

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ В РФ

*Е.А. Хатунцева, доцент кафедры политической экономики и политологии МТУСИ, к.э.н., elenk54@mail.ru;*

*А.Б. Хатунцев, главный архитектор управления интеллектуальных транспортных систем ООО «Техносерв АС», к.т.н., antkh@mail.ru*

**УДК 621.394**

**Аннотация.** Поведен анализ факторов, влияющих на дальнейшее развитие сетей связи в России. Рассмотрен ряд аспектов процесса модернизации сетей связи и внедрения новых технологий, организационно-правовые и технические условия, необходимых для массового перехода к сетям связи новых поколений. Определены задачи дальнейшего развития отрасли связи и предложены пути их решения, основывающиеся на особенностях существующих экономических и политических условий.

**Ключевые слова:** информационное общество, сетевая экономика, цифровизация, телекоммуникационные сети, ARPU, инвестиции, коммутация каналов, коммутация пакетов, мобильность.

### SOME ASPECTS OF FURTHER IMPROVEMENT OF COMMUNICATION NETWORK IN RUSSIA

*Elena Khatuntseva, assistant professor of political economy and political science MTUCI, Ph. D. in economic;*

*Anton Khatuntsev, chief architect of intelligent transport systems directorate LLC «Technoserv», candidate of technical sciences.*

**Annotation.** An analysis of the factors influencing the further development of communication networks in Russia is performed. Several aspects of further modernization of communication networks and new technologies implementation are reviewed. Organizational, legal and technical conditions which are necessary for the widespread transition to next-generation communication networks have been analyzed. The paper defines primary tasks and solutions of improving telecom networks based on specific economic and political conditions.

**Keywords:** information society, network economy, digitalization, telecommunication networks, ARPU, investments, circuit switching, packet switching, mobility.

Отрасль телекоммуникаций относится к числу инфраструктурообразующих секторов экономики и играет ключевую роль в жизнедеятельности государства, организации и управлении производством, а также является основой для создания информационного общества, развития сетевой экономики и производства виртуальной продукции. Переход от индустриального общества, ориентированного на массовое машинное производство, к информационному, предполагающему новые формы экономической и социальной активности, невозможен без повсеместного использования информационных ресурсов и телекоммуникационных технологий. Сфера телекоммуникаций чрезвычайно важна в решении вопросов обеспечения обороноспособности и безопасности страны в современном мало предсказуемом политическом пространстве [1]. Таким образом, отрасль связи и сфера телекоммуникаций в целом имеют стратегическое значение для государства.

Развитие экономики России существенным образом зависит от перехода к сетям связи следующего поколения [2], под которыми понимается определенный набор решений и технологий (рекомендации ряда международных организаций; концепции построения, идущие от производителей оборудования; руководящие технические документы, разработанные

различными системными группами и так далее). Их основные элементы – интеллектуальные коммутаторы, мультимедийная подсистема на базе протокола IP (IP Multimedia Subsystem – IMS), различные шлюзы – медиа, транковые, сигнальные и другие, устройства мультисервисного доступа, транспортные технологии и инновационные стандарты связи (в том числе 5G) [3-5].

Эффективный переход к таким сетям требует реализации ряда условий. Важнейшими среди них являются организационно-правовые и технические. В плане организационно-правовых вопросов невозможно не признать наличие существенных проблем в осуществлении лицензирования и стандартизации нового оборудования, протоколов и частот. Это тормозит внедрение оборудования и, как следствие, развитие всей отрасли связи, а также взаимосвязанных с ней сфер деятельности [6]. Однако, несмотря на такие, довольно серьезные недостатки, более поздний по сравнению с европейскими странами переход на сети связи последующих поколений привнес и ряд плюсов. А именно, большой набор обновленных иоткорректированных рекомендаций, ведущих мировых исследовательских организаций связи, отлаженное оборудование, практический опыт построения такого рода сетей, а также наличие профессиональных центров подготовки. Все это дает возможность избежать многих ошибок и проблем, которые часто возникают в процессе перехода на новое оборудование.

