

на правах рукописи

САМОРЕЗОВ Владимир Викторович

**МОДЕЛИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ**

Специальность 05.12.13 - Системы, сети и устройства
телекоммуникаций

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Санкт-Петербург

2005

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича.

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор Б.С. Гольдштейн.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор А.Е. Кучерявый;

кандидат технических наук,
доцент Ю.В. Юркин.

Ведущая организация – ОАО «ГИПРОСВЯЗЬ СПб», Санкт-Петербург.

Защита состоится «___» _____ 2005 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета _____ при Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича по адресу: 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 61.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Отзыв об автореферате в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направлять по вышеуказанному адресу на имя ученого секретаря диссертационного Совета.

Автореферат разослан «___» _____ 2005 г.

Ученый секретарь диссертационного Совета,
кандидат технических наук,
доцент

В.Х. Харитонов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Телекоммуникационные технологии в последние годы переживают значительные перемены, связанные с конвергенцией сетей и услуг связи и появлением концепции сетей связи следующего поколения NGN (Next Generation Network). Основное назначение NGN - предоставление широкого спектра современных услуг связи, которые получили название инфокоммуникационные услуги. Именно возможности реализации новых инфокоммуникационных услуг вызвали бурное развитие технологий, которое наблюдается сегодня.

В процессе создания сетей NGN на первое место выходят вопросы качества предоставления инфокоммуникационных услуг. При этом сегодня пока еще отсутствуют исследования характеристик предоставления этих услуг, выполненные на таком же уровне, как это было сделано для дополнительных услуг цифровых АТС или для услуг интеллектуальной сети в ТфОП, т.е. на уровне достаточном для анализа и синтеза, что и обуславливает актуальность диссертационной работы.

Цель работы и задачи исследования. Целью работы является исследование вероятностно-временных характеристик (VBX) организации инфокоммуникационных услуг в сетях NGN и разработка методов и алгоритмов построения узлов услуг для NGN.

Основными задачами диссертационной работы являются:

- выбор критериев оценки качества инфокоммуникационных услуг в сетях NGN;
- построение формализованного описания объекта исследования – узла услуг NGN, отвечающего за предоставление инфокоммуникационных услуг;
- разработка структурно-функциональной модели узла услуг NGN;
- разработка аналитической модели подсистем узла услуг NGN;
- анализ результатов расчета узла услуг NGN;
- разработка методов оценки качества предоставления инфокоммуникационных услуг на основе аналитической модели узла услуг NGN;
- разработка обобщенного алгоритма расчета VBX при проектировании сети NGN на основе исходных данных и критериев качества инфокоммуникационных услуг;
- экспериментальная проверка полученных результатов.

Состояние вопроса. Сети NGN в настоящее время рассматриваются во многих работах, включая монографии (Кох Р., Яновский Г.Г. Эволюция и конвергенция в электросвязи. М.: Радио и связь, 2001; Кучерявый А.Е. и др. Пакетная сеть связи общего пользования. СПб.: Наука и техника, 2004), многочисленные статьи в научно-технических журналах и доклады на конференциях. Несмотря на обилие публикаций по NGN, среди них пока еще практически отсутствуют аналитические исследования, направленные на изучение базовых аспектов расчета VBX инфокоммуникационных услуг в сетях

NGN. Диссертационная работа направлена на то, чтобы частично заполнить этот пробел.

Личный вклад. Все результаты, составляющие содержание диссертации, получены автором лично. В работах [3,4,17], написанных в соавторстве с коллегами, автору принадлежат материалы, посвященные предоставлению услуг в сетях NGN, в методическом пособии [11] – главы 5-8, посвященные применению протокола SIP, в справочнике [18] – главы 15-16. Кроме того, в главе 4 диссертации использован опыт коллективной разработки мультисервисного абонентского концентратора МАК и программного коммутатора доступа МКД, выполненной при участии автора и реализующей на практике некоторые сформулированные в диссертации подходы к анализу реализации инфокоммуникационных услуг в NGN.

Научная новизна работы состоит в формализованном описании механизма предоставления инфокоммуникационных услуг в современных сетях связи, в выборе критериев качества предоставления услуг, а также в разработке новой модели узла услуг NGN, позволяющей выбрать оптимальную архитектуру сети NGN на основе заданных критериев качества.

Практическая ценность и реализация результатов. Полученные формулы, методы и алгоритмы могут быть использованы при проектировании узлов услуг для сетей NGN с учетом заданных критериев качества услуг. Результаты работы могут быть использованы научно-исследовательскими, проектными и эксплуатационными организациями при создании проектной документации, а также при решении задач улучшения характеристик существующих сетей NGN. Внедрение результатов диссертационной работы подтверждается соответствующими актами.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на шестой ежегодной международной конференции, Москва, 2002; 57-й научной сессии, посвященной Дню радио, МТУСИ, 2002, 2-ой Международной конференции «Состояние и перспективы развития Интернет в России» Ассоциации Документальной Электросвязи, Москва, 2003; семинаре-совещании «Сотрудничество и конкуренция операторов связи в современных рыночных условиях», Москва, 2002г.; научно-технических конференциях СПбГУТ 2001 – 2005 гг.

