

**ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ VPsim3*****К. А. Аксенов, М. В. Попов, Е. Ф. Смолий, Л. Г. Доросинский (Екатеринбург)**

В настоящее время большинство операторов связи (в том числе сотовой) пришли к необходимости создания единой мультисервисной среды для транспортировки и коммутации услуг. Мультисервисная сеть (МСС) образует единую информационно-телекоммуникационную структуру, которая поддерживает все виды трафика (данные, голос, видео) и предоставляет все виды услуг (традиционные и новые, базовые и дополнительные) в любой точке, в любое время, в любом наборе и объеме с дифференцированным гарантированным качеством и по ценам, удовлетворяющим различные категории пользователей. МСС обеспечивает [1]: 1) управление всеми услугами передачи данных выделенными линиями, Frame Relay, АТМ, «прозрачными» локальными сетями; 2) агрегирование трафика на уровне широкополосного доступа; 3) агрегирование трафика мобильных сетей и консолидацию трафика в опорной сети; 4) инфраструктуру телефонной связи нового поколения; 5) сближение физического уровня и уровня данных в решении задачи построения опорного оптического узла Core Node; 6) агрегирование трафика опорных/пограничных IP-маршрутизаторов. МСС строится исходя из универсальных сред передачи, универсальных сетевых технологий и протоколов, которые обеспечивают конвергенцию сетей и интеграцию услуг.

Задача технико-экономического проектирования (ТЭП) МСС

Проектирование МСС включает следующие процедуры: 1) сбор исходных данных; 2) описание структуры сети; 3) выбор сетевой архитектуры; 4) выбор топологии сети; 5) организация сети доступа; 6) выбор оборудования; 7) построение наложенных систем синхронизации; 8) сигнализация и управление; 9) выбор технологий по обеспечению сервисов; 10) расчет технических и экономических показателей качества функционирования сети.

Исходными данными для проектирования МСС являются: 1) численность потребителей инфокоммуникационных услуг; 2) наличие первичной сети; 3) номерные емкости телефонных сетей; 4) число и местоположение объединяемых узлов электросвязи; 5) число ПК и серверов ЛВС центрального и других узлов; 6) свободные ресурсы транспортной сети SDH в виде цифровых потоков E1; 7) свободные ресурсы транспортной сети в виде свободных оптических волокон; 8) спектр услуг (телефонная связь, передача данных по выделенным и коммутируемым каналам, IP-телефония, сеть Интернет, видеоконференция и др.); 9) информационные системы; 10) требования надежности; 11) требования синхронизации.

Системный подход к интеллектуальным сетям связи (ИС)

На основании системного подхода деятельность компании раскладывается на несколько уровней, для каждого из которых существуют модели с определенным уровнем детализации. На основе ключевых параметров определяется структура бизнес-процессов (БП) и выполняется иерархическая декомпозиция. Согласно рекомендации

* Работа выполняется при поддержке программы «СТАРТ» в рамках государственного контракта между Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и ООО «НПП «Системы автоматизации поддержки бизнеса»» по договору № 5058 р/7296 «Разработка моделей, методов и системы динамического моделирования ситуаций и автоматизации проектирования программного обеспечения в области процессов преобразования ресурсов», а также в рамках гранта Президента Российской Федерации МК-2208.2007.9.

ITU-T 1.312/Q. 1201 основой для стандартизации в области интеллектуальных сетей связи является абстрактная концептуальная модель (INCM – Intelligent Network Conceptual Model). Модель состоит из четырех плоскостей: 1) сервиса (уровень услуг или БП), 2) глобальная функциональная плоскость, 3) распределенная функциональная плоскость, 4) физическая плоскость. Модель разделяет аспекты, относящиеся к услугам, и аспекты, связанные с сетью, что позволяет описывать услуги и возможности ИС независимо от базовой сети, над которой создается интеллектуальная надстройка [2]. Плоскости 2–4 достаточно полно освещены в литературе [1–2], более детально остановимся на плоскости услуг.

При формировании плоскости услуг описываются модель рынка, модели клиентов-потребителей и поставщиков услуг (операторов и провайдеров) и оборудования (вендоров), а также основные процессы (рис. 1). В описание моделей организационно-технических систем (ОТС) включается описание миссии, целей, показателей деятельности, БП, ресурсов, услуг, предоставляемых на основе информационно-телекоммуникационных технологий (ИКТ), процессов принятия решений (ППР).

