

INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS



№1 (5) 2024

Natural Sciences and
Technologies series





INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS

Natural Sciences and Technologies series

Has been published since 2020

№1 (5) 2024

Astana

INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS. NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫ

БАС РЕДАКТОР

Қалимолдаев Мақсат Нұрадилович, техникалық ғылымдар докторы, ҚР ҰҒА академигі, профессор, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты бас директорының кеңесшісі, бас ғылыми қызметкері (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ

Мырзағалиева Анар Базаровна, биология ғылымдарының докторы, профессор, бірінші вице-президент, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

РЕДАКТОРЛАР:

- **Сейткан Айнур Сейтканқызы**, техника ғылымдарының кандидаты, PhD, жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

- **Муканова Асель Сериковна**, PhD, Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

- **Абдилдаева Асель Асылбековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Қазақстан);

- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Познаньдағы Адам Мицкевич атындағы университет (Польша);

- **Редферн Саймон А.Т.**, PhD, профессор, Наньян технологиялық университеті (Сингапур);

- **Сяoley Фенг**, PhD, Наньян технологиялық университеті (Сингапур);

- **Шуджаул Мулк Хан**, PhD, профессор, Каид-және-Азам университеті (Пакистан);

- **Базарнова Наталья Григорьевна**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Химия және химиялық-фармацевтикалық технологиялар институты (Ресей);

- **Черёмушкина Вера Алексеевна**, биология ғылымдарының докторы, профессор, РҒА СБ Орталық Сібір ботаникалық бағы (Ресей);

- **Тасболатұлы Нұрболат**, PhD, Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебі деканының орынбасары, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

- **Байшоланов Сакен Советович**, география ғылымдарының кандидаты, доцент, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

- **Нуркенов Серик Амангельдинович**, PhD, қауымдастырылған профессор, Астана халықаралық университеті (Қазақстан).

**РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS.
NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Калимолдаев Максат Нурадилович, доктор технических наук, академик НАН РК, профессор, ГНС, советник генерального директора Института информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК (*Казахстан*)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Мырзагалиева Анар Базаровна, доктор биологических наук, профессор, первый вице-президент, Международный университет Астана (*Казахстан*)

РЕДАКТОРЫ:

- **Сейткан Айнур Сейтканкызы**, кандидат технических наук, PhD, декан высшей школы естественных наук, Международный университет Астана (*Казахстан*);

- **Муканова Асель Сериковна**, PhD, декан Высшей школы информационных технологии и инженерии, Международный университет Астана (*Казахстан*);

- **Абдилдаева Асель Асылбековна**, PhD, ассоциированный профессор, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (*Казахстан*);

- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Университет имени Адама Мицкевича в Познани (*Польша*);

- **Редферн Саймон А.Т.**, PhD, профессор, Наньянский технологический университет (*Сингапур*);

- **Фенг Сяoley**, PhD, Наньянский технологический университет (*Сингапур*);

- **Шуджаул Мулк Хан**, PhD, профессор, Университет Каид-и Азама (*Пакистан*);

- **Базарнова Наталья Григорьевна**, доктор химических наук, профессор, Институт химии и химико-фармацевтических технологий (*Россия*);

- **Черёмушкина Вера Алексеевна**, доктор биологических наук, профессор, Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН (*Россия*);

- **Тасболатұлы Нұрболат**, PhD, заместитель декана Высшей школы информационных технологий и инженерии, Международный университет Астана (*Казахстан*);

- **Байшоланов Сакен Советович**, кандидат географических наук, доцент, Международный университет Астана (*Казахстан*);

- **Нуркенов Серик Амангельдинович**, PhD, ассоциированный профессор, Международный университет Астана (*Казахстан*);

**EDITORIAL TEAM OF THE JOURNAL INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS.
NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES**