Публикации. Материалы, отражающие основное содержание и результаты диссертационной работы опубликованы в материалах научно-технических конференций, форумов и журналах отрасли – всего 18 работ.

Объем и структура работы. Диссертационная работа содержит введение, 4 главы, заключение и список литературы. Объем пояснительной записки - 141 страниц, иллюстраций - 45, список литературы насчитывает 128 наименований. В качестве приложений приведены акты о внедрении результатов диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, перечислены основные научные результаты диссертации, определены практическая ценность и область

применения результатов, приведены сведения об апробации работы, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В главе 1 проводится анализ тенденций развития телекоммуникационных сетей с точки зрения предоставления услуг, содержится перечень критериев качества дополнительных услуг АТС, услуг интеллектуальной сети, а также обосновывается выбор критериев для инфокоммуникационных услуг в сетях NGN. Кроме того, приводится архитектура сети NGN, используемая в диссертационной работе для исследования реализаций инфокоммуникационных услуг.

В работе инфокоммуникационная услуга определяется как совокупность функциональных возможностей, предоставляемых пользователю операторами связи и поставщиками информационных ресурсов. Важно отметить, что инфокоммуникационные услуги в полном объеме предоставляются мультисервисными сетями, использующими технологию коммутации пакетов и дающими пользователям возможность широкополосного доступа к телекоммуникационным и информационным ресурсам. При этом услуга NGN представляет собой инфокоммуникационную услугу, реализованную в сети NGN.

Наиболее похожей на сеть NGN по функциональным возможностям, архитектурному построению и предоставляемым услугам является интеллектуальная сеть. На сегодня известно большое количество исследовательских работ по интеллектуальным сетям, среди которых наиболее полной и глубокой является работа EURESCOM «Methods and specifications for tools to dimension intelligent networks. Deliverable 2: IN Service Model and Traffic Performance Analysis, Volume 1 of 2: Main Part», March 1995. В диссертации развиты некоторые ее результаты, а именно уточнен перечень критериев качества инфокоммуникационных услуг и расширены методы анализа ВВХ услуг с учетом их разнообразия и особенностей.

В качестве исследуемой архитектуры сети NGN в диссертационной работе используется обобщенная модель, основанная на спецификациях организаций ИТУ-Т, ETSI и форума MSF (Multiservice Switching Forum).

Модель сети NGN, с точки зрения ее функционального построения, может быть представлена четырьмя уровнями:

- приложений;
- управления услугами;
- транспортный;
- доступа.

На основе анализа архитектуры NGN показано, что предоставление услуг в таких сетях базируется на новых принципах, что требует проработать вопросы, связанные с формализованным описанием и систематизацией услуг NGN, разработать модели предоставления инфокоммуникационных услуг в NGN и провести их аналитическое исследование.

В общем случае, качество услуг зависит от всех уровней сети, поэтому можно записать функционал для качества услуги NGN в следующем виде:

$$QoS_услуги_NGN = F [\{уровень доступа\} \{транспортный уровень\} \{уровень управления услугами\} \{приложения\}]$$

Полный анализ качества услуги NGN должен предусматривать анализ параметров сквозного качества (end-to-end QoS). В качестве примеров таких параметров можно привести сквозную задержку ответа сети на запрос услуги Te-e и сквозную вероятность блокировки услуги Pe-e (Рис. 1).

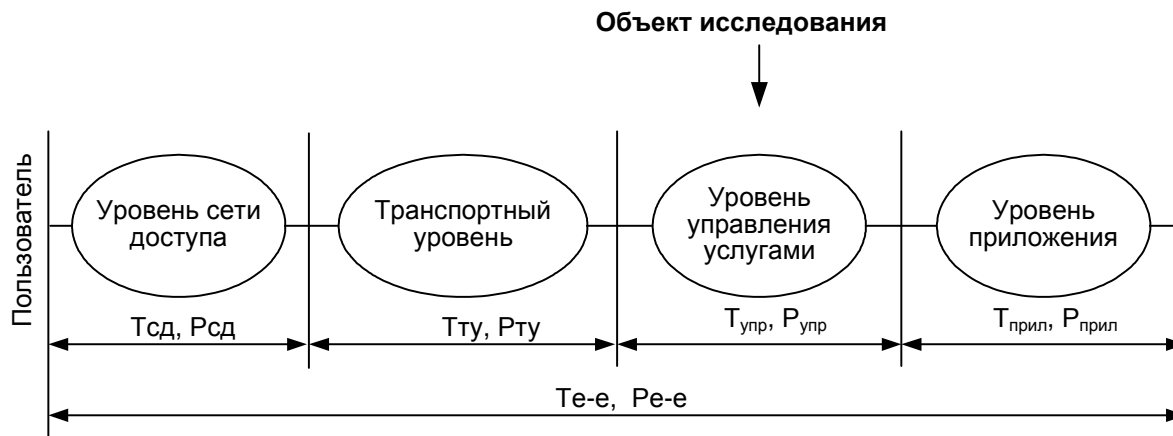


Рис. 1. Сквозное качество услуги

Объектом исследования в диссертационной работе является именно узел услуг, реализуемый в составе программного коммутатора – Softswitch (в дальнейшем SSW). Это вызвано следующими причинами:

вопросы качества обслуживания в сетях доступа и транспортных сетях уже достаточно исследованы, а модели узлов NGN практически не изучены;

за предоставление инфокоммуникационных услуг, в основном, отвечает узел услуг, находящийся на уровне управления услугами и представляющий собой Softswitch, поэтому как раз от Softswitch в большей степени зависит качество услуг.