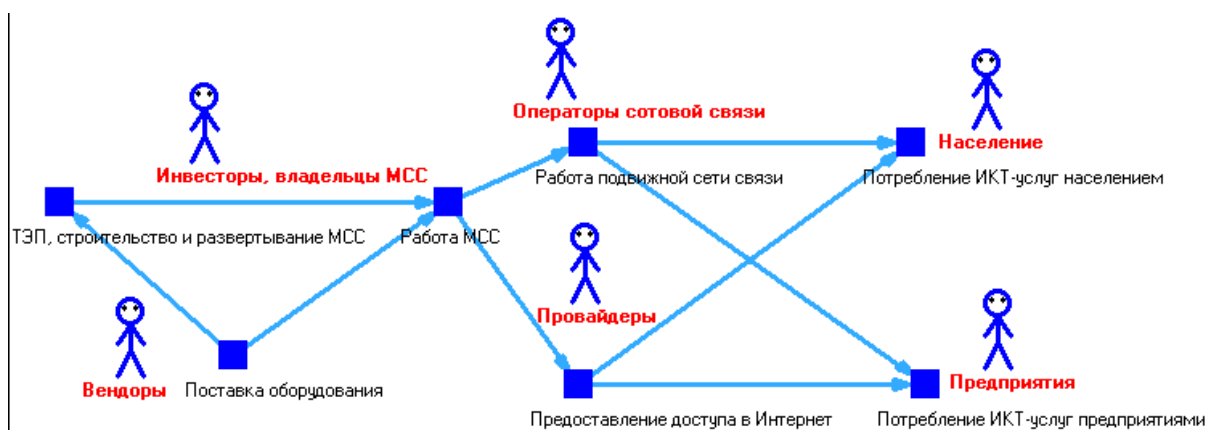


Рис. 1. Основные процессы и участники рынка ИКТ-услуг (в системе BPsim2)

Для описания БП телекоммуникационной компании может быть использована референтная модель eTOM [3], с помощью которой могут быть выявлены процессы, имеющие одинаковую функциональность, устранено дублирование и ускорено описание новых процессов. Также предоставляется возможность оценить стоимостные и производительные характеристики БП. Результаты анализа БП компании могут быть использованы для реинжиниринга, оптимизации взаимоотношений с поставщиками и партнерами, развития сотрудничества с другими провайдерами услуг. Данное решение позволяет выстроить стратегию, полностью ориентированную на интересы клиента, что в условиях насыщенного рынка является одним из ключевых факторов успеха. В [3] показан пример модели eTOM в средстве моделирования ARIS.

Для решения задач анализа и моделирования БП недостаточно использовать только описательные статические, визуальные (графические) модели, необходимо привлечение методов имитационного моделирования и ситуационного управления, с помощью которых учитываются факторы времени (динамики, конечности и случайности процессов), а также причинно-следственных связей. К БП также относятся ППР, специфика которых может быть отражена с помощью моделей и методов искусственного интеллекта.

Уровень автоматизации МСС

Можно выделить следующие классы информационных систем, используемых при проектировании, анализе и эксплуатации МСС: мониторинга и инвентаризации ресурсов; бизнес- и операционной поддержки; биллинга; защиты от неисправностей; обеспечения доходов; управления услугами и качеством; учета сетевых элементов; оптимизации трафика; проектирования и моделирования МСС; моделирования БП; защиты и информационной безопасности; поддержки принятия решений (СППР).

Опрос ведущих технических специалистов операторов связи, таких как МТС, УРАЛСВЯЗЬИНФОРМ, МЕГАФОН и БИЛАЙН, показал, что при проектировании сетей передачи данных (СПД) службы развития операторов пользуются базой знаний, основанной на собственном опыте, а технические решения по реализации СПД навязываются поставщиками оборудования (вендорами). Ни один из операторов не использует автоматизированные средства проектирования СПД и не моделирует различные ситуации поведения проектируемой (существующей) сети при освоении новых регионов, внедрении новых услуг или при изменении топологии СПД.

Теоретические основы проектирования МСС и моделирования рынка информационно-телекоммуникационных услуг

Для качественного ТЭП МСС необходимо при разработке методов и средств автоматизированного проектирования и моделирования заложить большое количество исходной информации: виды и параметры телекоммуникационного оборудования, технологий, знания технических специалистов, экономистов, менеджеров проектов, маркетингов и юристов. Для решения задачи ТЭП МСС больше всего подходят СППР. В СППР могут использоваться средства имитационного (ИМ), экспертного (ЭС) и ситуационного моделирования (СМ) [4]. Разработка и внедрение СППР для операторов связи – актуальная и востребованная задача.

При решении задач моделирования, анализа и синтеза МСС и БП применяются различные математические методы: теория телетрафика может быть использована на всех уровнях МСС, кроме уровня услуг (БП); для решения задач анализа и синтеза БП применяются методы ИМ, СМ и ЭС. При формализации ППР могут применяться методы ЭМ, СМ, нейронные сети, мультиагентного и эволюционного моделирования. Для описания МСС с точки зрения ППР, динамической составляющей БП, экспертного, ситуационного и мультиагентного моделирования может быть использована *теория мультиагентных процессов преобразования ресурсов* (МППР) [4–5].