CHIEF EDITOR

Maksat Kalimoldayev, Doctor of Technical Sciences, Academician of NAS RK, Professor, SRF, CEO's counselor «The Institute of Information and Computational Technologies» CS MSHE RK (Kazakhstan)

DEPUTY CHIEF EDITOR

Anar Myrzagaliyeva, Doctor of Biological Sciences, Professor, First Vice-President, Astana International University (Kazakhstan)

EDITORS:

- **Ainur Seitkan**, Candidate of Technical Sciences, PhD, Dean of the Higher School of Natural Sciences, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Mukanova**, PhD, Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Abdildayeva**, PhD, Associate Professor, of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University (Kazakhstan);
- **Jiri Chlachula**, PhD, Dr.Hab., Full Professor, Adam Mickiewicz University, Poznań (Poland);
- **Simon A.T. Redfern**, PhD, Professor, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Xiaolei Feng**, PhD, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Khan Shujaul Mulk**, PhD, Professor, Quaid-i-Azam University (Pakistan);
- **Natal'ya Bazarnova**, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Institute of Chemistry and Chemical-Pharmaceutical Technologies (Russia);
- **Vera Cheryomushkina**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Central Siberian Botanical Garden SB RAS (Russia);
- **Nurbolat Tasbolatuly**, PhD, Deputy Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Saken Baisholanov**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan);
- **Serik Nurkenov**, PhD, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan).

Editorial address: 8, Kabanbay Batyr avenue, of.316, Nur-Sultan,
Kazakhstan, 010000

Tel.: (7172) 24-18-52 (ext. 316)

E-mail: natural-sciences@aiu.kz

International Science Reviews NST - 76153

International Science Reviews

Natural Sciences and Technologies series

Owner: Astana International University

Periodicity: quarterly

Circulation: 500 copies

CONTENT

1. А.М.Касымханов, И.В.Притыкин, С.К.Китапбаев, Д.А.Костюченко, С.Е.Базаров ЕРТІС БАССЕЙНІНІҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ МАҢЫЗЫ БАР БАЛЫҚ ШАРУАШЫЛЫҒЫ СУ АЙДЫҢДАРЫНДАҒЫ ТЫРАНЫҢ (ABRAMIS BRAMA LINNAEUS, 1758) БИОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ ЖӘНЕ КӘСІПТІК МАҢЫЗЫ.....	7
2. А.Бериков, Т.Самарханов ПАТРИОТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА НА ПРИМЕРЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ЛИЧНОСТЕЙ БАЯНАУЫЛА.....	17
3. Ж.Н. Елемес, Ж.М. Мукатаева ӘРТҮРЛІ ДЕНЕ БЕЛСЕНДІЛІГІМЕН АЙНАЛЫСАТЫН МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ДАМУЫ	25
4. Т.Шалбай, Л.Кусепова СЕТЕВАЯ ВИРТУАЛИЗАЦИЯ: ТРАНСФОРМАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОДКЛЮЧЕНИЯ	34
5. Ж.С.Жапарова, Л.Т.Кусепова, А.Е.Назырова ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СОВРЕМЕННОМ БИЗНЕСЕ: ПРИМЕНЕНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ И ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОРГАНИЗАЦИЙ	43
6. Е.Е.Садибек, Л.Т.Кусепова, А.Е.Назырова ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ	50
7. А.Е.Назырова, А.С.Муканова, М.Ж.Калдарова, Л.Т.Кусепова МОДЕЛЬНОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЗАРАНЕЕ ОПРЕДЕЛЁННЫХ УЧЕБНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ: ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЧЕРЕЗ СЕТЕВУЮ ДИАГРАММУ	57
8. Б.Х.Аллажар, М.Ж.Калдарова, А.Е.Назырова РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРИСУТСТВИИ ШУМА	63
9. Ермек Төле Би ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ КЛИНИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПАЦИЕНТОВ	79
10. Ермек Төле Би ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ЧЕРЕЗ СОВРЕМЕННЫЕ ГАДЖЕТЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ	87
11. Л.М.Нұрхан, С.С.Байшоланов ГЕОГРАФИЯ ОҚУЛЫҚТАРЫНДА АУА-РАЙЫ ЖӘНЕ КЛИМАТ ТУРАЛЫ БЕРЛІГЕН МӘЛІМЕТТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТОЛЫҚТЫРУҒА ҰСЫНЫСТАР.....	97
12. Л.М.Нұрхан, С.С.Байшоланов ГЕОГРАФИЯ ОҚУЛЫҚТАРЫНДА КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІ ТУРАЛЫ БЕРЛІГЕН МӘЛІМЕТТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТОЛЫҚТЫРУҒА ҰСЫНЫСТАР	110

