

**ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСЛУГ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СЕТИ НА НАГРУЗОЧНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ**

Б.Г.ИБРАГИМОВ¹, Ш.М.МАМЕДОВ²
Азербайджанский Технический Университет¹
Институт Кибернетики НАН Азербайджана²
i.bayram@mail.ru

В работе анализированы вопросы влияния дополнительных услуг интеллектуальной сети на нагрузку общеканальной системы сигнализации. Исследованы сети общеканальной системы сигнализации, образованные программно-аппаратным модулем, на основе которых предложена модель расчета временных характеристик общеканальных систем сигнализации, учитывающие архитектуру интеллектуальной сети связи с использованием распределенной платформы и алгоритм передачи служебной информации по каналам связи. Получены аналитические выражения, позволяющие оценить временные характеристики общеканальной системы сигнализации при выполнении дополнительных интеллектуальных услуг.

Введение. Одной из основных характеристик, определяемых при исследованиях в области создания сетей общеканальной системы сигнализации, является нагрузочные характеристики смешанного трафика – полезный и служебный трафик, создаваемого пользователями мультисервисных сетей телекоммуникации. Среди мультисервисных сетей телекоммуникации, в последнее время получили широкое развитие интеллектуальные сети связи (ИСС).

Концепция интеллектуальных сетей связи подразумевает конструирование различных телекоммуникационных услуг в сети связи. Первой такой услугой, введенной фирмой "Белл оперейтинг компании" (США) в 1967 году, стало предоставление телефонной связи за счет вызываемого абонента или "Сервис 800". В дальнейшем, с развитием различных дополнительных услуг была определена архитектура интеллектуальной сети (Бесплатный вызов –FRN, Телеголосования – VOT и др.). А в 1992 году МСЭ–Т выпустил стандарты по ИСС в виде группы рекомендации серии Q.1200. Интенсивное развитие работ по созданию стандартов ИСС и начало коммерческой эксплуатации ИСС во многих странах сопровождается постоянно расширяющимся перечнем дополнительных видов услуг, предоставляемых пользователям сети [1].

Постановка задачи. Исследования и анализ показали, что только в рекомендациях ITU-T серии Q.1200 определены функциональные объекты, путем взаимодействия которых реализуются конкретные услуги ИСС. В настоящее время определен целый набор услуг ИСС, но с каждым годом их число возрас-

тает. Основной концепцией ИСС является разделение функций управления основными видами от функций управления дополнительными видами обслуживания и централизация функций управления дополнительными видами услуг [1,2].

Установлено в [1,2], что в зависимости от распределения функции управления вызовов (CCF- Call Control Function), коммутации услуг (SSP-Service Switching Point) и управления услугами (SCF- Session Control Function), платформы ИСС подразделяются на централизованные и распределенные.

Для предоставления услуг ИСС на основе централизованной платформы, на электронной АТС (АТС - Автоматической телефонной станции) устанавливается специальный терминальный модуль программного обеспечения, позволяющий электронной АТС совмещать функции CCF/SSF и SCF. Такой совмещенный узел называется узлом коммутации и управления услугами (SSCP-Serving Service Control Point). Преимущества такого способа построения ИСС заключаются в незначительном изменении состава терминального оборудования электронной АТС и минимальных изменениях в сетях связи, что позволяет быстро внедрять услуги ИСС. К недостаткам можно отнести ограниченный частотный спектр реализуемых услуг ΔF_{ck}^{yc} в системах сигнализации ($\Delta F_{ck} \leq \Delta F_{ck}^{yc}$), ΔF_{ck} – ширина полосы пропускания сигнального канала, недостаточно эффективное использование межстанционных связей и низкая эффективность предоставления услуг ИСС.

В последнее время абоненты вторичной сети общего пользования все больше начинают интересоваться не только установление разговорного канала между двумя абонентами, но и услуги связанные с использованием внешних, в первую очередь информационных ресурсов и вычислительных мощностей. Число таких услуг стремительно растет. Причем характерной особенностью дополнительных услуг является, то что они должны легко создаваться, модифицироваться, изменяться в зависимости от требования пользователей. С этой целью была разработана концепция интеллектуальных сетей связи на основе рекомендации ITU-T, которая подразумевает отделение функций управления дополнительных услуг от функций коммутации [1].