Во **главе 2** разрабатывается функциональная, а на ее основе аналитическая модель узла услуг NGN, и проводится анализ ВВХ услуг NGN.

На рис. 2 показана функциональная модель инфокоммуникационных услуг NGN. Компоненты услуг (телефония, передача данных и видео) реализуются на базе единой архитектуры мультисервисной сети.

Для инфокоммуникационных услуг, которые исследуются в диссертационной работе, из множества разных ВВХ, выбраны две группы:

параметры задержек – величина ее вариации;

вероятность отказа в предоставлении услуги.

Функциональная и аналитическая модель для анализа ВВХ услуг интеллектуальной сети была предложена в работе [Kryvinska N. Queuing System Models for Performance Analysis of Intelligent Networks. Institute of Communication Networks. Vienna University of Technology. Vienna, Austria, 2003]. В качестве модели использовалась система массового обслуживания М/М/1/К/К, в которой вызовы от К устройств доступа (SSP/транспортные

шлюзы) поступают на единый сервер (SCP/Softswitch). Для этой модели ВВХ рассчитываются по хорошо известным соотношениям:

задержка обработки запросов по формуле:

$$T = (K/\mu)/(I - P_3) - \lambda, \quad (1)$$

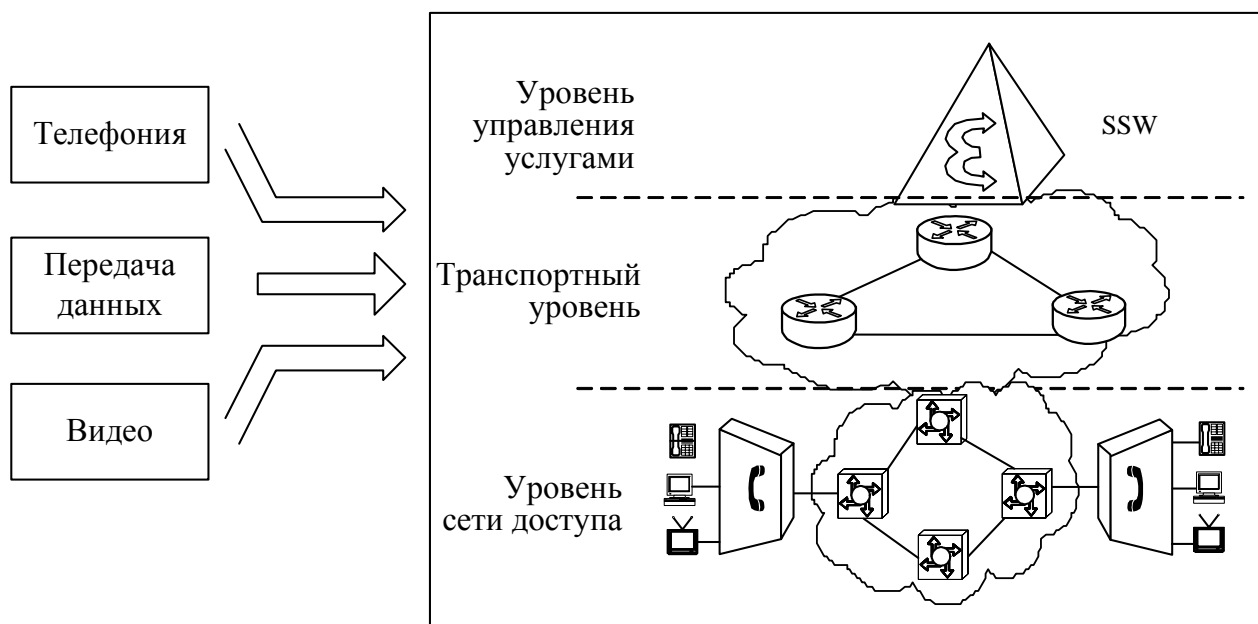


Рис. 2. Функциональная модель узла услуг NGN

а вероятность вероятности отказа в предоставлении услуги - по формуле:

$$P_3 = 1 - \frac{1}{\sum_{i=0}^K \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \frac{K!}{(K-i)!}} \quad (2)$$

Анализ процессов, происходящих в SSW, лучше начать с разбиения его на несколько стадий. На первой стадии моделируется процесс поступления к Softswitch заявок на предоставление инфокоммуникационных услуг. Для этого в диссертационной работе предлагается нетривиальное расширение предложенной выше модели для анализа ВВХ услуг в сетях NGN с учетом большого количества разнотипных услуг, а также распределенной обработки запросов. Наиболее точным, удобным и оптимальным с точки зрения дальнейшего анализа является представление узла услуг (SSW) в виде компьютерной системы с программным обеспечением, реализующим протоколы INAP, CAP, SIP/SIP-T и т.д. Запросы услуг обрабатываются разным числом серверов, входящих в состав SSW. Этот метод уже достаточно давно используется на практике и описан многими исследователями. Первые аналитические модели для такого представления SSW приведены в монографии Х. Кобаяши, «Modeling and analysis. An introduction to System Performance Evaluation Methodology», IBM Corporation, 1978. Эти модели основаны на анализе сети очередей. Представим сеть очередей, состоящую из M отдельных обслуживающих станций (серверов) $1, 2, \dots, M$, каждая из которых имеет свою собственную очередь. Закрытая сеть очередей описывается графом $G = (V, E)$, где $V = \{1, 2, \dots, M\}$ - это набор узлов, представляющих M обслуживающих

станций (включая очереди), и $E = V * V$ -это набор граней, соединяющих станции. Количество одновременных запросов в SSW равно N .