Интеллектуальная система проектирования и моделирования МСС BPsim3

Существующие на рынке системы проектирования МСС и моделирования БП (Route Explorer, VistaInsight, RiverStone Management Center, CajunView, Engine, NetCracker, AnyLogic, ARIS, G2) не отвечают всем требованиям, предъявляемым к интеллектуальной системе проектирования и моделирования МСС. За основу построения такой системы взята система динамического моделирования мультиагентных процессов преобразования ресурсов BPsim2 [4–5].

В качестве средства формализации знаний используется подход на основе фрейм-концептов и концептуальных графов, предложенный Швецовым А.Н. [6] и реализованный применительно к промышленной СУБД MS SQL Server в виде оболочки ЭС «Конструктор фреймовых систем» (КФС) [4]. При проведении системного анализа описывается фреймово-семантическая сеть, описывающая возможные ситуации отношений фрейм-концептов в виде расширенной диаграммы классов UML.

Для реализации визуального построителя механизма вывода КФС предложено использование диаграмм последовательности языка UML. Данный подход позволяет

визуально (в виде блок-схемы) описать ход решения задачи – последовательность вызовов процедур (методов \ демонов) от одного фрейма к другому. Таким образом, с помощью данного подхода реализован визуальный объектно-ориентированный конструктор построения онтологии и построения механизма вывода на знаниях (рис. 2).

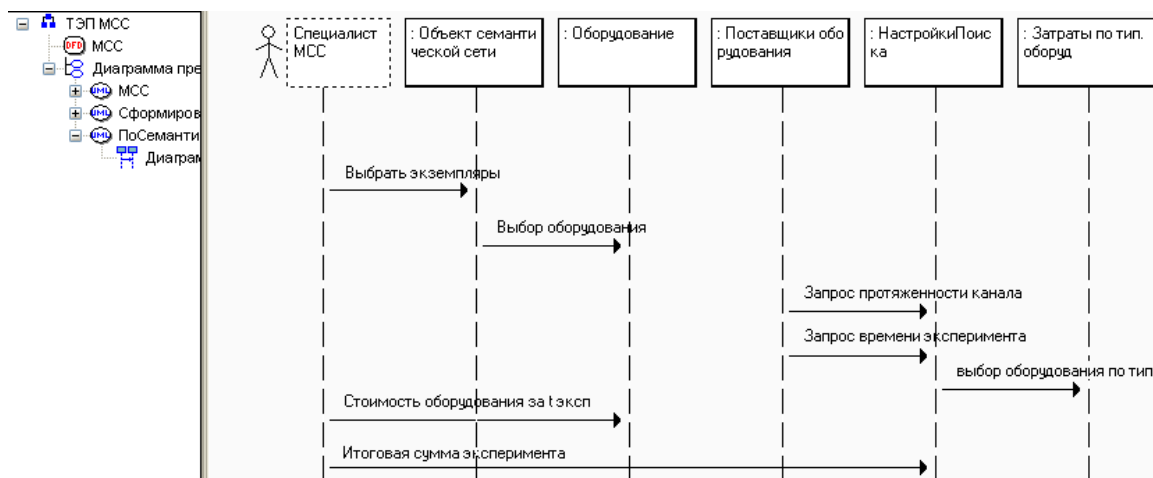


Рис. 2. Визуальный построитель механизма логического вывода КФС VPsim3

Данный конструктор, при условии наполнения знаниями о предметной области МСС и правилами ТЭП, представляет собой интеллектуальную систему автоматизированного проектирования МСС (интеллектуальный САПР МСС, рис. 3).