Кроме того, внедрение новых дополнительных услуги или увеличение спроса на существующие дополнительных услуг приводит к увеличению нагрузки на систему сигнализации, что в свою очередь оказывает значительное влияние на качество обслуживания абонентов ИСС. В связи с этим для решения проблем перегрузок в сети сигнализации, в данной статье предлагается использование метода распределенного управления дополнительными услугами в интеллектуальных сетях.

Создание архитектуры распределенной интеллектуальной сети. Как известно [3,4] в телекоммуникационных сетях связи внедряется терминальное оборудование на базе DSP –технологии (Digital Signal Processing) для расширения функциональных возможностей телефонных сетей при оказании качества услуги. Одна из концепций развития телефонной сети общего пользования на базе современных информационных и компьютерных технологий является построение распределенных интеллектуальных сетей связи, на основе которого становится возможным предоставление новых видов базовых и дополнитель-

ных услуг [2].

Для создания распределенных интеллектуальных сетей связи необходима установка дополнительного управляющего терминального оборудования: узла управления услугами (SCP- Service Control Point), узла администрирования услуг, узла среды создания услуг и интеллектуальной периферии (IP-Intelligent peripheral), обеспечивающие отделение функций управления дополнительных услуг от функций коммутаций в электронной автоматической станции [1].

Следует отметить, что для создания новых и модификации существующих дополнительных услуг предусматривается широкое использование элементов искусственного интеллекта в виде экспертных систем, синтезаторов речи и т.д. При этом основные принципы, положенные в основу архитектуры ИСС, предполагается использовать сетевые технологии и принципы построения сетей следующего поколения (NGN - Next Generation Network). Развитием концепции NGN является архитектура IP (Internet Protocol) и IMS (Multimedia Subsystem), обеспечивающая конвергенцию проводных и беспроводных сетей на базе протоколов IP & MPLS (Multiprotocol Label Switching). Взаимодействие между функциональными объектами ИСС осуществляется по специальному протоколу общеканальной системы сигнализации (ОКС) №7 и протоколу INAP (Intelligent Network Application Part) [1,2].

Для комплексного анализа поставленной задачи на рис.1. приведена архитектура ИСС с использованием распределенной платформы и указанием интерфейсов между отдельными функциональными элементами

Структурная схема состоит из следующих функциональных блоков и построение распределенных ИСС предполагает установку следующих программно-аппаратных модулей:

1. Сигнальные терминалы -СТ (Signal Terminal – ST);
2. Точка коммутации сервиса-ТКС (Service Swishing Point – SSP);
3. Центр управления сервисом-ЦУС (Service Control Point – SCP);
4. Система оперативного управления-СОП (Operations System – OS);
5. Интеллектуальная периферия-ИП (Intelligent Peripheral – IP);
6. Система общеканальной сигнализации с протоколом INAP (SS No7 with INAP).

Взаимодействие между функциональными единицами интеллектуальной сети связи происходит посредством общеканальной системы сигнализации (ОКС №7) со специальной прикладной подсистемой пользователя интеллектуальной сети связи INAP.

Проведенные исследования показали [1,2], что за гарантированную доставку пакетов, исправление ошибок и маршрутизацию отвечают протоколы нижних трех уровней стека протоколов ОКС №7 такие как МТР1, МТР2, МТР3 (Message Transfer Part), а также подсистема SССР. Подсистема управления соединениями сигнализации SССР (Signaling Connection Control Part) реализует механизм передачи информации, как ориентированной, так и не ориентированной на соединение. Подсистема возможностей транзакций ТСАР (Transaction Capabilities Application Part) реализует на сети механизм транзакций – обмен данными между приложениями, не ориентированных на соединение. Это напоминает удаленный вызов процедур, т.е. вызывающая сторона инициирует ка-

бесконечной очередью.

Предположим, что поступающие заявки образуют пуассоновский поток с интенсивностью λ , а время обслуживания заявки подчинено экспоненциальному распределению с интенсивностью обслуживания μ [4]. Здесь принято, что потери заявок не может быть, так как эти требования являются служебными.

