

# О переходе к IP коммуникациям и задачах российских связистов

М.А. Шнепс-Шнеппе

**Аннотация**—Статья посвящена сравнению сетей коммутации каналов и коммутации пакетов. Рассматриваются практические аспекты перехода к “All-over-IP” для специальных потребителей. Анализируются имеющиеся решения, сформулированы задачи и рекомендации для телекоммуникационного сообщества.

**Ключевые слова**—IP, GIG, софтверич, телекоммуникации.

## I. ВВЕДЕНИЕ

В мире происходит смена парадигмы телекоммуникаций, происходит переход от традиционной коммутации каналов к коммутации пакетов, порожденной развитием Интернета. Сегодня идеалом единого мира телекоммуникаций и компьютеров выступает IP протокол. Этой парадигме пытается следовать и Ростелеком, провозглашая стратегию “All-over-IP”. Но такая стратегия означает продолжение строительства сетей связи средствами иностранных производителей изделий коммутации пакетов (например, Cisco, Juniper), что сомнительно с точки зрения безопасности страны. Другая стратегия заключается в выборе курса на импортозамещение, т.е. на развитие сетей связи собственными силами. Но и на этом пути связистов ожидают многие трудности, так как промышленность средств связи разрушена, а сети телекоммуникаций в последние 20 лет строились, в основном, на базе импортного оборудования.

Вспомним развитие сетей связи с точки зрения технологий. Каковы основные достижения российских связистов постсоветского периода? На ум, прежде всего, конечно, приходят мобильная связь и Интернет. Но следовало бы назвать систему телефонной сигнализации ОКС-7 (SS7), которая является связующим звеном интеллектуальной сети. Обратимся к статье Н. С. Мардера и А. С. Аджемова от 1997 г. [1]: «В настоящее время заканчивается реализация схемы опытной зоны внедрения. В рамках этой зоны по ОКС № 7 взаимодействует между собой следующее коммутационное оборудование: EWSD фирм Siemens и Iskratel, Alcatel 1000 S12 фирмы Alcatel Telecom, AXE-10 фирм Ericsson и Ericsson-Nikola Tesla, 5ESS фирмы Lucent Technologies, ODEX-100 фирмы Hanwha, Linea UT фирмы Italtel и др.» Эти станции были использованы

в качестве междугородных станций АМТС и узлов автоматической коммутации УАК на междугородной сети России.

Для построения интеллектуальной сети тоже были установлены АТС разных производителей: EWSD фирмы Siemens (в Москве), Alcatel S12 фирмы Alcatel (в Перми), платформы китайской фирмы Huawei. Установлены и отечественные платформы компаний Светец, Протей, Беркут и других, но им отводится второстепенная роль. По правилам построения интеллектуальной сети России создания требуется, чтобы все они работали по единому протоколу INAP-R, им не присваиваются права пункта сигнализации ОКС-7, что, на наш взгляд, не имеет достаточных оснований.

Если взять курс на импортозамещение, т.е. на развитие сетей связи собственными силами, то следует вернуться к тому состоянию знаний, которые были достигнуты ранее – лет 20 назад и развивать их далее. В данном случае такой точкой отсчета условно можно назвать систему ОКС-7. В России отставание от передового мирового уровня, конечно, большое, особенно по технике коммутации пакетов, где требуется мощная микроэлектроника. Но тем более стоит оценить перспективы коммутации каналов, особенно с учетом нужд спец-потребителей.

Цель настоящей статьи – изучить противоборство двух поколений техники связи: коммутации каналов и коммутации пакетов. Для этого воспользуемся новейшими методическими материалами по построению Глобальной информационной сети Пентагона – GIG (Global Information Grid) [2,3,4]. Сеть GIG представляет собой крупнейшую в мире ведомственную сеть, и разбор трудностей, которые выявляются при переходе от коммутации каналов к коммутации пакетов, на наш взгляд, может быть весьма поучительным.

В изложении материалов по GIG мы встретились с терминологическими трудностями. В этих документах идет речь об унифицированных (единых) сервисах (Unified Capabilities) для нужд армии США, из которых составляются новые услуги связи. Каждый сервис обеспечивает свой сервер (см. рис. 6), входящий в состав мультифункционального софтверича MFSS. На рис. 6 показано 16 серверов, которые обеспечивают сервисы реального времени (Real-Time Communications, RTC). На основе сервисов реального времени

Статья получена 20 ноября 2014.  
Шнепс-Шнеппе М.А. ЦНИИС, главный научный сотрудник, (email: sneps@mail.ru)

предлагается создать восемь услуг связи, что показано на рис. 7. В действительности новых услуг получается больше, так как ими можно пользоваться по отдельности или в разных комбинациях. Можно предположить, что в будущем подобные услуги придется ввести в российский «Законе о связи». Частные вопросы построения GIG изложены в наших статьях [5,6,7].