Остановимся на некоторых технических моментах, связанных с переходом к сетям связи следующего поколения. Первоначально, при цифровизации российской ТфОП осуществлялось планирование структуры сети на всех ее иерархических уровнях. Процесс цифровизации ТфОП, имевший место в развитых и многих развивающихся странах, продемонстрировал следующую ситуацию: в ходе цифровизации ТфОП произошло значительное сокращение числа коммутационных станций, то же самое можно отметить и относительно уровней иерархии; кроме того, получили распространение выносные концентраторы, позволившие наиболее оптимально построить сеть доступа.

Развитие услуг инфокоммуникационной сферы в настоящее время происходит, главным образом, в рамках сети интернет. Существующая парадигма развития отрасли связи опирается фактически на сети NGN, и, в частности, протокол IP. Долгое время данный протокол служил наиболее универсальным и оптимальным вариантом развития связи, в том числе и голосовой. Рынок услуг VoIP в целом и особенно такая его составная часть, как SIP-телефония (SIP – Session Initiation Protocol) демонстрируют неуклонный рост. Однако, в некоторых случаях услуги сети интернет не отвечают требованиям современных пользователей и не достигают того уровня, который является стандартным для общества, перешедшего в информационную фазу своего развития, а протокол IP и базирующиеся на нем технологии характеризуются рядом недостатков [7]. В первую очередь, это невозможность использовать всю пропускную способность сети. Нормальным является использование сети всего на 10-15%, более полное использование может приводить к значительным задержкам времени передачи информации, что для некоторых видов услуг (звуковое или телевизионное вещание и даже телефония) приводит к недопустимым искажениям (значительное, переменное время задержки). При этом, стоимость системы с коммутацией сообщений для передачи потока информации примерно на 40% выше, чем передача такого же потока через системы с коммутацией каналов. Кроме того, сети с коммутацией сообщений гораздо сложнее защищать от перегрузок преднамеренного блокирования, также сложнее защищать и передаваемую по ним информацию [2, 8].

С другой стороны, существенным фактором, который в значительной степени тормозит процесс развития сетей связи следующего поколения, является то, что у операторов имеется большой объем оборудования прошлых поколений, которое себя еще полностью не окупило и, более того, приносит неплохой доход. В связи с этим, операторы продолжают его использовать и не активизируют свои действия в плане капиталовложений в новые средства связи.

В качестве отрицательного фактора необходимо также отметить и большую протяженность территории России. Это создает определенные сложности при внедрении и оптимизации сетей связи нового поколения. Все это приводит к возникновению определенного

периода, когда совместно функционируют технологии коммутации каналов и коммутации пакетов, происходит поэтапная замена оборудования прошлых поколений, сложная отладка и взаимодействие таких конвергентных сетей.

Но в тоже время, рост требований современных абонентов не дает операторам возможности долго задерживаться в старом формате своей деятельности. Если они не будут это учитывать, то неизбежно столкнутся с ситуацией, когда наиболее активные и технологичные конкуренты станут переманивать их наиболее доходных клиентов.

Усиление конкуренции между операторами является существенным стимулирующим фактором, способствующим модернизации телекоммуникационных сетей, вводу новых услуг, их активному продвижению и развитию сети в целом. Так, пример МГТС/МТС в Москве в последние годы был очень успешен. Альянс провел модернизацию транспортной городской сети и внедрил технологию GPON (Gigabit Passive Optical Network) для домашних пользователей. На базе новой инфраструктуры предоставляются услуги и голосовой связи, и мультимедиа (интернет, IPTV и прочие) [9].

Важной особенностью развития отрасли связи в настоящее время является увеличение количества оказываемых услуг. Так, тарифный справочник по оказанию услуг связи в СССР содержал около 400 услуг. Перечень услуг связи Японии включает в себя 4000 услуг. Такой большой разброс в числе оказываемых услуг вызван большим дроблением базовой услуги и комбинациями нескольких различных услуг, рождающих новую услугу. Кроме того, по прогнозам Международного Союза Электросвязи (МСЭ), к 2020 г. произойдет резкое увеличение числа информационных каналов для пользователя (до 1000 датчиков, объединенных в различные сети, будут обеспечивать жизнедеятельность каждого члена общества). На 7-9 млрд населения Земли будет образовано до 7-9 трлн каналов, несущих информацию к человеку, осуществляющих с ним обмен и сбор информации, возникшей в результате его труда, а также, объединяющих и управляющих работой систем обеспечения жизнедеятельности людей (Internet of Things – интернет вещей) [8].