Для отображения в математической модели требований к анализу разнотипных услуг вводятся следующие характеристики серверов: среднее число посещений i -того сервера одним запросом e_i (запросов/вызов), среднее время обработки одного запроса i -тым сервером S_i (с), среднее время обработки одного запроса i -тым сервером $e_i * S_i = W_i$ (с).

Для расчета ВВХ услуг на основе такой модели получены следующие выражения. Коэффициент использования i -того сервера при числе серверов, равном M :

$$\rho_i = \tau_i \frac{\Psi(N-1, M)}{\Psi(N, M)}, \quad i = 1, 2, \dots, M. \quad (3)$$

Член $\Psi(N, M)$ - это нормализующая константа, которая выражается формулой

$$\Psi(N, M) = \sum_{n \in F(N)} \prod_{i=1}^M \frac{\bar{W}_i^{n_i}}{\Gamma_i(n_i)},$$

где суммирование производится по набору допустимых состояний, определяемых записью:

$$F(N) = \left\{ n \mid n_i \geq 0 \text{ для всех } i = 1, 2, \dots, M \text{ и } \sum_{i=1}^M n_i = N \right\}$$

Производительность λ_i , сервера i - это среднее число запросов, обслуживаемых в единицу времени; она определяется выражением:

$$\lambda_i = \frac{\Psi(N-1, M) e_i}{\Psi(N, M)}, \quad i = 1, 2, \dots, M \quad (4)$$

Среднее значение n_i -запросов, находящихся на обслуживании в i сервере:

$$\bar{n}_i = \frac{1}{\Psi(N, M)} \sum_{n=1}^N \Psi(N-n, M) \tau_i^n.$$

где

$$\tau_i = e_i / \mu_i, \quad \text{для всех } i = 1, 2, \dots, M$$

На основании полученных выражений можно рассчитать ВВХ узла услуг NGN (SSW) в виде задержки ответа сети при обработке запросов предоставления инфокоммуникационных услуг и вероятности отказа в предоставлении услуги для определенного набора услуг и заданных характеристик SSW.

Аналитические модели, полученные в диссертации, могут быть использованы при проектировании сетей NGN.

Зависимость числа шлюзов K от времени ответа сети $T_{омв}$, вероятности отказа в предоставлении услуги P_3 и числа одновременно обслуживаемых запросов N в SSW рассчитывается с помощью следующего соотношения:

$$K = \mu(N) (T_{омв} + 1/\lambda) (1 - P_3),$$

которое может использоваться при расчете оптимального количества шлюзов для заданных значений времени ответа сети.

В работе исследована вероятность отказа в предоставлении услуги. На основании формулы (2) построены графики (рис. 3) зависимости вероятности отказа в предоставлении услуги P_3 от интенсивности поступления заявок λ и от числа шлюзов доступа K при определенном числе обслуживаемых запросов. Кроме того, на этом графике показана допустимая вероятность отказа в предоставлении услуги, на основании которой можно выбрать оптимальное число шлюзов доступа.

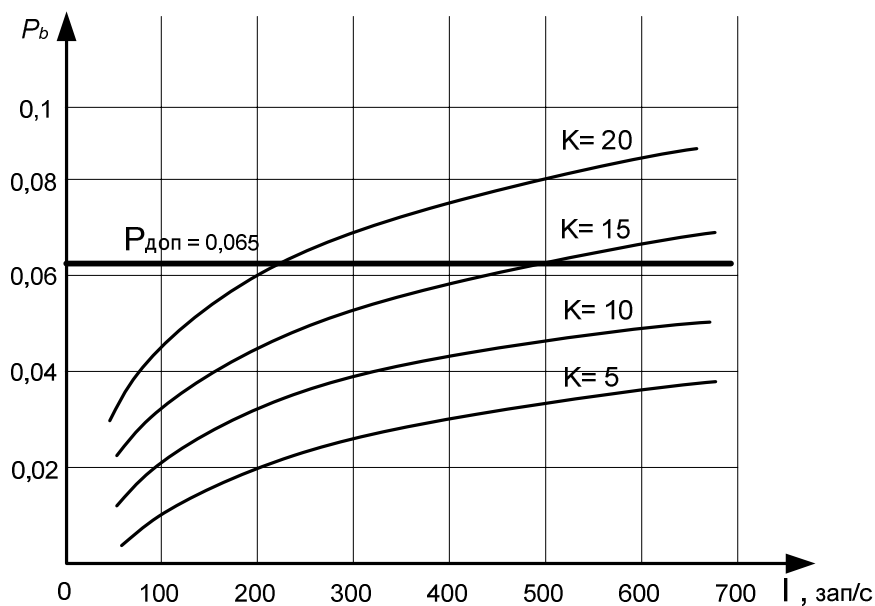


Рис. 3. Вероятность отказа в предоставлении услуги P_3

В главе 3 исследуется подсистема сигнализации SSW. Там же построена функциональная и аналитическая модель сигнального стека протоколов для узла услуг NGN на базе протокола SIP, а также разработан алгоритм расчета BBX подсистемы сигнализации.

