

ционно управлять роботом, проводящим сложные операции, также нуждаются в низких показателях задержки. Под «задержкой» понимается временной промежуток между действием и откликом на него. В компании Ericsson предрекают, что показатели задержки в сети 5G будут равны примерно одной миллисекунде – время, которое даже не ощущается человеком. То есть, улучшение в 50 раз в сравнении с 4G!

И это улучшение может быть критичным, в частности, для врача, который управляет оборудованием, проводящим операцию на пациенте, находящемся в другом помещении. Таким образом, с появлением 5G станет возможным неограниченный доступ к информации.

Список используемых источников

1. Из зарубежных источников. Недалекое будущее сетей 5G // Век качества: журнал для руководителей, менеджеров и специалистов. 2015. № 2. С. 22–25.
2. Оссейран А. Технологии мобильной связи 5G: анализ и перспективы // Первая миля. 2013. № 5. С. 16–21.

АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ МИГРАЦИИ К СЕТЯМ NGN/IMS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н.А. Куликов

Операторы связи, абоненты, поставщики услуг, производители оборудования – все участники телекоммуникационного рынка находятся под влиянием собственных интересов, оказывая влияние друг на друга. Подобное влияние приводит к последовательной смене технологических поколений оборудования: от аналоговой телефонии до концепции post-IMS. Анализ процессов, основанный на создании сценарных графодинамических моделей, позволяет выработать последовательность шагов по достижению стратегических целей.

Ключевые слова: IMS, NGN, сценарный анализ, графодинамическое моделирование.

ANALYSIS OF SCENARIOS OF MIGRATION TO NGN/IMS NETWORKS USING DYNAMICAL GRAPH MODELING

Kulikov N.

Telecom operators, subscribers, service providers, vendors - all telecommunications market members are influenced by their own interests, influencing each other. Such influence leads to sequential technology generations changes from analog telephony to post-IMS concept. Analysis of the processes based on the creation of dynamical graph scenario models to develop a series of steps to achieve strategic goals.

Keywords: IMS, NGN, scenario analysis, dynamical graph modeling.

В России и на постсоветском пространстве идет строительство сетей следующего поколения. Этот процесс отличается от пошаговой эволюции техно-

логий, которую можно было наблюдать на сетях стран западной Европы и Америки. Основное отличие заключается в том, что на сетях стран СНГ до сих пор существуют оборудование различных поколений: аналоговые АТС (преимущественно координатного типа), цифровые АТС, программные коммутаторы и сегменты NGN.

Консорциум 3GPP (*third-generation partnership project*) стандартизировал концепцию IMS, для реализации возможности сетей на основе IP-протокола предоставлять широкий и единый набор сервисов в сетях следующего поколения. Вместе с тем, инженерный совет IETF (*Internet Engineering Task Force*) стандартизировал протокол инициализации сессий SIP (*Session Initiation Protocol*) [1] для сети Интернет, а 3GPP стандартизировал SIP для процедур IMS: установления, управления и модификации сессий.

Характерной особенностью IMS является ее универсальность. Последовательно выпуская наборы рекомендаций, получивших в англоязычной литературе наименование релизы (*Release*), консорциум 3GPP определил архитектуру построения подсистемы IP Multimedia для ядра мобильных сетей поколения 2,5G (GSM/GPRS), 3G (UMTS/GPRS) – Release 5. Затем были добавлены архитектуры для технологий доступа WLAN/Wi-Fi (*Release 6*) и xDSL (*Release 7*). Таким образом, была сформирована полноценная архитектура, обеспечивающая конвергенцию сетей.

Вопрос модернизации сетей с целью перехода к архитектуре IMS, не является тривиальной задачей. В данном аспекте саму сеть связи и оператора, управляющего ей, стоит рассматривать как сложную модель, на которую влияет множество факторов. При таких условиях, рекомендуется рассмотреть телефонную сеть как агента графодинамической модели целеполагания [2], а целеполагание выполнить на основе «древовидных» ациклических сетей Петри [3].