СЕТЕВАЯ ВИРТУАЛИЗАЦИЯ: ТРАНСФОРМАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Шалбай Т., Кусепова Л.

Международный университет Астана, Астана, Казахстан

takhminashh@gmail.com

Аннотация: В данной статье рассматривается виртуализация сетей, ее принципы, области применения и значение в современных сетях. Рассматриваются различные виды виртуализации сетей, такие как программно-определяемые сети (SDN), сетевые срезы и виртуализированные сетевые функции (VNF). В статье приводятся реальные примеры использования виртуализации в реальных условиях, в том числе в организациях здравоохранения и финансового сектора для повышения масштабируемости и безопасности. Кроме того, в статье рассматриваются такие развивающиеся тенденции, как пограничные вычисления, оптимизация сетей на основе AI/ML, интеграция технологии 6G и роль виртуализации сетей в обеспечении безопасности квантовых сетей. В исследовании подчеркивается трансформационный потенциал виртуализации сетей в повышении масштабируемости, гибкости и адаптивности в условиях меняющихся цифровых требований. Читатели получают ценные сведения об этой ключевой технологии и ее непреходящем значении для формирования будущего сетей.

Ключевые слова: Виртуализация сетей, Программно-определяемая сеть (SDN), Виртуализация сетевых функций (NFV), Интернет вещей (IoT), сети 5G, облачные вычисления, сети центров обработки данных, пограничные вычисления, искусственный интеллект, квантовые сети.

ВВЕДЕНИЕ

Виртуализация сетей - новаторская практика, предполагающая создание виртуальных сетей, работающих независимо от базовой физической инфраструктуры, - является принципиально важной концепцией в области современных сетей [1]. В мире, где требования к сетевым ресурсам непрерывно растут, этот инновационный подход служит катализатором для пересмотра способов управления взаимосвязанными системами. Он дает нам возможность динамически распределять сетевые ресурсы, освобождаясь от ограничений традиционных сетей, основанных на аппаратном обеспечении [2]. Виртуализация сетей – это революционная концепция, которая меняет способ, которым мы думаем о сетях и их управлении.

Эта смена парадигмы в сетевых технологиях не только повышает гибкость, но и открывает новую эру эффективности управления сетями. Времена статичных и негибких сетевых архитектур, предполагающих трудоемкую ручную настройку и обслуживание, стремительно уходят в прошлое. Виртуализация сети позволяет

организациям быстро адаптироваться к изменяющимся требованиям, легко масштабировать ресурсы по мере необходимости и оптимизировать процесс создания сети [3]. Она играет ключевую роль в развитии облачных вычислений, эволюции программно-определяемых сетей (SDN) и процветании экосистемы Интернета вещей (IoT) [4].

Ключевые принципы виртуализации сетей, включая абстракцию, изоляцию и объединение ресурсов, лежат в основе этой преобразующей технологии [3]. Абстрагирование позволяет создавать виртуальные представления, которые скрывают сложности физической инфраструктуры, позволяя сетевым администраторам работать с упрощенными, программно определяемыми моделями сети. Такая абстракция значительно повышает удобство управления и гибкость [4].