Полученная в главе 2 модель позволяет оценить задержки, возникающие в SSW при запросах предоставления инфокоммуникационных услуг. Однако в реальности каждый запрос вызывает обмен несколькими сигнальными сообщениями между узлами сети NGN. Причина этого в том, что при выполнении логики услуги требуется взаимодействие разных сетевых элементов, которое реализуется путем обмена сигнальными сообщениями. Таким образом, полное исследование BBX инфокоммуникационных услуг невозможно произвести без анализа BBX сигнальной сети. Подобный подход применялся при анализе услуг в интеллектуальных сетях, где в качестве протокола сигнализации используется IN AP.

Для исследования процессов поступления сигнальных сообщений протоколов 3G рассмотрим аналогичные процессы в сетях 2G на примере системы сигнализации OKC7. Такое допущение возможно благодаря аналогии в

процессах установления соединений с помощью сигнализации того и другого типа. Доказательства этого утверждения приводятся в главе 3 диссертационной работы. В рекомендациях Международного союза электросвязи, посвященных анализу сигнального трафика ОКС7, для моделирования сигнальной нагрузки использовалась модель M/G/1. В диссертации разработана аналитическая модель подсистемы сигнализации узла услуг NGN.

В качестве основного протокола управления соединениями в сетях NGN выбран протокол SIP, что показано в большом количестве работ. Поэтому в диссертационной работе исследование подсистемы сигнализации тоже основано на рассмотрении этого протокола. SIP представляет собой клиент-ориентированный протокол с сообщениями типа запрос-ответ. В качестве транспорта, как правило, используется протокол UDP (хотя может применяться и протокол TCP). Вначале протокол SIP не гарантировал доставку сообщений. Позднее был разработан механизм для решения этой проблемы. В общем виде для моделирования подсистемы сигнализации узла услуг NGN наиболее точно подходит модель с неэкспоненциальным распределением времени поступления сообщений, подобным распределению GE (Generalized Exponential) (модель G/G/1) с R классами приоритетов, возобновлением прерванного обслуживания и дисциплиной с приоритетами, не прерывающими обслуживания. Оно может использоваться для представления пульсирующего трафика. Следовательно, систему G/G/1 можно применить для описания трафика данных между SSW, такого как медиа-поток со значительными всплесками нагрузки. Однако в диссертационной работе исследуется только сигнальный трафик, а не трафик данных. В сигнальном трафике таких всплесков не наблюдается. Это значит, что система сигнализации SIP обладает свойствами пуассоновского процесса.

Сообщения, поступающие к SSW, делятся на:

тип 1 - сигнальные сообщения с гарантией доставки. Имеют самый высокий приоритет. Поступают с интенсивностью λ_1 , функция распределения времени обслуживания $H_1(x) = P(T_1 \leq x)$, где T_1 - время обслуживания сообщения с гарантией доставки;

тип 2 - Сигнальные сообщения без гарантии доставки. Имеют более низкий приоритет по сравнению с сообщениями без гарантии доставки. Поступают с интенсивностью λ_2 , функция распределения времени обслуживания $H_2(x) = P(T_2 \leq x)$, где T_2 - время обслуживания сообщения без гарантии доставки;

тип 0 - заполняющие сигнальные сообщения, которые посылаются в отсутствие сообщений типа 1 и 2. Такими сообщениями могут быть сообщения поддержания TCP-соединения или специальные сообщения, подобные FISU в сигнализации ОКС7, но в отличие от FISU, они нужны не для поддержания синхронизации, а для сохранения логической связи между узлами сети при отсутствии активных соединений. Функция распределения времени обслуживания $H_0(x) = P(T_0 \leq x)$, где T_0 - время обслуживания заполняющих сообщений.

Таким образом, в качестве модели подсистемы сигнализации узла услуг NGN используется модель с двумя типами приоритетов без прерывания обслуживания.