Таким образом, на основе вышеизложенного алгоритма работы системы, мы получаем одноканальный СМО типа $M/M/1/\infty$, применяя обозначения Кендалла-Башарина. Учитывая алгоритмы работы одноканальной СМО, время ожидания запроса на интеллектуальную услугу будет представляться следующим образом:

$$T_{\text{ож}} = T_{\text{SSP}} + T_k + T_{\text{SCP}}, \quad (1)$$

где T_{SSP} - время ожидания в очереди на SSP; T_k - время задержки связанное с пропускной способностью канала; T_{SCP} - время в очереди и на обработку заявки на SCP.

Используя [5], среднее время ожидания может быть определено следующим образом:

$$T_{N_k} = P_{N_k}''(\rho) / \mu(N_k - \rho), \quad (2)$$

где N_k - число сигнального канала СМО; $P_{N_k}''(\rho)$ - формула Эрланга второго рода для систем с ожиданием и в СМО с учетом параметров сигнального трафика и дополнительные услуги примут следующий вид [5,6]:

$$P_{N_k}''(\rho) = E_{N_k}(\rho) = \frac{\rho^{N_k} / N_k!}{\sum_{i=0}^{N_k} (\rho^i / i!)}.$$

Для одноканальной системы с учетом (1) и (2) время ожидания получаем:

$$T_{\text{ож}} = \frac{\rho}{\mu - \lambda} = \frac{\lambda}{\mu^2 - \mu \cdot \lambda}, \quad (3)$$

где $\rho = \lambda/\mu$ - интенсивность поступающей нагрузки (Эрланг) и означает, что в системе сигнализации данные параметры можно интерпретировать как среднее число вызовов за интервал времени, равный средней длительности занятия сигнальных коммутаторов SCP при обслуживании сигнального и дополнительного трафика.

Учитывая, интенсивность поступающей нагрузки ρ , стационарную вероятность P_k того, что k - линий занято в системе сигнализации определяется выражением [5]:

$$P_k = \left[\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \cdot \frac{1}{k!} \right] \cdot \left[\sum_{i=1}^{N_k} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^i \cdot \frac{1}{i!} \right]^{-1}, \quad k = 0, 1, \dots, N_k. \quad (4)$$

Последнее выражение, определяет набор вероятностей $\{P_k\}$, $k = 0, 1, \dots, N_k$ и является усеченным распределением Пуассона [6], позволяющий оценить числовые вероятностные характеристики входящего сигнального потока, соединительных линий N , обслуживаемых блоком сигнализации и временем

обслуживание сигнальных сообщений μ .

Теперь предположим, что запросы на услуги поступают с различным SSP и поступают по каналам с определенной пропускной способностью C_{SSP} . Учитывая частотные F_{\max} , F_{\min} , ΔF_k и энергетические P_c , N_0 характеристики сигнального потока, пропускную способность сигнального канала передачи данных между сигнальными терминалами SSP и SCP удобно оценивать в сопоставлении с шенноновской предельной пропускной способностью, которая выражается следующим образом:

$$C_{SSP-SCP} = \eta_{ST}(F_{\max} - F_{\min}) \cdot \log_m \left[1 + \frac{P_c}{\Delta F_k \cdot N_0} \right], \quad (5)$$

где η_{ST} – коэффициент активности источника служебного сигнала; F_{\max} и F_{\min} – максимальное и минимальное значение частоты передачи сигнального трафика (при управлении телефонным вызовом $F_{\max} = 3,4$ кГц, $F_{\min} = 0,3$ кГц); m – параметр, используемой сигнально-кодовой конструкцией, которая определяется схемой помехоустойчивого кодирования, $m = (k - r) \geq 2$; P_c – средняя мощность служебного сигнала в Вт; ΔF_k – ширина полосы пропускания сигнального трафика в Гц; N_0 – спектральная плотность мощности шума в сигнальных каналах, в Вт/Гц.

Оценка времени ожидания при выполнении дополнительных услуг.

Установлено в [1,2], что сигнальные единицы в ОКС №7 могут иметь переменную длину $L_{OKC} = L_{CE} = \text{Var} [L_{\min}; L_{\max}]$. Тогда вводим параметр μ_k – который характеризует задержки связанные с обработкой сообщений на каналах связи, имеющих определенную пропускную способность

$C_{SSP-SCP}$.