Изоляция - еще один важнейший принцип, обеспечивающий безопасное сосуществование нескольких виртуальных сетей на общем оборудовании. Изолируя сегменты сети и трафик, виртуализация сети обеспечивает надежную защиту и разделение, предотвращая вмешательство между различными виртуальными средами [4].

Объединение ресурсов - один из основных аспектов виртуализации сети, позволяющий эффективно использовать сетевые ресурсы. В виртуализированной сети такие ресурсы, как пропускная способность и вычислительная мощность, динамически распределяются по мере необходимости, обеспечивая оптимальное использование и минимизируя потери. Такая эффективность использования ресурсов является ключевым фактором масштабируемости и экономической эффективности виртуализации сети [5].

Сетевая виртуализация играет ключевую роль в модернизации и совершенствовании сетевой инфраструктуры. Отделяя сетевые сервисы от физического оборудования, организации добиваются большей гибкости и масштабируемости. Это позволяет предприятиям эффективно и экономично адаптироваться к изменяющимся требованиям [6].

Различные типы виртуализации сети, такие как виртуальные локальные сети (VLAN), виртуальные частные сети (VPN), виртуальные сетевые функции (VNF) и сетевые срезы, отвечают различным требованиям к сетям. Эти типы позволяют добиться сегментации сети, повышения безопасности и эффективного распределения ресурсов. VLAN позволяют логически сегментировать физическую сеть на несколько изолированных сетей, оптимизируя управление трафиком и сокращая широковеб-адресные домены. VPN предоставляют защищенный и зашифрованный канал связи через общую инфраструктуру, обеспечивая безопасную передачу данных и удаленный доступ. VNF виртуализируют сетевые сервисы и функции, обеспечивая гибкость и адаптивность за счет развертывания

сервисов в виде программных экземпляров, что снижает зависимость от аппаратного обеспечения. С другой стороны, в сетях 5G появляется технология сетевых срезов, позволяющая создавать изолированные сегменты сети для различных сценариев использования, обеспечивая эффективное использование ресурсов и предоставление специализированных сетевых услуг.

Виртуализация сети предлагает новый уровень гибкости и эффективности, однако, для того чтобы освободить сеть от ограничений поставщиков и пересмотреть подход к расширенной функциональности сети, необходимо углубиться в специализированную область: виртуализацию сетевых функций.

Виртуализация сетевых функций (NFV) освобождает вашу сеть, по крайней мере, от старого правила "один поставщик - всем голова". Решения по виртуализации сетевых функций, такие как платформа NSX от VMware, открывают путь к созданию многовендорных инфраструктурных решений, снижая нашу зависимость от аппаратных решений одного вендора в части расширенной сетевой функциональности. Благодаря использованию модулей гипервизора и виртуальных машин (VM), предоставляемых партнерами, VMware NSX позволяет создавать распределенные маршрутизаторы, межсетевые экраны и балансировщики нагрузки, обеспечивающие тот уровень функциональности и производительности, который можно ожидать от аппаратного решения. При этом, поскольку общая инфраструктура является открытой и зависит от партнеров, она построена скорее как чистый холст, чем как жесткая структура, что позволяет организации рисовать общую картину с помощью различных поставщиков и продуктов. [7]

При виртуализации сети используются оверлейные технологии, которые располагаются над физическим сетевым оборудованием и работают с уровнем гипервизора сервера. Логическая коммутация достигается за счет использования наложений, как показано на рис. 1.