Пусть L_1 и L_2 представляют собой среднее число сообщений с гарантией доставки и без гарантии доставки в системе (т.е. средний размер очереди в момент ухода из системы), соответственно, тогда

$$L_1 = \frac{\lambda_1 h_0 + \left\langle 1 - \rho_2 / (1 - \rho_1) \lambda_1^2 h_0^{(2)} / 2 + \lambda_1^2 h_0 (\lambda_1 h_0^{(2)} + \lambda_2 h_2^2) / 2 (1 - \rho_1) \right\rangle}{1 - (\lambda_1 + \lambda_2) h_0 - \rho_1 - \rho_2}, \quad (5)$$

$$L_2 = \frac{\lambda_2 h_0 + \left\{ \lambda_1 + \lambda_2 + \frac{\lambda_1 (1 - \rho_1 - \rho_2)}{2(1 - \rho_1)} \frac{\lambda_2 h_0^2 + \lambda_2 h_0 (\lambda_1 h_1^{(2)} + \lambda_2 h_2^{(2)})}{(1 - \rho_1 - \rho_2)} \right\}}{1 - (\lambda_1 + \lambda_2) h_0 - \rho_1 - \rho_2}. \quad (6)$$

Для получения среднего размера очереди воспользуемся свойствами полумарковского процесса. На основании теоремы Фабена получаем

$$\hat{L}_1 = \rho_1 + \frac{h_0 \lambda_1 (1 - \rho_1 - \rho_2)}{2(1 - \rho_1)} + \frac{\lambda_1 (\lambda_1 h_1^{(2)} + \lambda_2 h_2^{(2)})}{2(1 - \rho_1)}, \quad (7)$$

$$\hat{L}_2 = \rho_2 + \frac{h_0 \lambda_2}{2(1 - \rho_1)} + \frac{\lambda_2 (\lambda_1 h_1^{(2)} + \lambda_2 h_2^{(2)})}{2(1 - \rho_1)(1 - \rho_1 - \rho_2)}. \quad (8)$$

Пусть W_1 и W_2 обозначают среднюю задержку сообщений с гарантией и без гарантии доставки, соответственно, а σ_1^2 и σ_2^2 представляют вариацию задержки сообщений с гарантией и без гарантии доставки, соответственно. Тогда:

$$W_1 = \frac{h_0 (1 - \rho_1 - \rho_2) + \lambda_1 h_1^{(2)} + \lambda_2 h_2^{(2)}}{2 - (1 - \rho_1)}, \quad (9)$$

$$W_2 = \frac{h_0}{2(1 - \rho_1)} + \frac{\lambda_1 h_1^{(2)} + \lambda_2 h_2^{(2)}}{2(1 - \rho_1)(1 - \rho_1 - \rho_2)}. \quad (10)$$

$$\sigma_1^2 = \frac{h_0^2}{12} + \frac{\rho_2 h_0^2 - 3\lambda_2 h_0 h_2^{(2)} + 2\lambda_1 h_1^{(3)} + 2\lambda_2 h_2^{(3)}}{6(1 - \rho_1)} + \frac{6\lambda_2 \rho_2 h_0 h_2^{(2)} - 3\rho_2^2 h_0^2 + 3\lambda_1^2 \{h_1^{(2)}\}^2 - 3\lambda_2^2 \{h_2^{(2)}\}^2}{12(1 - \rho_1)^2}, \quad (11)$$

$$\sigma_2^2 = \left(\frac{1}{1 - \rho_1} \right)^2 \left[\frac{h_0^2}{12} + \frac{\lambda_1 h_0 h_1^{(2)}}{2(1 - \rho_1)} + \frac{\lambda_1 h_1^{(3)} + \lambda_2 h_2^{(3)}}{3(1 - \rho_1 - \rho_2)} + \frac{[3\lambda_1 h_1^{(2)} + \lambda_2 h_2^{(2)}][\lambda_1 h_1^{(2)} + \lambda_2 h_2^{(2)}]}{4(1 - \rho_1 - \rho_2)^2} - \frac{\lambda_1 h_1^{(2)} \rho_2 [\lambda_1 h_1^{(2)} + \lambda_2 h_2^{(2)}]}{2(1 - \rho_1)(1 - \rho_1 - \rho_2)^2} \right]. \quad (12)$$

На основе полученной математической модели можно рассчитать средний размер очереди, среднюю задержку и вариацию задержки для сообщений с гарантией доставки и без гарантии доставки.

Проектирование сетей связи следующего поколения требует решения инженерных задач, позволяющих оценить объем оборудования, требуемую пропускную способность сети и другие технические параметры на основе исходных данных о количестве услуг, количестве пользователей и др. Проектирование сети заключается в проектировании всех её частей: сети доступа, транспортной сети, уровня управления и уровня контента.

В главе 4 приведен обобщенный алгоритм вычисления BVX SSW , который может быть использован в инженерных расчетах узла услуг NGN. Алгоритм опробован при построении мультисервисной сети ЗАО «НТЦ ПРОТЕЙ» в ОАО «Ленсвязь», выполненном при участии автора, что отражено в соответствующем акте внедрения. Приведено исследование процессов поступления сигнального трафика на узел услуг для реальной сети. Показано место разработанных в диссертации моделей и методов в процессе перехода к сетям связи следующего поколения.

Проектирование сетей NGN ставит перед специалистами задачи, схожие с задачами, которые возникали при проектировании интеллектуальных сетей. Среди основных задач можно назвать оценку качества предоставления услуг с учетом заданных для конкретной сети критериев и выбор для этой сети оптимальной архитектуры, которая удовлетворяла бы этим критериям.

В диссертационной работе разработан обобщенный алгоритм расчета BVX SSW на основании исходных данных и критериев качества Инфокоммуникационных услуг (рис. 4).