## II. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ GIG

Рисунок 1 иллюстрирует главную проблему, которая стоит перед строителями сети GIG: переход от коммутации каналов к коммутации пакетов. Сегодня основу GIG составляет коммутация каналов, точнее, стандарт SONET, по которому работают оптические кабели США, а информация кодируется согласно телефонному стандарту TDM (Time Division Multiplexing). По этой сети коммутации каналов работают основные военные сети связи Пентагона:

- 1) телефонная сеть DSN (Defense Switched Network),
- 2) закрытая коммутируемая сеть DRSN (Defense Red Switched Network),
- 3) сеть видеоконференцсвязи DVS (DISN VIDEO).

Кроме того, на рис. 1 указаны четыре закрытые сети JWICS, AFSCN, NIPRNet и SIPRNet:

- Объединённая глобальная сеть разведывательных коммуникаций (Joint Worldwide Intelligence Communications System, JWICS) — для передачи секретной информации по протоколам TCP/IP.
- Сеть управления спутниками AFSCN (Air Force Satellite Control Network),
- NIPRNet (Non-classified Internet Protocol Router Network) — сеть, используемая для обмена несекретной, но важной служебной информацией между «внутренними» пользователями,
- SIPRNet (Secret Internet Protocol Router Network) — система взаимосвязанных компьютерных сетей, используемых МО для передачи секретной информации по протоколам TCP/IP.

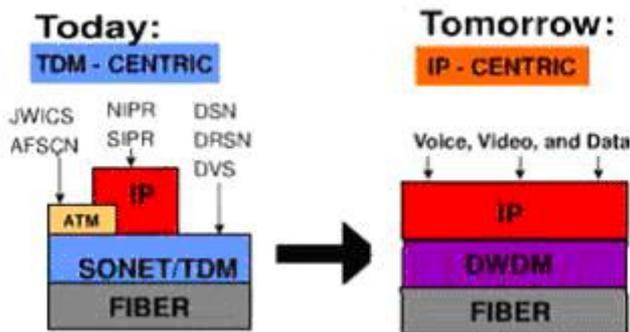


Рис. 1 Иллюстрация текущей проблемы GIG: как перейти от TDM сети к IP сети

Существующую в настоящее время инфраструктуру DISN (Defense Information Systems Network) показывает рис. 2. Сервисы DISN включают транспорт (оптические кабели, беспроводную и спутниковую связь, арендуемые средства), передачу данных, голос, видео, обмен сообщениями. Сюда также входят другие унифицированные (единые) сервисы, в том числе, справочные службы. На рис. 1 и 2 в качестве транспорта

указаны также пакетные коммутаторы ATM. Техника ATM в настоящее время больше не производится, так как не выдержала конкуренцию с протоколом IP.

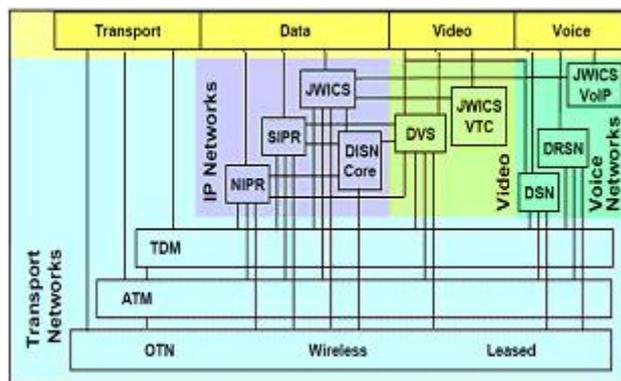


Рис.2 Существующая инфраструктура DISN [4].

Наиболее сложной частью существующей сети GIG является интеллектуальная сеть (Advanced Intelligent Network, AIN). Эту сеть стали строить после 1996 г. - согласно требованиям Программы развития вооружений МО США «Joint Vision 2010». Напомним, что перед выбором AIN как основы GIG сеть связи военного назначения строилась фрагментарно и подвергалась резкой критике. Сами же средства AIN к 1996 году имели длинную предысторию: они разработаны в Bell Laboratories, которые были ликвидированы уже в 1984 г. И вот сейчас – через 30 лет после разработки AIN перед строителями GIG встает вопрос: чем заменить AIN.