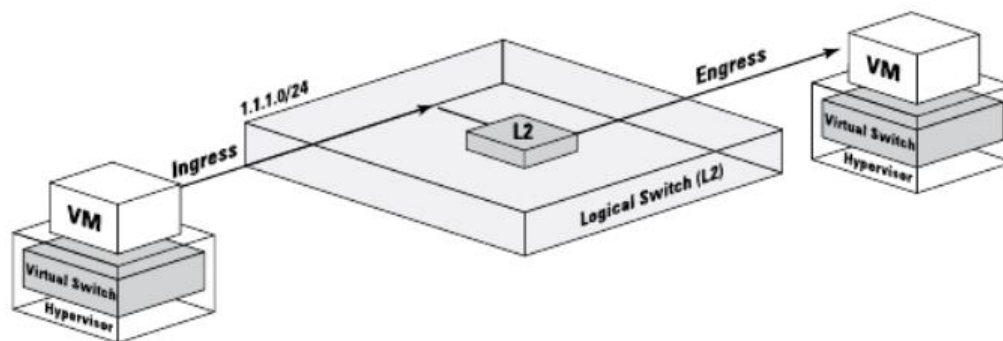


Рисунок - 1. Логическая коммутация с использованием наложений [8].

Сетевые наложения позволяют управлять сетями полностью программно, абстрагируясь от поддерживающей физической сетевой инфраструктуры. По сути, они создают туннели внутри сети центра обработки данных [8].

Используя такие наложения, NFV-решения, к примеру платформа NSX компании VMware, могут работать на существующем оборудовании, создавая туннели, в которых трафик разделен и совершенно не зависит от базовой физической инфраструктуры. Наложения не являются чем-то новым: мы используем их уже много лет, но называем их виртуальными частными сетями (VPN). Концепция та же: мы создаем туннель от одного устройства к другому, позволяя клиенту обмениваться данными, не зависящими от количества переходов или характера базовой физической сети. Именно это позволяет вашему ноутбуку чувствовать себя подключенным к корпоративной сети, когда вы физически подключены к Интернету в гостинице или точке доступа Wi-Fi. Наложения NFV позволяют логическим коммутаторам в виртуальной инфраструктуре создавать конечные точки туннелей, которые открыто пропускают клиентский трафик через физические коммутаторы и маршрутизаторы. [7]

Несмотря на многочисленные преимущества, виртуализация сетей сопряжена и с рядом проблем. Одной из главных проблем остается безопасность, поскольку динамическая природа виртуальных сетей может привести к появлению уязвимостей при отсутствии надлежащего управления [11]. Проблемы совместимости могут возникнуть при интеграции виртуализированных сетей с устаревшими системами [4]. Эти проблемы подчеркивают необходимость принятия надежных мер безопасности и разработки эффективных стратегий сосуществования с традиционными сетевыми инфраструктурами.

Реализовать потенциал виртуализации сетей позволяют несколько передовых технологий. Программно-определяемые сети (SDN) играют центральную роль в виртуализации сетей, отделяя плоскость управления от плоскости данных, что позволяет осуществлять централизованное управление сетью и ее оркестрацию [4]. Виртуализация сетевых функций (NFV) виртуализирует сетевые сервисы и функции, повышая гибкость и снижая зависимость от оборудования [6]. Контейнеризация, примером которой являются такие технологии, как Docker, позволяет эффективно развертывать приложения в виртуализированных средах. Кроме того, платформы облачных вычислений, такие как Amazon Web Services (AWS) и Microsoft Azure, предоставляют инфраструктуру для размещения и масштабирования виртуальных сетей [5].

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Сетевая виртуализация находит практическое применение в различных областях, изменяя способы управления и использования сетевых ресурсов. В центрах обработки данных она позволяет эффективно распределять ресурсы,

обеспечивая динамическое предоставление услуг в соответствии с изменяющейся рабочей нагрузкой [4]. В глобальных сетях (WAN) виртуализация сети повышает возможности подключения и экономическую эффективность, особенно в многопользовательских средах [1]. В контексте Интернета вещей (IoT) виртуализированные сети обеспечивают непрерывную связь и обмен данными между множеством устройств. Кроме того, виртуализация сетей является важнейшим компонентом развертывания сетей 5G, позволяя нарезать сети для предоставления специализированных услуг [12].