Предположим, что все пропускные способности каналов от SSP до SCP одинаковы и равно:

$$C_{SSP}(\mu_k) = C_{SCP}(\mu_k) = N_{SSP} \cdot V_{SSP} = N_{SSP} \cdot L_{OKC} \cdot \mu_k. \quad (6)$$

Тогда, получим время ожидания при выполнении интеллектуальной услуги:

$$T_{ож} = \frac{N_{ssp} \cdot \lambda}{(\mu + N_{ssp} \cdot \mu_k) \cdot (\mu + N_{ssp} \mu_k - N_{ssp} \cdot \lambda)}, \quad (7)$$

где N_{ssp} – число SSP в системе сигнализации.

Допустим, что в интеллектуальной сети связи действуют m различных дополнительных услуг. Тогда математические ожидания интенсивности поступления и обработки заявок будут иметь вид:

$$M_{ож}[\lambda] = \sum_{a=1}^m \lambda_a \cdot P_a(\lambda), \quad a = \overline{1, m}, \quad (8)$$

$$M_{об}[\mu] = \sum_{a=1}^m \mu_a \cdot P_a(\mu), \quad a = \overline{1, m}, \quad (9)$$

где P_a – вероятность поступления a -й интеллектуальной услуги.

Теперь, можно рассмотреть нагрузку на сеть общеканальной системы сигнализации, оказываемую несколькими услугами связи, которые существенно

влияет на время ожидания запроса на интеллектуальную услугу

$$T_{ож} = N_{ssp} \cdot M_{ож}[\lambda] \cdot \{(M_{об}[\mu] + N_{ssp} \cdot \mu_k) \cdot (M_{об}[\mu] + N_{ssp} \cdot \mu_k - N_{ssp} \cdot M_{ож}[\lambda])\}^{-1}, \quad (10)$$

На основе выражения (10) легко рассмотреть характер поведения различных услуг и создаваемую ими нагрузку в зависимости от доли каждой услуги в общей " смеси " услуг.

Следует необходимо отметить, что в данном варианте пока не полностью рассмотрено об основных услугах сети, таких как соединение, разъединение абонентов, которые также создают нагрузку на сеть сигнализации. После некоторых заявок на дополнительные услуги поступает запрос на основную услугу, например, после инициализации " сервиса 800 " поступают заявки на организацию соединения по системе сигнализации. А некоторые дополнительные услуги не требуют затем запроса на основную услугу, например, услуги телеголосования или автоматический альтернативный биллинг и др.

Можно предположить, что интенсивность поступления а-ой заявки на основные услуги равна $\lambda_{a,осн}$, а на дополнительные $\lambda_{a,доп}$. Тогда общая интенсивность поступления заявок в системе сигнализации определяется следующим образом:

$$\lambda_{общ} = \sum_{a=1}^m (\lambda_{a,осн} + \lambda_{a,доп}), \quad a = \overline{1, m}. \quad (11)$$

Теперь на основе (11) можно ввести коэффициент $K_{оду}$, который показывает долю основных и дополнительных услуг в системе телекоммуникации, обслуживаемых системой общеканальной сигнализации.

При нормальной загрузке функционирования сетей общеканальной системы сигнализации коэффициент, учитывающей долю основных и дополнительных услуг должен удовлетворять следующему неравенству

$$K_{оду} = \left[\frac{\lambda_{доп}}{\lambda_{осн}} \right] \leq 1, \quad \lambda_{осн} = \sum_{a=1}^m \lambda_{a,осн}, \quad \lambda_{доп} = \sum_{a=1}^m \lambda_{a,доп}, \quad a = \overline{1, m}. \quad (12)$$

Из (12) видно, что как с увеличением $K_{оду}$ увеличивается нагрузка на сеть сигнализации.