1. Получение исходных данных для проектирования: количество пользователей, интенсивность поступления от них запросов, максимальная вероятность отказа в предоставлении услуги, максимальная задержка ответа сети, перечень и характеристики услуг, количество одновременных вызовов. Характеристики услуг представляют собой значения параметров e_i , S_i и являются числовым представлением алгоритма работы услуг.

2. Построение на основе перечня и характеристик услуг структурно-функциональной модели SSW , которая в дальнейшем будет анализироваться.

3. Вычисление на основании соотношений (1-4) коэффициента загруженности, производительности серверов, задержки ответа сети, вероятности блокировки запроса-услуги и производительности Softswitch для имеющихся исходных данных.

4. Сравнение значений задержки ответа сети и вероятности блокировки запроса услуги с пороговыми значениями, которые задаются на основе требований к сети.

5. Корректировка исходных данных в случае, если значения, полученные в результате расчета, выше пороговых. Для улучшения характеристик может быть уменьшено количество обслуживаемых пользователей или скорректирован набор услуг (например, уменьшено их количество). Затем снова повторяются шаги 3, 4.

6. Переход к расчету BVX подсистемы сигнализации, если значения, полученные на шаге 3 или 5, ниже пороговых.

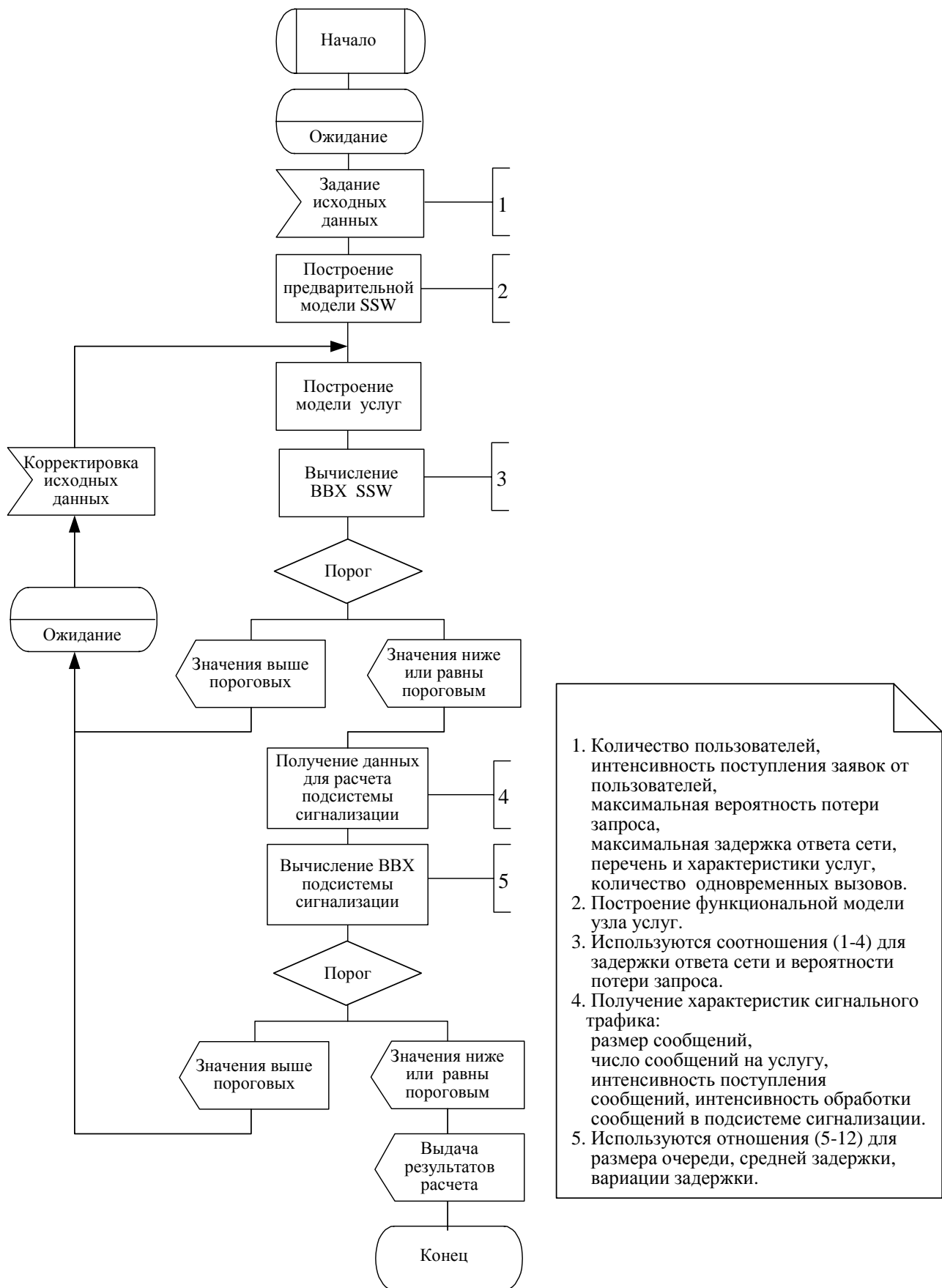


Рис. 4. Обобщенный алгоритм расчета BBX SSW

7. С использованием данных, полученных на шаге 1 и 3, выводятся новые исходные данные для расчета подсистемы сигнализации: размер сообщений,

число сообщений на услугу, интенсивность поступления сообщений, интенсивность обработки сообщений в подсистеме сигнализации.