В сфере здравоохранения виртуализация сетей играет существенную роль в обеспечении безопасной и эффективной передачи критически важных данных о пациентах. Больницы и медицинские учреждения используют виртуализированные сети для обеспечения конфиденциальности и целостности конфиденциальных медицинских данных, а также для обмена данными между медицинскими устройствами и электронными системами здравоохранения в режиме реального времени.

Кроме того, с появлением "умных городов" виртуализация сетей позволила обеспечить беспрепятственную интеграцию различных муниципальных служб. От интеллектуального управления дорожным движением до эффективного сбора мусора - виртуализированные сети служат основой для взаимосвязанных систем, повышающих уровень жизни и устойчивости городов.

В финансовом секторе виртуализация сетей произвела революцию в обработке транзакций и безопасной передаче данных. Финансовые учреждения полагаются на виртуализированные сети для обеспечения конфиденциальности данных и оптимизации потока финансовой информации, что позволяет быстро и безопасно осуществлять транзакции в глобальных сетях.

Научные круги также убедились в преимуществах виртуализации сетей для организации удаленного обучения и совместных исследований. Образовательные учреждения используют виртуализированные сети для создания универсальных сред дистанционного обучения, обеспечивающих доступ студентов и исследователей к ресурсам и эффективную совместную работу независимо от их физического местонахождения.

Успешное внедрение виртуализации сетей требует тщательного планирования и учета различных факторов. Стратегии планирования должны учитывать специфические требования выбранного типа виртуализации и ожидаемую рабочую нагрузку [10]. Стратегии развертывания предполагают выбор соответствующих технологий и архитектур для достижения желаемых результатов [9]. Вопросы безопасности имеют первостепенное значение, поскольку динамическая природа виртуализированных сетей может привести к появлению новых векторов атак [11]. Эффективные средства управления и оркестровки, часто

поддерживаемые технологиями SDN и NFV, имеют решающее значение для поддержания производительности сети и обеспечения оптимального распределения ресурсов [6].

Успешное внедрение виртуализации сетей - это сложный и многогранный процесс, который требует тщательного планирования и учета различных факторов. В первую очередь, это включает в себя стратегии планирования, которые должны учитывать специфические требования выбранного типа виртуализации и ожидаемую рабочую нагрузку. Также не менее важны стратегии развертывания, которые предполагают выбор соответствующих технологий и архитектур для достижения желаемых результатов.

Однако важно помнить, что внедрение виртуализации сетей также подразумевает ряд дополнительных аспектов. Например, обучение и переподготовка кадров играют ключевую роль, так как переход к виртуализированным сетям может потребовать новых навыков и знаний у ИТ-специалистов.

Кроме того, анализ потребностей в сети и управление изменениями необходимы для правильной настройки виртуальной сети и эффективного внедрения изменений. Мониторинг и аналитика помогают отслеживать производительность и выявлять проблемы, а соблюдение нормативных требований и оценка влияния на бизнес-процессы обеспечивают согласованность и безопасность операций.

Известные решения для виртуализации сетей сыграли решающую роль в перестройке сетевой инфраструктуры. Например, VMware NSX является примером создания безопасных многопользовательских сред за счет виртуализации сетевых сервисов. С помощью NSX организации могут создавать изолированные сетевые сегменты в рамках существующей инфраструктуры, повышая уровень безопасности и обеспечивая эффективное использование ресурсов.

Cisco ACI демонстрирует, как автоматизация на основе политики может повысить гибкость и эффективность сети. Реализуя автоматизированные политики предоставления и управления сетью, Cisco ACI упрощает сложные конфигурации и позволяет сетевым администраторам оперативно адаптироваться к изменяющимся потребностям бизнеса. Такой подход позволяет оптимизировать работу и минимизировать человеческие ошибки при управлении сетью.