Проведены численные расчеты на основе эффективного алгоритма и модель расчета временных характеристик ОКС с учетом дополнительных услуг ИСС на нагрузку системы общеканальной сигнализации с помощью системы MATLAB 6.5 и её пакетов Signal Processing Communications [3] и получены следующие результаты: $\lambda_{общ} \geq (0 \dots 30)$ пак/сек, $K_{оду} = 1 \dots 3$, $L_{СЕ} = (15 \dots 150)$ байт, $M_{ож}[\lambda] = 380$ мс, $V_{SSP} = 64$ Кбит/с, $M_{об}[\mu] = 235$ мс, $N_{ssp} = 5 \dots 10$, $T_{ож} \leq (0,1 \dots 5,0)$ с. Полученные результаты соответствуют рекомендациям ITU-T Q.774 [7].

Таким образом, полученные числовые результаты показывают, что увеличение доли дополнительных услуг в сети связи увеличивает нагрузку на сеть сигнализации и соответственно увеличивает время выполнения интеллектуальных услуг.

Выводы. На основе предложенной модели получены аналитические выражения, позволяющие оценить временные характеристики общеканальной системы сигнализации при выполнении основных и дополнительных услуг. Результаты исследования показали, что дополнительные виды обслуживания интеллектуальной сети связи оказывают существенное влияние на нагрузку об-

щеканальной системы сигнализации, которые необходимо учитывать на стадии проектирования сетей ОКС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихтциндер Б.Я., Кузякин М.А., Росляков А.В., Фомичев С.М. Интеллектуальные сети связи. М.: Эко-Трендз, 2000, 258 с.
2. Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Рерле Р.Д. Стек протоколов ОКС 7. Подсистема СССР: Справочник. СПб.: БХВ. Санкт-Петербург: 2006, 320 с.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2007, 751 с.
4. Ибрагимов Б.Г., Мамедов Ш.М. Об одном методе оценки качества функционирования мультисервисных сетей связи // Телекоммуникации, М.: 2008, №1, с.8-11.
5. Меликов А.З., Пономаренко Л.А., Паладюк В.В. Телетрафик: Модели, методы, оптимизация. Киев: ИПК «Политехник», 2007, 256 с.
6. Шнепс-Шнеппе М.А. Системы распределения информации. Методы расчета. Справ. Пособие. М.: Связь, 1979, 344 с.
7. ITU-T Recommendation Q.774: Transaction Capabilities Procedures. Geneva, June, 1997, 296 p.

İNTELLEKTUAL ŞƏBƏKƏLƏRİN ƏLAVƏ XİDMƏTLƏRİ HESABINA SİQNALLAŞMA SİSTEMLƏRİNDƏ YARATDIĞI YÜKƏ TƏSİRİNİN ANALİZİ VƏ TƏDQIQI

B.Q.İBRAHİMOV, Ş.M.MƏMMƏDOV

XÜLASƏ

Məqalədə intellektual rabitə şəbəkələrin əlavə xidmətləri hesabına siqnallaşma sistemlərində yaratdığı yükə təsirinin analizi məsələlərinə baxılır. Program-aparat modulundan təşkil olunmuş ümumikanal siqnallaşma sistemlərinin şəbəkələri tədqiq edilərək, onların zaman xarakteristikalarını hesablamaq üçün, paylanmış platformalı intellektual rabitə şəbəkələrinin arxitekturası və xidməti informasiyanın kanalla ötürülməsi alqoritmi nəzərə alınaraq, riyazi model təklif olunmuşdur. Əlavə intellektual xidmətlərin yerinə yetirilməsi anında ümumikanal siqnallaşma sistemlərinin zaman xarakteristikalarını qiymətləndirmək üçün analitik ifadələr alınmışdır.

RESEARCH AND ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ADDITIONAL SERVICES IN THE INTELLECTUAL NETWORK ON THE LOADING OF SIGNALLING SYSTEM

B.G.IBRAHIMOV, Sh.M.MAMMADOV

SUMMARY

The work analyses the questions of the influence of additional services in the intellectual network on the loading of commonchannel signaling system. The paper investigates networks of commonchannel signaling system formed by the hardware-software module on the basis of which the model of calculation of time characteristics common channel signaling systems considering the architecture of an intellectual communication network with the use of the distributed platform and algorithm transfer of the service information on communication channels is offered. Analytical expressions, allowing to estimate time characteristics of commonchannel signaling system at the performance of additional intellectual services are received.