Сценарное планирование

Международным союзом электросвязи ITU были разработаны рекомендации по осуществлению миграции к NGN. Рекомендация Y.2261 [4] предлагается три возможных сценария модернизации сети, построенной с использованием ядра:

- 1) начиная с местных и оконечных станций;
- 2) начиная с транзитных узлов;
- 3) модернизация в один шаг.

В силу особенностей реальных сетей, на которых сохранились станции различных поколений, международные рекомендации на практике применимы с трудом. Прибегнем к сценарному планированию, которое состоит из следующих частей:

- формулировка состава целей;
- задание порядка действий;
- выбор ключевых показателей;
- установка связи между целями, действиями, показателями.

Цели и действия оператора связи

Для «классической» сети связи, в которой смена технологий оборудования происходила последовательно, набор целей и действий для их достижения может быть выражен графом, представленным на рисунке 1а. Данный граф отражает последовательную смену типов оборудования, начиная от замены аналоговых АТС, оканчивая переходом к архитектуре IMS.

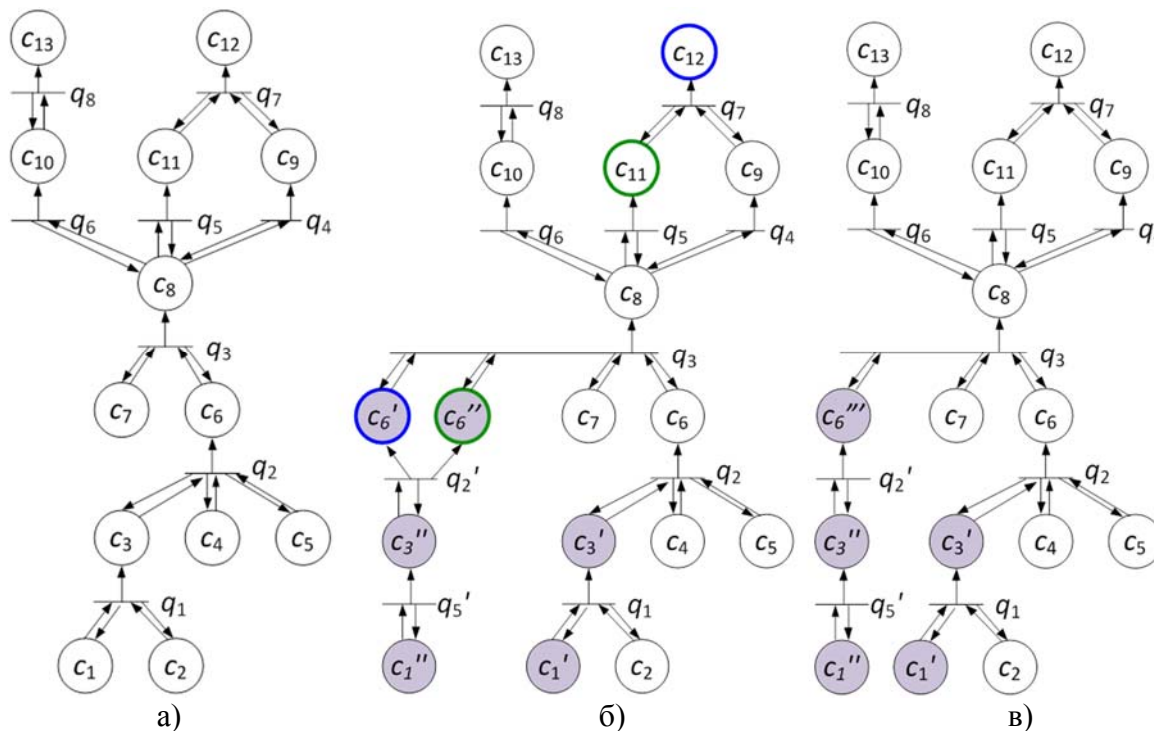


Рис. 1. Цели и действия для последовательной модернизации сети

Узлы графов, представленных на рисунке 1, имеют следующие значения.
Цели и действия оператора связи:

