологиите.

На челните места в таблицата ИТ специалистите поставят възможностите, свързани с динамичното разпределение на различни мрежови и виртуални ресурси, по-интелигентното управление на мрежовия трафик, опростеното управление и конфигуриране на различните мрежови устройства. Именно тези възможности на SDN мрежите се очертава да бъдат водещи при избора на конкретно технологично решение.

От дадените отговори също така може да се направи заключението, че повечето от респондентите са все още консервативни, що се отнася до възможностите са намаляване на капиталовите и оперативните разходи или опростяване на сложността при изграждането на мрежите. Видно от представеното процентно разпределение, тези фактори намират място в долната част на таблицата. Това най-вероятно се дължи на все още непълното разбиране на концепцията, която стои зад SDN, а като друга основна причина може да се посочи недостатъчната зрялост на сегашните технологични продукти в тази област.

Таблица 3

Възможни приложения на SDN мрежите

Център за данни (Data Center)	64%
Глобални мрежи (WAN)	26%
Локални мрежи (LAN)	25%
Без планове за внедряване на SDN в следващите 2 години	12%
Без отговор	10%
Внедряване чрез глобален доставчик, който поддържа SDN	8%
Друго	6%

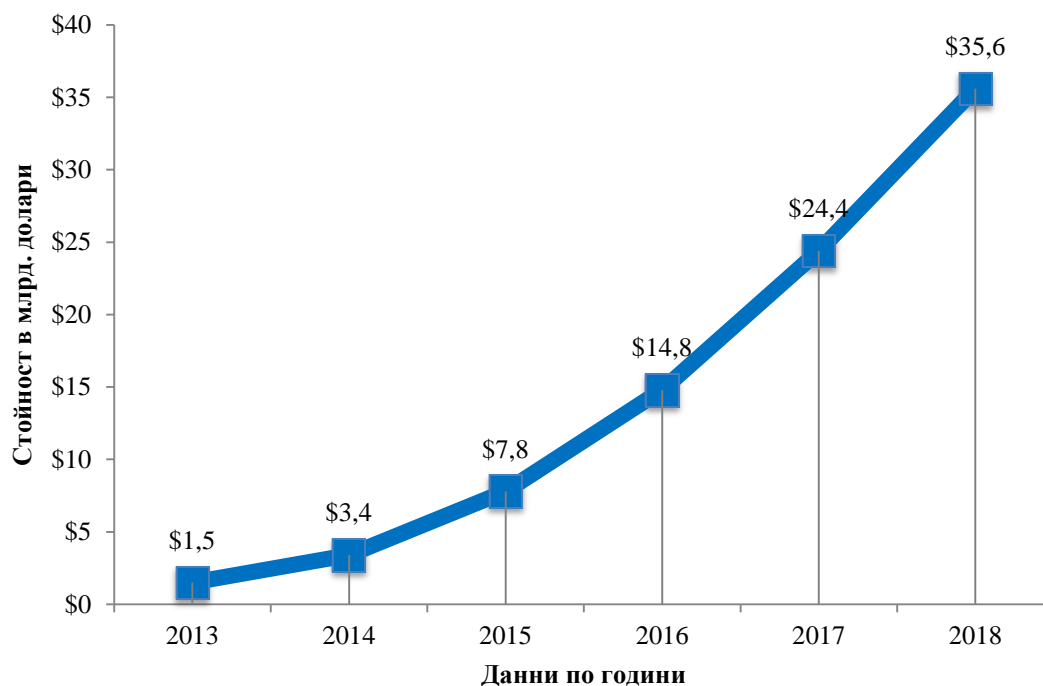
Източник: Survey shows growing interest in SDN, where and how companies might deploy the tech; списание Network World.

Таблица 3 показва нагласите относно приложните аспекти на SDN мрежите. Участниците в анкетата този път са отговаряли на следния въпрос: „Ако вашата бизнес организация възнамерява да внедри SDN през следващите две години, къде има най-голяма вероятност технологията да намери приложение?“

От показаните резултати се вижда, че ИТ специалистите посочват с убеденост центъра за данни като основно място, където виждат приложение на SDN. Напълно логично – съвременните центрове за данни вече са неизменна част от бизнеса. Наред с това те имат сложна структура и всяко технологично улеснение в тази посока се приветства от ИТ отделите и поддържащия персонал.

Глобалните (WAN) и локалните (LAN) мрежи са другите места, където SDN технологиите могат да намерят широко приложение, показват резултатите от проучването.

Според друго изследване²², световният пазар на SDN продукти и услуги в организациите и доставчиците на облачни услуги ще нарасне от \$7,8 млрд. през 2015 г. до \$35,6 млрд. през 2018 г. Тук се включват мрежова инфраструктура, SDN устройства и свързаните с това консултантски услуги.



Графика 1: Ръст на световния SDN пазар
Източник: *How big is The SDN Market? – SDN central/Plexxi*

Фактът, че към днешна дата съществуват повече от 225 технологични компании, които се занимават с развитието на SDN решения, а през 2009 г. не е имало нито една, е сериозно доказателство за развитието на този пазар.²³

Заклучение

Както посочват някои анализатори, мрежите са все още в ерата на големия клас (mainframe) компютри, за които е характерно, че и оборудването, и обслужващият софтуер са на един и същи производител. SDN мрежите, реализирани чрез протокола OpenFlow, премахват тази зависимост посредством отворен интерфейс между мрежовите устройства и специалните SDN контролери. Това позволява в значителна степен да се автоматизира управлението на мрежовата инфраструктура и в същото време да се намалят капиталовите (CapEx) и оперативните (OpEx) разходи за нейното изграждане и поддръжка.