Характерной чертой современной ситуации в отрасли является то, что появление новых и совершенствование существующих технологий происходит очень быстро. Причем эта скорость так велика, что операторы, порой, не успевают не только внедрить новые технологии, но даже изучить их.

В настоящее время значительная часть абонентов стремится уйти от узкого диапазона услуг сетей ТфОП, повысить свою мобильность, уменьшить зависимость от конкретного пользовательского терминала, и получить возможность доступа к постоянно расширяющемуся спектру услуг связи. Как минимум «последняя миля» или последние «метры» доступа должны быть беспроводными. Очевиден экспоненциальный рост плотно локализованных сетей с меньшей, чем это было принято ранее, производительностью. В частности, МСЭ прорабатывает вопросы частотного обеспечения SRD (Short Range Devices) [10].

Таким образом, фактор прозрачности услуг, доступность любой из них независимо от местонахождения абонента и терминала, который он использует, становятся ведущими силами процесса перехода к пакетным сетям нового поколения.

Одной из наиболее важных задач операторов сегодня становится не только работа по модернизации сети связи и увеличение ассортимента услуг, предоставляемых потребителям, но и высокое качество создаваемого ими продукта. А это невозможно без осуществления четкого контроля функционирования всех узлов сети, без обеспечения эффективной работы сети сигнализации на всех без исключения участках.

Решающая роль в модернизации и дальнейшем развитии сетей связи принадлежит производителям телекоммуникационного оборудования. Перед ними стоит задача создания необходимых оператору технических средств, в основе которых лежали бы конкурентоспособные решения и новейшие технологии [11]. Темпы современного технологического развития очень высоки, и производитель, стремясь не отстать от них, вынужден работать быстро, что отрицательно сказывается на качестве предлагаемых им

решений. В связи с этим, наиболее важной задачей переходного периода становится обеспечение эффективного функционирования конвергентных сетей связи, что подразумевает отсутствие какого-либо ухудшения качества обслуживания абонентов по сравнению с традиционными сетями ТфОП и коммутацией каналов. Вследствие этого формирование сетей связи следующего поколения происходит на базе телефонной сети общего пользования. В настоящее время существуют и повсеместно используются концепции построения сетей NGN и IMS, технологии сопряжения сетей ТфОП с IP-сетями. Решение задачи, связанной с реализацией надежного и высокопроизводительного оборудования в такого рода сетях является очень важной [9, 11].

При внедрении сетей связи следующего поколения предполагается, что на начальном этапе этого процесса оператор осведомлен о требованиях потенциальных абонентов. Он исходит из того, что ограничения по показателям качества обслуживания всех видов трафика, а также качества передачи информации и надежности связи заданы. Основополагающие принципы консорциума IPCC (International Packet Communication Consortium) предусматривают использование набора сетей при обеспечении их взаимодействия. Это полностью соответствует ситуации, когда оператор организует одновременную работу разных сетей. В настоящее время применение как аппаратных, так и программных контроллеров шлюзов (Softswitch), как устройств управления на границе сетей связи с коммутацией каналов и пакетов, по-прежнему актуально и дает возможность одинаково легко работать с любыми протоколами сигнализации и с любым оборудованием, которое эксплуатируется в сети. На основании этого можно сделать вывод о том, что набор используемых операторами сетей, основанных на совершенно разных технологиях, трансформируется в единую сеть общего пользования. Сами же стыки IP-ТфОП реализуются с использованием разных шлюзов, которые обеспечивают единство всей сети и позволяют передавать информацию любого вида, что и дает право квалифицировать их в качестве центрального элемента конвергентных сетей.