- c₁₃ уменьшение расходов
- c₁₂ увеличение доходов
- c₁₁ сохранение лояльности абонентов
- c₁₀ демонтаж транзитных станций, освобождение помещений
- c₉ предоставление новых услуг
- c₈ переход к архитектуре IMS
- c₇ переключение IN-услуг в IMS
- c₆ последовательная замена цифровых АТС на MSAN
- c_{6'} последовательная замена аналоговых АТС на MSAN
- c_{6''} последовательное переключение аналоговых абонентов на PON
- c_{6'''} последовательная модернизация аналоговых АТС комплексом МПН
- c₅ создание пакетной сети ПД
- c₄ создание IMS-ядра
- c₃ полная «цифровизация» сети

- c_2 внедрение IN-платформ
- c_1 последовательная замена аналоговых АТС на цифровые
- c_1' выборочная замена аналоговых АТС на цифровые
- c_1'' выделение «малодоходных» АТС

На рисунке 1б приведен альтернативный сценарий развития сети, который широко использовался операторами связи на постсоветском пространстве. Его особенностью является разделение модернизируемых АТС на две группы: с высокой и низкой доходностью. «Высокодоходные» станции, как правило, расположенные в центральных районах городов, с высокой концентрацией коммерческих фирм, заменялись на цифровые АТС. Станции, расположенные в квартирном секторе, сохранялись без изменений, что впоследствии вызвало конфликт целей, обозначенный на графе.

Конфликт 1: цель c_6' конфликтует с целью c_{12} , поскольку полна замена АТС на MSAN – задача, требующая существенных финансовых вложений, возврат которых не гарантирован.

Конфликт 2: альтернативой внедрению MSAN является переход на технологию PON, что соответствует цели c_6'' , однако она конфликтует с целью c_{11} – сохранением лояльности абонентов, т. к. при переключении требуется изменения телефонного номера.

Показатели функционирования

Для телефонной сети может быть введен набор показателей, отражающих качество ее функционирования. Взаимовлияние показателей может быть показано «взвешенным» ориентированным графом, предложенным Ф. Робертсом [5], вершины которого соответствуют показателям, дуги (стрелки) соответствуют влияниям показателя – предшественника на показатель – последователь.

Динамика показателей определяется линейной моделью:

$$p_i(\tau+1) = p_i(\tau) + \sum_{k \in I_i} \omega_{ki} (p_k(\tau) - p_k(\tau-1)), \quad (1)$$

где p_i – последователь; p_k – предшественник; ω_{ki} – вес дуги $p_k p_i$; $\tau = 0, 1, \dots, N$ – дискретное время; I_i – множество номеров показателей, воздействующих на p_i ; $i, k = 1, 2, \dots, n$.

Модель, приведенная на рисунке 2, отражает следующие особенности функционирования графодинамической модели. Увеличение базы абонентов и дохода от ДВО приводит к увеличению доходов, коэффициенты влияния данных показателей, соответственно $\omega_{30} > 0$ и $\omega_{40} > 0$. Предполагается, что рост дохода от ДВО приводит к приросту базы абонентов, либо замедлению оттока абонентов, с коэффициентом $\omega_{43} > 0$. Капитальные затраты, направленные на строительство и модернизацию сети приводят к росту расходов оператора, $\omega_{10} < 0$. Вместе с тем, они направлены на расширение набора предоставляемых услуг $\omega_{14} > 0$ и на снижение операционных затрат $\omega_{12} < 0$. Сами операционные

затраты имеют тенденцию к постепенному возрастанию и влекут за собой снижение капитализации $\omega_{20} < 0$.