Виртуальное частное облако (VPC) Amazon Web Services (AWS) является примером облачной виртуализации сетей, обеспечивающей масштабируемость и безопасность сетевых ресурсов. AWS VPC позволяет организациям строить виртуальные сети в облаке, создавая изолированные и настраиваемые среды для

своих приложений и сервисов. Такая адаптивность особенно ценна в условиях динамичного развития современного бизнеса.

Google Cloud Networking подчеркивает роль облачных провайдеров в предоставлении услуг виртуализации сетей, обеспечивающих глобальное подключение. Разветвленная сетевая инфраструктура Google Cloud обеспечивает предприятиям возможность беспрепятственного подключения своих ресурсов по всему миру. Такой глобальный охват очень важен для предприятий с распределенной базой пользователей или необходимостью обеспечения высокой доступности.

Эти решения по виртуализации сетей служат ярким примером того, как технологии стимулируют инновации в области управления сетями и развития инфраструктуры. Они позволяют организациям использовать преимущества виртуализации, включая повышенную безопасность, гибкость и масштабируемость.

Будущее виртуализации сетей тесно связано с развивающимися технологическими тенденциями. Граничные вычисления, ориентированные на приближение вычислительных возможностей к источнику данных, требуют виртуализации сети для поддержки эффективной связи с малыми задержками [13]. Искусственный интеллект (AI) и машинное обучение (ML), как предполагается, будут играть решающую роль в оптимизации виртуализации сетей за счет автоматизации задач управления и оркестровки [14]. В перспективе развития сетей 6G виртуализация сетей станет неотъемлемой частью реализации разнообразных требований к сверхвысокой надежности и низкой задержке [15]. Кроме того, квантовые сети представляют собой захватывающий рубеж, на котором виртуализация сети может обеспечить безопасную и высокоскоростную связь в эпоху квантовых вычислений [16].

Виртуализация сетей, несмотря на свои перспективы, не лишена проблем. По-прежнему актуальной остается проблема безопасности, поскольку динамический характер виртуальных сетей может привести к появлению уязвимостей [11]. При работе с крупномасштабными виртуализированными сетями могут возникать проблемы масштабируемости [9]. Для обеспечения совместимости и интеграции с существующими сетевыми инфраструктурами необходимы усилия по стандартизации [6]. Вопросы конфиденциальности, связанные со сбором и управлением сетевыми данными, требуют постоянного внимания [11].

Развивающийся ландшафт сетевой виртуализации открывает многочисленные возможности для исследований. Масштабируемость, особенно в контексте крупномасштабных виртуализированных сетей, требует дальнейшего изучения [9]. Усовершенствование механизмов безопасности для противодействия возникающим угрозам является важной областью исследований [11]. Необходимо

продолжать работу по стандартизации для создания согласованных практик и протоколов [6]. Еще одним перспективным направлением исследований являются методы сохранения конфиденциальности при работе с сетевыми данными [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, виртуализация сетей безусловно является ключевой технологией, которая изменила наш взгляд на современные сети. Ее способность абстрагировать, изолировать и объединять сетевые ресурсы дала нам беспрецедентную масштабируемость и гибкость, позволяя создавать сетевые среды, которые адаптированы под конкретные потребности и задачи.

Однако, как и в любой технологии, существуют и вызовы. Проблемы безопасности, связанные с виртуализацией сетей, требуют постоянного внимания и разработки новых методов защиты. Масштабирование сетей, особенно в контексте больших и сложных инфраструктур, остается сложной задачей, требующей дополнительных исследований и инноваций. Стандартизация играет важную роль в обеспечении совместимости и согласованности виртуализированных сетей, и ей также уделяется внимание.

Важно отметить, что виртуализация сетей остается необходимой для удовлетворения потребностей цифровой эпохи. Ее преимущества и возможности превосходят вызовы, и она останется важной составляющей сетевой инфраструктуры.