В настоящее время задача конвергенции двух фиксированных сетей (с коммутацией каналов и коммутацией пакетов) дополняется технологиями беспроводной передачи данных. Факт почти полного вытеснения проводной телефонии мобильной связью стал абсолютно очевидным. Вместе с этим в сегменте пакетной сети прослеживается уверенное лидерство технологий Wi-Fi и WiMAX/LTE. Так, технология WiMAX продемонстрировала в 2009 г. резкий взлет популярности благодаря бренду «Yota». Данный бренд, позднее приобретенный компанией Мегафон, затем осуществил переход от WiMAX к LTE (3GPP Long Term Evolution), а сам бренд, в свою очередь, получил статус мобильного оператора, начав предоставлять голосовые услуги связи. В результате ряда аналогичных событий и за рубежом, произошла смена термина «конвергенция сетей и услуг связи» на термин «конвергенция фиксированной и мобильной связи» (FMC – Fixed Mobile Convergence). Это означает достижение полной прозрачности всех видов существующих сетей связи для конечного пользователя. Данный подход нашел отражение в концепции IMS (начиная с седьмого релиза рабочих групп 3GPP и TISPAN), которая подразумевает единую сеть, базирующуюся на протоколе SIP. Исходя из того, что подходы, на основе которых реализуются сети NGN, 3G/4G, а также 5G (опытные зоны) во многом схожи, можно с уверенностью утверждать следующее: новые поколения сетей связи будут строиться в значительной степени на базе использования мобильного доступа, применяя проводные средства на уровне базовой сети (Core Network). В частности, на это ориентирован проект LTE, описывающий набор рекомендаций и протоколов одноименной технологии беспроводной передачи данных [12].

LTE является стандартом, предусматривающим постепенное совершенствование технологий CDMA и UMTS, что технически осуществляется путем модернизации эксплуатируемого оборудования предыдущих поколений. Это дает возможность оператору не только расширить количество и качество предоставляемых услуг, но и существенно снизить издержки, которые, при внедрении LTE, составляют лишь малую долю от затрат, необходимых на развертывание WiMAX-сетей. Основной причиной этого является отсутствие интеграции

оборудования WiMAX с 2G/3G сотовым оборудованием. Несмотря на перспективность сетей LTE (а также, так и не получившей в РФ распространения технологии VoLTE), на начальном этапе их внедрения в России возник ряд сложностей, в том числе и с распределением частот. Тем не менее, на сегодняшний день все мобильные операторы предоставляют услуги передачи данных на базе своих сетей LTE, а фиксированные операторы, в свою очередь, также выходят на этот рынок, зачастую по схеме MVNO (Mobile Virtual Network Operator) как виртуальные операторы связи.

Итак, несмотря на наличие некоторых негативных факторов, основные, базовые условия, необходимые для повсеместного перехода к сетям связи следующего поколения в России, полностью созданы. И первыми, кто стимулировал операторов к таким кардинальным переменам, были пользователи услуг связи. Именно они дали понять операторам, что им уже недостаточно существующего набора услуг, что для них крайне желательной является унификация предоставляемых услуг и возможность доступа к ним с любого терминала и из любой точки страны. А так как реализация данного подхода связана со значительными инвестициями со стороны операторов, то был разработан поэтапный план конвергенции разных технологий.

Однако, несмотря на повсеместное использование современных сетей с коммутацией пакетов, актуальность проблемы их совместного функционирования со старыми сетями с коммутацией каналов до сих пор довольно актуальна. Особенно сильно эта проблема ощущается в удаленных от центрального федерального округа регионах и малоразвитых муниципальных образованиях.

Существующие сегодня отраслевые Федеральные целевые программы ставят глобальную задачу национальной информатизации [13]. Тем не менее, финансовая обстановка в стране, санкционные ограничения и вынужденное импортозамещение не способствуют быстрому развитию отрасли телекоммуникаций. Зарубежные инвесторы не стремятся активизировать свою инвестиционную деятельность в сфере российского ИТ-сектора, отечественные же инвесторы пока не видят быстрых путей монетизации отрасли. Сами операторы, также ориентирующиеся на скорейший возврат инвестиций, модернизируют и строят существующие сети в основном в городах с миллионным населением и мегаполисах. В этом случае ARPU (Average Revenue Per User), с точки зрения эффективности финансовой модели, имеет большое значение. Мелкие населенные пункты, а также малозаселенные территории учитываются в инвестиционном плане в последнюю очередь.