8. На основании соотношений (5-12) производится расчет ВВХ подсистемы сигнализации: средний размер очереди, средняя задержка и вариация задержки сообщений.

9. Если значения, полученные в результате расчета, выше пороговых, исходные данные корректируются. Для улучшения характеристик может быть уменьшено количество обслуживаемых пользователей или скорректирован набор услуг. Затем снова повторяются шаги 3-8.

10. Если значения, полученные в результате расчета, ниже пороговых, заказчику передаются результаты расчета и рекомендации по построению сети.

Результаты, полученные в диссертационной работе, позволяют рассчитать требующиеся количество транспортных шлюзов, производительность Softswitch и производительность подсистемы сигнализации на основе следующих исходных данных: количество пользователей, перечень предоставляемых услуг и критерии качества услуг.

В заключении представлены следующие основные результаты диссертационной работы:

1. Выбраны критерии оценки качества инфокоммуникационных услуг в сетях NGN;

2. Предложено формализованное описание узла услуг NGN, отвечающего за предоставление инфокоммуникационных услуг;

3. Построена структурно-функциональная модель узла услуг NGN;

4. Разработана аналитическая модель подсистем узла услуг NGN;

5. Предложены методы оценки качества предоставления инфокоммуникационных услуг на основе полученной аналитической модели узла услуг NGN;

6. Разработан обобщенный алгоритм расчета ВВХ на основе исходных данных и критериев качества инфокоммуникационных услуг при проектировании сети NGN;

7. Проверены экспериментально полученные результаты при проектировании реальной сети-NGN.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. *Саморезов В.В.* Построение сетей IP-телефонии на базе протокола SIP // 55-я СНТК: тез. докл./СПбГУТ. СПб, 2001. С. 13

2. *Саморезов В.В.* Реализация протокола INAP-R для услуг первой очереди внедрения // Компьютерная телефония. 2002. № 4. С. 21-22.

3. *Саморезов В.В.* и др. Программные коммутаторы и современные ТфОП // Технологии и средства связи. 2002. № 2. С. 96-99.

4. *Саморезов В.В., Суховицкий А.Л.* Технологические аспекты построения мультисервисной транзитной сети для операторов мобильной связи // Мобильные системы. 2002. № 7. С. 12-14.

5. *Саморезов В.В.* О реализации интеллектуальных сетей в МРК // Вестник связи. 2002. № 12. С. 40-44.

6. Саморезов В.В. Организация услуг IP-телефонии поставщиками услуг Интернет // Электросвязь. 2002. №2. С. 10-12.

7. Саморезов В.В. Исследование возможности использования протокола SIP для предоставления современных услуг связи // 54-я НТК: тез. докл. / СПбГУТ. СПб, 2002. С. 12.

8. Саморезов В.В. Построение мультисервисной транзитной сети для операторов мобильной связи // 57-я научная сессия, посвященная Дню радио: тез. докл. / РНТОРЭС им. А.С. Попова. М., 2002. С. 54-56.

9. Саморезов В.В. Предоставление интеллектуальных Инфокоммуникационных услуг операторами связи в современных рыночных условиях // Семинар-совещание «Сотрудничество и конкуренция операторов связи в современных рыночных условиях»: тез. докл. М., 2002. С. 25-26.

10. Саморезов В.В. Профессиональные биллинговые системы для поставщиков услуг IP-телефонии и Интернет // 2-я МК «Состояние и перспективы развития Интернет в России»: тез. докл. М., 2002. С. 30-31.

П. Саморезов В.В., Гольдштейн А.Б. IP-телефония: методические рекомендации к лабораторным работам (спец. 200900) / СПбГУТ. СПб, 2003.

12. Саморезов В.В. Единство и борьба противоположностей: узел услуг для конвергированных сетей // Вестник связи. 2003. № 3. С.66-68.

13. Саморезов В.В. Интеллектуальные сети связи. Использование внешних SSP: методические рекомендации к лабораторным работам и практическим занятиям (спец. 200900) / СПбГУТ. СПб, 2003.

14. Саморезов В.В. Развитие систем предоставления Инфокоммуникационных услуг // ИнформКурьерСвязь. 2003. № 5. С. 62-66.

15. Саморезов В.В. Использование программных коммутаторов класса 5 и мультисервисного доступа для модернизации сетей связи // 8-я МК «Развитие телекоммуникаций в России»: тез. докл. Сочи, 2005. С. 44-45.

16. Саморезов В.В. Мультисервисный доступ: от теории к практике // Технологии и средства связи. 2005. № 2. С. 51-52.

17. Саморезов В.В., Гольдштейн А.Б. Softswitch: сегодня и в перспективе // Технологии и средства связи. 2005. № 2. С. 16-18.

18. Саморезов В.В., Гольдштейн Б.С., Зарубин А.А. Протокол SIP: спр-к. СПб: ВНУ-Санкт-Петербург, 2005.

Подписано в печать 10.08.05.

Тираж 80 экз. Объем 1 печ.л.

Заказ №10

Отпечатано в тип. СПбГУТ, 1911866 СПб, наб.р.Мойки, 61