В итоге, виртуализация сетей продолжит эволюцию и развиваться вместе с современными сетевыми технологиями. Значение виртуализации сетей будет только возрастать по мере развития таких тенденций, как граничные вычисления, искусственный интеллект/МЛ, 6G и квантовые сети, открывающие новые возможности. По мере того, как мы будем ориентироваться в сложностях сетевых технологий будущего, виртуализация сетей станет краеугольной технологией, способной изменить способы подключения и коммуникации [2]. Мы можем ожидать, что виртуализация сетей будет продолжать привносить инновации и усовершенствования, открывая новые возможности для более быстрого и надежного обмена информацией. Это позволит нам максимально использовать преимущества современных и будущих сетевых технологий и обеспечивать связь на новом уровне эффективности и безопасности. Надеюсь, что в ближайшем будущем виртуализация сетей станет неотъемлемой частью сетевой инфраструктуры, преобразуя способы подключения и коммуникации, и содействуя более устойчивому и инновационному миру сетевых технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rosen, E., Viswanathan, A., & Callon, R. (2013). Multiprotocol Label Switching Architecture. RFC 3031. <https://tools.ietf.org/html/rfc3031>

2. Guo, S., Shi, W., Zhang, X., Luo, H., & Zomaya, A. Y. (2018). Network function virtualization: Challenges and opportunities for innovations. *IEEE Network*, 32(2), 92-99.
3. Hassan, S., Ji, Y., Hu, H., & Xiong, N. (2019). Network virtualization: New opportunities for advanced internet services. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 16(1), 46-59.
4. Kreutz, D., Ramos, F. M., Verissimo, P. E., Rothenberg, C. E., Azodolmolky, S., & Uhlig, S. (2015). Software-defined networking: A comprehensive survey. *Proceedings of the IEEE*, 103(1), 14-76.
5. Jain, S., Kumar, A., Mandal, S., Ong, K., Poutievski, L., Singh, A., ... & Zolla, J. (2013). B4: Experience with a globally-deployed software defined WAN. In *ACM SIGCOMM Computer Communication Review* (Vol. 43, No. 4, pp. 3-14).
6. Turner, J., Taylor, D., & Odom, W. (2014). *Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide*. Cisco Press.
7. Brian Ei. (2014). Five Ways Network Virtualization Will Revolutionize IT. [Worldwide IT Training \(globalknowledge.com\)](http://WorldwideITTraining.globalknowledge.com)
8. Gozani, M. (2016). *Network Virtualization For Dummies®*, VMware Special Edition. John Wiley & Sons, Inc. themelower.com
9. Mijumbi, R., Serrat, J., Gorricho, J. L., Bouten, N., & De Turck, F. (2016). Network function virtualization: State-of-the-art and research challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 18(1), 236-262.
10. Alimi, R., Van den Abeele, F., Tekle, F. B., & Tekletsadik, A. F. (2019). Privacy challenges in network virtualization: A survey. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 16(1), 218-231.
11. Conte, A., Palmieri, F., & Papavassiliou, S. (2018). Security and privacy in virtualized networks: A comprehensive survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(1), 579-634.
12. Nokia. (2020). Network slicing for 5G. <https://www.nokia.com/networks/solutions/network-slicing/>
13. Shi, W., Dustdar, S., & Benatallah, B. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637-646.
14. Ahmed, F., Hossain, M. S., Muhammad, G., & Awan, I. (2019). Towards AI and deep learning in future efficient 5G networks: A review. *IEEE Access*, 7, 10127-10141.
15. Bennis, M., Saad, W., Chen, M., Debbah, M., & Poor, H. V. (2020). A vision of 6G wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems. *IEEE Network*, 34(3), 134-142.
16. Boaron, A., Bacco, D., Prencipe, M., Cano, A., & Capone, A. (2020). Quantum technologies for networking: Opportunities and challenges. *IEEE Communications Magazine*, 58(12), 80-86.