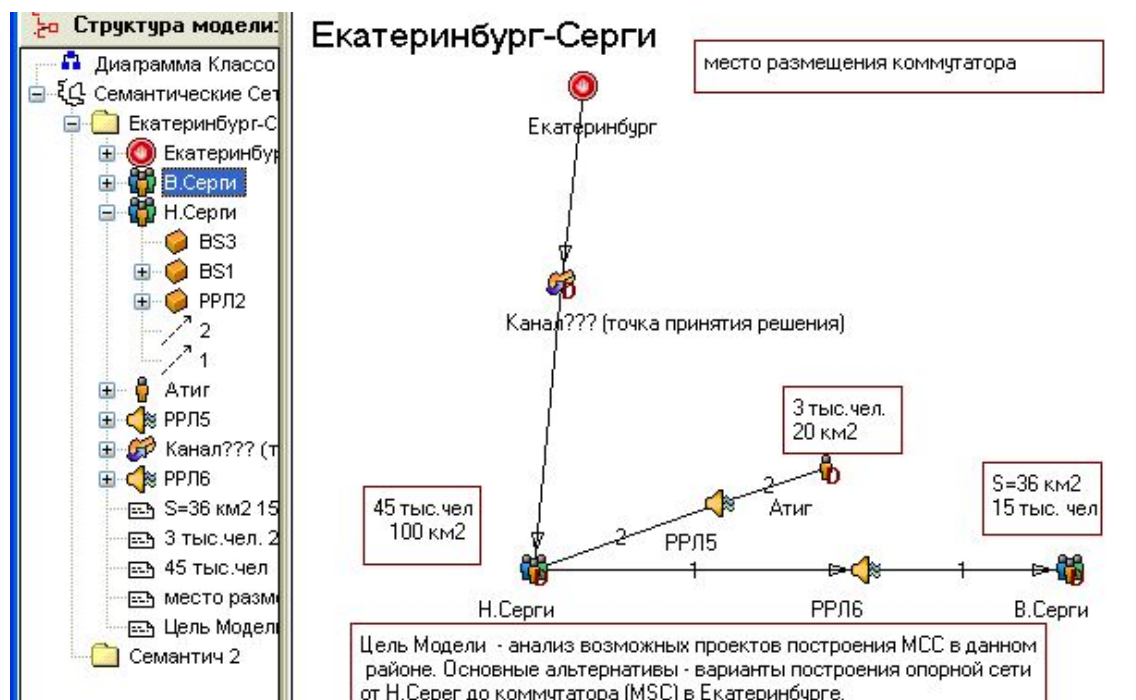


Рис. 3. Проект МСС «Екатеринбург–Серги» в САПР VPsim3

Переход с этапа проектирования к этапу ИМ реализован на основе установления семантических отношений элементов КФС и МППР. С точки зрения объектно-структурного анализа (ОСА) [7] рассмотрим систему VPsim3 (таблица).

Система проектирования и моделирования VPsim3 с точки зрения ОСА

Страта	Вид знаний	Уровни страты [VPsim3.Модуль (наполнение)]
s_1	ЗАЧЕМ-знания	Стратегический анализ: назначение и функции системы [ССП (миссия, видение, стратегии, цели, показатели)]
s_2	КТО-знания	Организационный анализ: коллектив разработчиков системы [Эксперты, аналитики, ЛПР (агенты)]
s_3	ЧТО-знания	Концептуальный анализ: основные концепты, понятийная структура [КФС (оборудование, технологии, МСС, услуги, процессы и т.д.)]
s_4	КАК-знания	Функциональный анализ: гипотезы и модели принятия решений [Модели поведения (сценарии) агентов]
s_5	ГДЕ-знания	Пространственный анализ: окружение, оборудование, коммуникации [Геоинформационная система (географические характеристики региона)]
s_6	КОГДА-знания	Временной анализ: временные параметры и ограничения [ИМ (ограничения согласно требованиям к срокам окупаемости, срокам развертывания МСС и т.д.)]
s_7	ПОЧЕМУ-знания	Каузальный или причинно-следственный анализ: формирование подсистемы объяснений [ЭС, базы знаний и правил агентов, механизм вывода]
s_8	СКОЛЬКО-знания	Экономический анализ: ресурсы, затраты, прибыль, окупаемость [Решение (технично-экономический проект МСС)]

Интеллектуальная система автоматизированного проектирования и моделирования VPsim3 применяется для решения задачи ТЭП МСС.

Выводы

Решение задачи интеграции имитационного, экспертного, ситуационного и мультиагентного моделирования, а также объектно-ориентированного подхода, позволило реализовать проблемно-ориентированный интеллектуальный САПР МСС.

Литература

1. Денисов Т. Б., Лихтциндер Б. Я. Мультисервисные АТМ-сети. М.: Эко-трендз, 2005. 318 с.
2. Лихтциндер Б. Я., Кузякин М. А. Интеллектуальные сети связи. М.: Эко-трендз, 2002. 206 с.
3. Коптелов А. Совершенствование бизнес-процессов телекоммуникационной компании//Мобильные телекоммуникации. 2006. № 7. С. 45–50.
4. Аксенов К. А., Гончарова Н. В. Динамическое моделирование мультиагентных процессов преобразования ресурсов: монография. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 311 с.
5. Аксенов К. А., Гончарова Н. В., Смолий Е. Ф. Система динамического моделирования ситуаций и мультиагентный подход//Международная НПК «Новые образовательные технологии в вузе» НОТВ-2005. Екатеринбург, 2005. С. 198–199.
6. Швецов А. Н. Модели и методы построения корпоративных интеллектуальных систем поддержки принятия решений: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.01. Санкт-Петербург, 2004. 461 с.
7. Гаврилова Т. А. Подготовка коллектива разработчиков экспертной системы//Проблемы применения ЭС в народном хозяйстве. Школа-семинар. Доклады. Кишинев, 1989. С. 59–62.