

Ре(э)волюция MVNO в сетях связи пост-NGN

УДК 654.153

Б.С. ГОЛЬДШТЕЙН, профессор ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича” доктор технических наук, старший научный сотрудник ООО “НТЦ Протей”, С.М. ЕЛИСЕЕВ, аспирант кафедры инфокоммуникационных систем ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”, старший научный сотрудник ООО “НТЦ Протей”

Введение

До настоящего времени суть виртуальных операторов мобильной связи MVNO (Mobile Virtual Network Operator) сводилась к предоставлению услуг мобильной связи без владения собственным радиочастотным ресурсом и без построения собственной радиопередающей инфраструктуры.

По мере развития современных инфокоммуникаций и перехода к сетям 5G и B5G (Beyond 5G) роль MVNO существенно трансформируется. Перспективные MVNO перестают быть лишь “ритейл-продавцами” голосовых и интернет-услуг. Вместо этого они начинают выступать в качестве платформенных поставщиков, предлагающих вертикально ориентированные решения от корпоративных IoT-сетей и eHealth-сервисов до edge-аналитики и умных городов. Это стало возможно благодаря концепциям сетевого слайсинга (Network Slicing), виртуализации сетевых функций NFV (Network Function Virtuality), а также внедрению искусственного интеллекта в ядро сети (AI-native core).

В рамках инициативы целевой группы МСЭ (FG NET-2030, Focus Group on Technologies for Network 2030) рассматриваются изменения в архитектуре сети, которые могут повлиять на работу виртуальных операторов MVNO [1]. Сети 2030 года, предполагающие внедрение таких технологий, как IoT/IoT, голографическая связь, сверхнизкие задержки, VR/XR, сверхвысокоскоростная передача данных и другие [2], открывают новые возможности для MVNO. Их операторы смогут предлагать специализированные

услуги и управлять более гибкими, адаптивными сетевыми ресурсами благодаря улучшенной сетевой сегментации и виртуализации функций сети NFV.

Для MVNO в контексте Future Network 2030 просматриваются такие преимущества:

возможность предлагать услуги с улучшенными показателями качества обслуживания (QoS) для определенных сценариев, например для приложений с низкой задержкой или высокой надежностью;

расширенные возможности по созданию кастомизированных сервисов благодаря динамическому управлению ресурсами сети;

повышение гибкости в управлении виртуальными сетями, что особенно актуально для корпоративных и IIoT-клиентов, требующих высокой безопасности и отказоустойчивости.

Все это способствует развитию более инновационных бизнес-моделей для MVNO, что, в свою очередь, требует адаптации существующих стандартов и создания новых технических решений для поддержки будущих сетевых требований. Более того, дефицит частот, резкое усложнение и, соответственно, удорожание сетевой инфраструктуры при каждом переходе от nG к (n+1)G и другие факторы позволяют предположить, что к началу эпохи 6G практически все операторы станут MVNO.

В этих условиях очевидна необходимость научного анализа моделей и алгоритмов взаимодействия виртуальных операторов с одним или несколькими MNO с целью построения эффективной сетевой архитектуры MVNO в сетях поколений B5G. Этим вопросам

посвящена данная статья.

Предыстория MVNO

Первая в истории телекоммуникаций идея виртуального оператора, по мнению авторов, была изложена сразу же после изобретения телефона в знаменитом письме комитета Western Union из-за отказа от покупки патента:

“15 ноября 1876 года

Чаунси М. Делью

Президенту компании Western Union Telegraph Co.

Нью Йорк Сити

Уважаемый мистер Делью!

Наш комитет был образован согласно вашему указанию для решения вопроса о приобретении патента США 174.465 компанией Western Union Company. Мистер Гардинер Г. Хаббард и мистер А.-Г. Белл, изобретатель, продемонстрировали нам свой прибор, который они называют “телефоном”, и изложили свои планы его применения.

Господа Хаббард и Белл хотят установить свои “телефоны” практически в каждом доме или деловом предприятии нашего города. Эта идея абсурдна сама по себе. Более того, с какой стати кто-то захочет использовать такое неуклюжее и непрактичное устройство, если он может отправить посыльного на местную телеграфную станцию и передать оттуда ясно написанное сообщение в любой большой город Соединенных Штатов?”