²²<https://www.sdxcentral.com/reports/sdn-market-size-infographic-2013/> – How big is The SDN Market? – SDN central/Plexxi – [10.01.2016]

²³<https://www.sdxcentral.com/directory/nfv-sdn/companies/> – NFV & SDN Companies Directory – [10.01.2016]

Важно условие при избора на подходящо SDN решение за бизнеса е задълбочено познаване на технологията и начините за нейната практическа реализация.²⁴ ИТ специалистите трябва ясно да определят какви ще бъдат ползите от приложението на SDN в съответната организация. Следва сериозно проучване на наличните технологични решения на пазара и избиране на най-подходящия вариант за конкретния случай. Задължително условие е да се разработи подробен план за безпроблемната интеграцията на технологията със съществуващата информационна инфраструктура.²⁵

Наличните SDN решения обаче се нуждаят от технологично време, за да бъдат приети от корпоративния сектор и да разгърнат своя потенциал. Редица производители на комуникационно оборудване посочват, че трансформацията на традиционните мрежови архитектури е в своето начало и тепърва предстои да се види какви ще бъдат резултатите от тази промяна.²⁶

Представените идеи дават основание да се приеме с категоричност, че е напълно възможно мрежовата инфраструктура на бъдещето да бъде софтуерно управлявана. Това от своя страна би довело до по-адекватно посрещане на нарастващите потребности на бизнеса от различни изчислителни ресурси, в комбинация с осезаемо по-бързо разработване на услуги и приложения за потребителите.

Използвана и цитирана литература

1. **Nadeau, T., Gray, K.** *SDN: Software Defined Networks – An Authoritative Review of Network Programmability Technologies* – O'Reilly Media, Sebastopol, 2013, ISBN: 978-1-449-34230-2
2. http://cio.bg/6425_sdn_razdelyaj_i_vladej – SDN – Разделяй и владей – [10.11.2015]
3. http://networkworld.bg/991_sdn_ot_golemite_danni_kam_informacionniya_kapital – SDN: от Големите данни към информационния капитал – [10.11.2015]
4. <https://www.opennetworking.org/sdn-resources/sdn-definition> – Software-Defined Networking (SDN) Definition – [10.11.2015]
5. <http://www.cse.wustl.edu/~jain/cse570-13/ftp/sdn.pdf> – SDN: Development, Adoption and Research Trends (A Survey of Research Issues in SDN) – [10.11.2015]
6. <http://arxiv.org/pdf/1406.0440.pdf> – Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey – [10.11.2015]
7. http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac123/ac147/archived_issues/ipj_16-1/ipj_16-1.pdf – The Internet Protocol Journal: Software-Defined Networks and OpenFlow by William Stallings, March 2013, Volume 16, Number 1 – [10.11.2015]
8. <https://www.sdxcentral.com/resources/sdn/inside-sdn-architecture/> – Inside SDN Architecture – [10.11.2015]

²⁴<http://www.networkworld.com/article/2172058/lan-wan/planning-for-sdn.html> – Planning for SDN – [10.11.2015]

²⁵<http://www.information-age.com/technology/mobile-and-networking/123458864/5-predictions-software-defined-networking-2015> – 5 predictions for software-defined networking in 2015 – [10.11.2015]

²⁶Експерти от Cisco отбелязват, че този процес може да отнеме до 10 години

9. https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/oth/sdn-101-an-introduction-to-software-defined-networking.pdf – SDN 101: An Introduction to Software Defined Networking – [10.11.2015]
 10. <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/data-center-virtualization/application-centric-infrastructure/idc-making-sdn-real-for-enterprises.pdf> – Making SDN Real for Enterprises – [10.11.2015]
 11. <http://www.networkworld.com/article/2190060/virtualization/vmware-to-acquire-openflow-pioneer-nicira-for--1-26-billion.html> – VMware to acquire OpenFlow pioneer Nicira for \$1.26 billion – [10.11.2015]
 12. <https://gigaom.com/2012/11/29/with-141m-cariden-deal-cisco-getting-serious-about-sdn-for-isps/> – With \$141M Cariden deal, Cisco getting serious about SDN for ISPs – [10.11.2015]
 13. <http://www.networkworld.com/article/2162133/data-center/juniper-buys-sdn-startup-for--176m.html> – Juniper buys SDN startup for \$176M – [10.11.2015]
 14. <http://www.networkworld.com/article/2851631/cisco-subnet/sdn-networking-followed-by-sdn-security.html> –SDN Networking Followed by SDN Security – [10.11.2015]
 15. <http://www.networkworld.com/article/3019863/software-defined-networking/survey-shows-growing-interest-in-sdn-where-and-how-companies-might-deploy-the-tech.html> – Survey shows growing interest in SDN, where and how companies might deploy the tech – [10.01.2016]
 16. <https://www.sdxcentral.com/reports/sdn-market-size-infographic-2013/> – How big is The SDN Market? – SDN central/Plexxi – [10.01.2016]
 17. <https://www.sdxcentral.com/directory/nfv-sdn/companies/> – NFV & SDN Companies Directory – [10.01.2016]
-