Как бы ни было парадоксально, но даже столь масштабный комплекс, как Московский метрополитен, с ежедневной посещаемостью в миллионы людей, был полностью обеспечен компанией МаксимаТелеком беспроводным доступом в интернет по уже ставшей примитивной технологии Wi-Fi (с использованием стыка с сетью 3G одного из операторов «большой тройки») только в начале четвертого квартала 2014 г., а стабильного стопроцентного покрытия мобильными сетями связи в метрополитене нет до сих пор. В данном случае прогресс и удобства для конечного пользователя вновь упираются в сухую строчку ARPU в финансовых прогнозах телекоммуникационных компаний – требуются слишком большие инвестиции для обеспечения беспроводного доступа под землей, где невозможно добиться площади покрытия и плотности базовых станций, аналогичных наземным базовым и приемо-передающим станциям.

Несмотря на желание операторов связи в рамках освоения периферийных регионов ограничиться лишь технологиями, требующими минимальных инвестиций, осуществлять обновление только локальных и основных узлов, им необходимо принять тот факт, что долговременная, масштабная и довольно дорогостоящая модернизация является неизбежной. В связи с этим, наиболее важными задачами развития телекоммуникационной сферы на сегодняшний день являются: модернизация сетей связи отдаленных и наименее развитых территориальных образований; использование «переходных» технологий; привлечение инвестиций, как из частного сектора, так и из государственного; поиск внешних инвесторов, в

том числе и из стран ближнего зарубежья; нахождение новых направлений увеличения доходности без снижения качества и, не увеличивая финансовую нагрузку на абонентов.

## Литература

1. Богдановская А.И., Орлова Е.Ю. Концепция национальной экономической безопасности России // Телекоммуникации и информационные технологии, 2015. – Т. 2. – № 2. – С. 58-61.
2. Девяткин Е.Е., Володина Е.Е., Суходольский А.М., Суходольская Т.А. Основные направления развития информационно-коммуникационных технологий в Европе // Труды Научно-исследовательского института радио. 2012, – № 2. 2016. – С. 11-22.
3. Володина Е.Е., Суходольская Т.А., Девяткин Е.Е. Интеллектуальные транспортные системы: история и перспективы // в книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 38-ой международной конференции РАЕН. – Шри-Ланка. 2016. – С. 18-19.
4. Мазуренко Д.К. Измерение качества передачи сигналов единого точного времени в сети связи с пакетной коммутацией // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2016. – Т. 10. – № 7. – С. 35-40.
5. Максименко В.Н., Каменский М.А. Оценка качества гео- и инфокоммуникационных услуг // в сборнике: Технологии информационного общества. X Международная отраслевая научно-техническая конференция: сборник трудов. 2016. – С. 238.
6. Антипов А.А., Гришанова Е.М. Инфокоммуникативное право. Необходимость в кодификации законодательства в области информации, информатизации, средств массовой информации и связи в России // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2012. – № 12. – С. 12-13.
7. Зоря Н.Е., Гаврилкина М.Г. Совершенствование системы показателей инфокоммуникационного развития на современном этапе формирования информационного общества // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2014. – № 7. – С. 29-31.
8. Володина Е.Е., Девяткин Е.Е. Интернет вещей: тенденции и перспективы развития // в книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 38-ой международной конференции РАЕН. – Шри-Ланка. 2016. – С. 16-17.
9. Хатунцева Е.А., Хатунцев А.Б. Анализ основных тенденций развития сетей связи на телекоммуникационном рынке России // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2016. – Том 10. – № 7. – С. 71-74.
10. Мишенков С.Л. Стратегические задачи развития инфокоммуникаций // International Journal of Open Information Technologies, 2016. – № 11. – С. 19-25.
11. Орлова Е.Ю., Орлов А.А. Оптоволоконные технологии и сферы их применения // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2016. – Т. 10. – № 3. – С. 63-67.
12. Шорин О.А, Аверьянов Р.С. Сравнение канального ресурса стандартов LTE и McWILL (NG-1) // Экономика и качество систем связи, 2016. – № 1. – С. 4-10
13. Хатунцева Е.А. Государственное регулирование рынка услуг подвижной связи в современной России // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2009. – № 3. – С. 73-76.
14. Кузовкова Т.А., Володина Е.Е., Кухаренко Е.Г. Экономика отрасли инфокоммуникаций. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 190 с.
15. Володина Е.Е., Девяткин Е.Е. Интернет вещей: тенденции и перспективы развития // в книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 38-ой международной конференции РАЕН. – Шри-Ланка. 2016. – С. 16-17.