Статью целиком читайте в бумажной версии журнала

УДК 654.153

ГОЛЬДШТЕЙН Борис Соломонович (доктор технических наук), ЕЛИСЕЕВ Сергей Михайлович (аспирант)
(ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича",
ООО "НТЦ Протей")

Рассмотрена смена парадигмы виртуальных операторов при переходе к сетям пост-NGN. Описаны роль MVNO на разных этапах развития телекоммуникаций, эволюция этого решения от экономически целесообразного способа ведения операторского бизнеса в условиях отсутствия собственного частотного ресурса до радикальных изменений в сетевой архитектуре современных телекоммуникаций, связанных с виртуализацией сетевых функций, шерингом и слайсингом, облачными и туманными вычислениями. Проанализированы принципиальные отличия Mobile Virtual Network Operator при работе с Physical Mobile Network Operators разных поколений, математическое моделирование доступа к общим сетевым ресурсам и анализ вероятностно-временных характеристик системно-сетевое взаимодействие Mobile Virtual Network Operator и Physical Mobile Network Operators.

This article examines the paradigm shift of virtual operators in the transition to post-NGN networks. It describes the role of MVNOs at various stages of telecommunications development, and explores their evolution from an economically viable way to conduct operator business in the absence of their own spectrum resources to the radical changes in the network architecture of modern telecommunications associated with the virtualization of network functions, sharing and slicing, cloud and fog computing. It also analyzes the fundamental differences between Mobile Virtual Network Operators when working with Physical Mobile Network Operators of different generations, mathematical modeling of access to shared network resources, and an analysis of the probabilistic and temporal characteristics of the system-network interactions between Mobile Virtual Network Operators and Physical Mobile Network Operators.

Ключевые слова: виртуальные операторы мобильной связи, соглашение об уровне обслуживания, операторы мобильной связи, платформы для запуска виртуальных операторов, показатели качества обслуживания, поколения 5G и B5G, слайсинг, сети пост-NGN.

Keywords: mobile virtual network operator, service level agreement, mobile network operator, mobile virtual network enabler, QoS, 5G u B5G (Beyond 5G), network slicing, post-NGN.

Литература

1. ITU-T Technical Report FG-NET 2030 — Focus Group on Technologies for Network 2030, Representative use cases and key network requirements for Network 2030/ ITU. 2020. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 01.09.2025.
2. Кучерявый А.Е., Давуда А.А., Волков А.Н. и др. Сети связи шестого поколения: фрактальные архитектуры, голографические взаимодействия, телеприсутствие, сетевые роботы. — СПб.: Питер. 2024. 320 с.
3. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации/ Учебник для вузов. — СПб.: БХВ. 2003. 318 с.
4. Молчанов Д.А., Бегишев В.О., Самуйлов К.Е., Кучерявый Е.А. Сети 5G/6G: архитектура, технологии, методы анализа и расчета/ Монография. — М.: РУДН. 2022. 516 с.
5. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пост-NGN. — СПб: БХВ-Петербург. 2013. 160 с.
6. Yarkina N., Gaidamaka Y., Correia L., Samouylov K. An Analytical Model for 5G Network Resource Sharing with Flexible SLA-Oriented Slice Isolation// Mathematics. 2020. Vol. 8. № 7. P. 1177.
7. Darshan A. Ravi , Vijay K. Shah, Chengzhang Li, Tom Hou, Jeffrey H. Reed. RAN Slicing in Multi-MVNO Environment under Dynamic Channel Conditions// IEEE Internet of Things Journal. 2022. Vol. 9. № 6. Pp. 4748 — 4757.
8. Тихвинский В., Девяткин Е., Белявский В. По пути от 5G к 5G Advanced: релизы 17 и 18// Первая миля. 2021. № 6 (98). С. 38 — 47.
9. Гольдштейн Б.С., Елисеев С.М. Мобильные виртуальные операторы в сетях 5G. Модели и архитектура// Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. 2025. Том 16. № 3. С. 4 — 8.
10. Тонг Вэнь, Чжу Пейин. Сети 6G. Путь от 5G к 6G глазами разработчиков./ Пер. с англ. Яценков В. — М.: ДМК Пресс. 2022. 624 с.
11. Фрейнкман В., Сенченко Ю. В ожидании MVNO// Мобильные телекоммуникации. 2011. № 6. С. 41 — 44.
12. Елисеев С., Гринева А. Подходы к виртуализации сетей мобильных операторов связи поколения 4/5G/ В сборнике "Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2021)". /Сборник научных статей: В 4-х томах. Санкт-Петербург, 2021. С. 426 — 429.