Рис. 2. Показатели функционирования модернизируемой сети

Корректировка графа целей

Путем имитационного моделирования, может быть произведена оценка поведения системы при различных внешних действиях (или их отсутствии), отраженных на рисунке 1. Может быть показано, что чрезмерное задержка модернизации устаревающего оборудования приводит к увеличению расходов, а так же затрудняет дальнейшую окупаемость нового оборудования. С использованием формулы (1), может быть произведена взвешенная оценка функционирования сети связи, при реализации сценария, приведенного на рисунке 1б и представляющего наибольший интерес.

Вместе с тем, конфликты, которые наблюдаются на рисунке 1б, могут быть разрешены путем использования альтернативных методов модернизации сети [6]. На рисунке 1 (в) представлен сценарий модернизации сети с использованием комплекса Медиатор Плана Нумерации (МПН). Данный подход позволяет существенно удешевить [7] переключение абонентов, подключенным к аналоговым АТС, в сеть IMS, тем самым устраняя Конфликт 1. После модернизации АТС с использованием комплекса МПН и перевода абонентов в сеть IMS, набор услуг, предоставляемых абонентам, эквивалентен использованию MSAN [8]. Но при необходимости, абонент может расширить набор услуг, переключившись на технологию PON. В этом случае реализуется стандартная услуга IMS – переносимость номера, таким образом устраняется Конфликт 2.

Заключение

В данной работе был предложен метод сценарного планирования процесса модернизации, который позволяет структурировать управление сложными системами. На основе графодинамической модели может быть выполнено имитационное моделирование, позволяющее оценить поведение системы при различных управляющих действиях. Было показано, как системное планирование позволяет выявить «конфликты целей». Модифицированная модель целей и действий позволяет математически обосновать альтернативные подходы к модернизации сетей.

Список используемых источников

1. Rosenberg J. et al. SIP: Session Initiation Protocol / Tech. Rep. RFC 3261, IETF, June 2002.
2. Юдицкий С. А. Моделирование динамики многоагентных триадных сетей. М.: СИНТЕГ, 2012. 112 с.
3. Котов В. Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984. 160 с.
4. ITU-T Recommendation Y.2261, 2006. PSTN/ISDN evolution to NGN.
5. Робертс Ф. С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М.: Наука, 1986.
6. Kulikov N. Original models of NGN/IMS networks surrounded by circuit switched systems // T-Comm – Telecommunications and Transport. 2014. № 4.
7. Решение «Протея» поможет МГТС в 10 раз снизить затраты на цифровизацию [Электронный ресурс] / РИА Новости. 29.04.2011. URL: <http://ria.ru/economy/20110429/369341025.html> (дата обращения 13.04.2016).
8. Гойхман В. Ю., Ковалева Е. И., Куликов Н. А., Сибирякова Н. Г. Медиаторы плана нумерации: учебное пособие. СПб.: СПбГУТ, 2012.

РАСШИРЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА АГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. Лебедева, Л.К. Птицына, С.В. Хроменков

Рассмотрены основания для выбора объектно-ориентированного подхода к проектированию информационных агентов. Представлен опорный базис для развития методологического обеспечения многоагентных систем. Описаны принципы построения модели функционирования агента из состава многоагентной системы. Построена расширенная объектно-ориентированная модель функционирования агента из состава многоагентной системы. Раскрыты характеристики модели.

Ключевые слова: информационный агент, агентные технологии, объектно-ориентированное моделирование, активная инфокоммуникационная среда, характеристики модели.

EXTENSION OF THE MODEL SPACE AGENT TECHNOLOGIES

Lebedeva A., Ptitsyna L., Khromenkov S.

We consider the reasons for the choice of an object-oriented approach to the design of information agents. Presented by the reference basis for the development of methodological support of multi-agent systems. The principles of constructing a model of the functioning of an agent. Built enhanced object-oriented operating model agent. Reveals the characteristics of the model.

Key words: information agent, agent technologies, object-oriented modeling, active infocommunication environment, model characteristics.

Среди известных формальных подходов к сопровождению жизненного цикла агентных технологий, широко используемых в активных инфокоммуникационных инфраструктурах, выделяется объектно-ориентированный подход, позволяющий, с одной стороны, совмещать обоснование рационального выбора