Связующим звеном сети AIN служит сеть сигнализации SS7 (рис. 3). Пользователями AIN могут быть как абоненты сети коммутации каналов, так и коммутации пакетов. Важная роль отводится интеллектуальной периферии (Intelligent Peripheral): в ее функции входит генерация тонов, распознавание голоса, сжатие речи и данных, распознавание номера и многое другое, включая тактические и стратегические сервисы по идентификации персонала.

За 15 лет строительства GIG сеть «обросла» множеством оборудования, что показывает рис. 4, и все это объединяет сеть SS7, которая, образно говоря, является нервной системой DISN. Рисунок 4 взят нами из документации по тестированию сети SS7 в составе DISN, что в 2011 году проводила компания Tekelec [8]. В центре схемы размещен блок SUT (System Under Test), это тестируемая сеть SS7. То есть на оборонной сети DSN соединения устанавливаются при помощи сигнализации SS7, а на периферии используются устройства любого типа. На сети появляются все новое оконечное оборудование, в значительной мере это IP средства, а сеть SS7 сохраняет свое центральное место. Устройства подключаются по любым протоколам: 4W – 4x проводной, ASLAN – засекреченная локальная сеть, ISDN BRI, VoIP – интернет-телефония, VTC – видеоконференцсвязь, proprietary – любой нестандартный протокол.

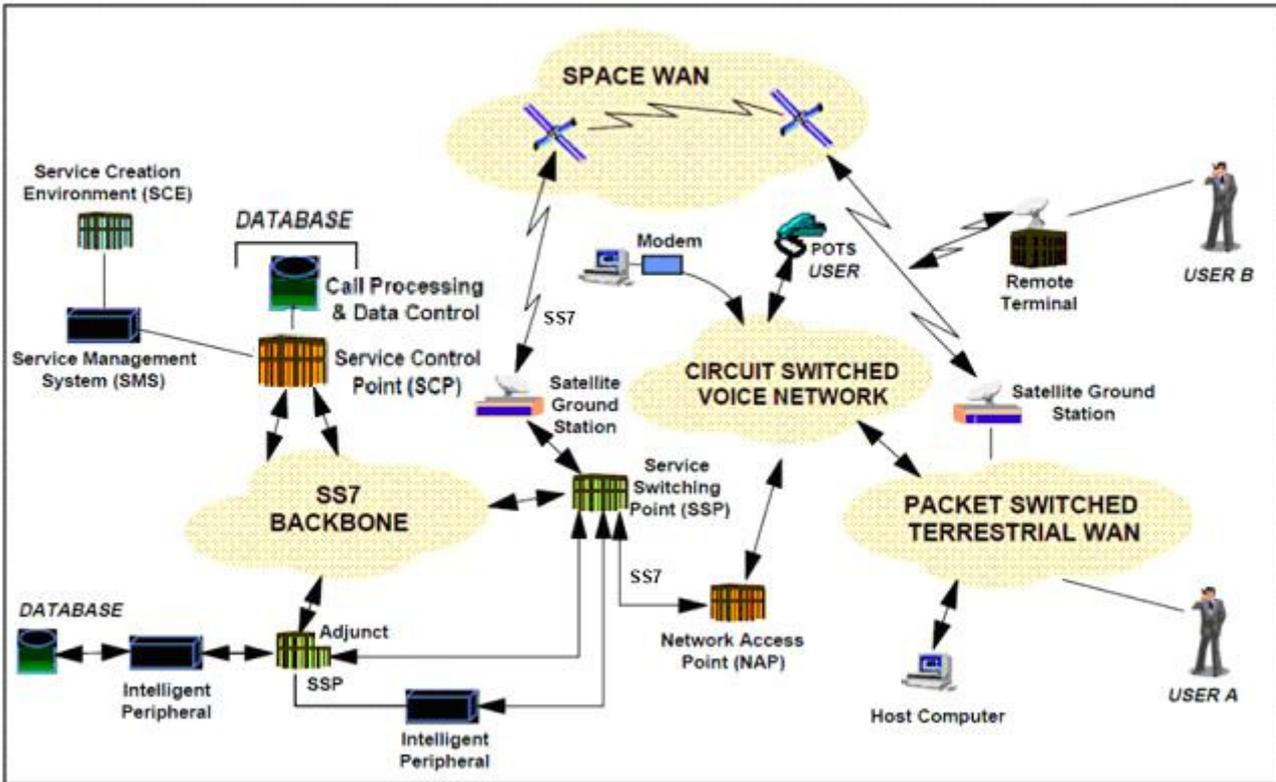
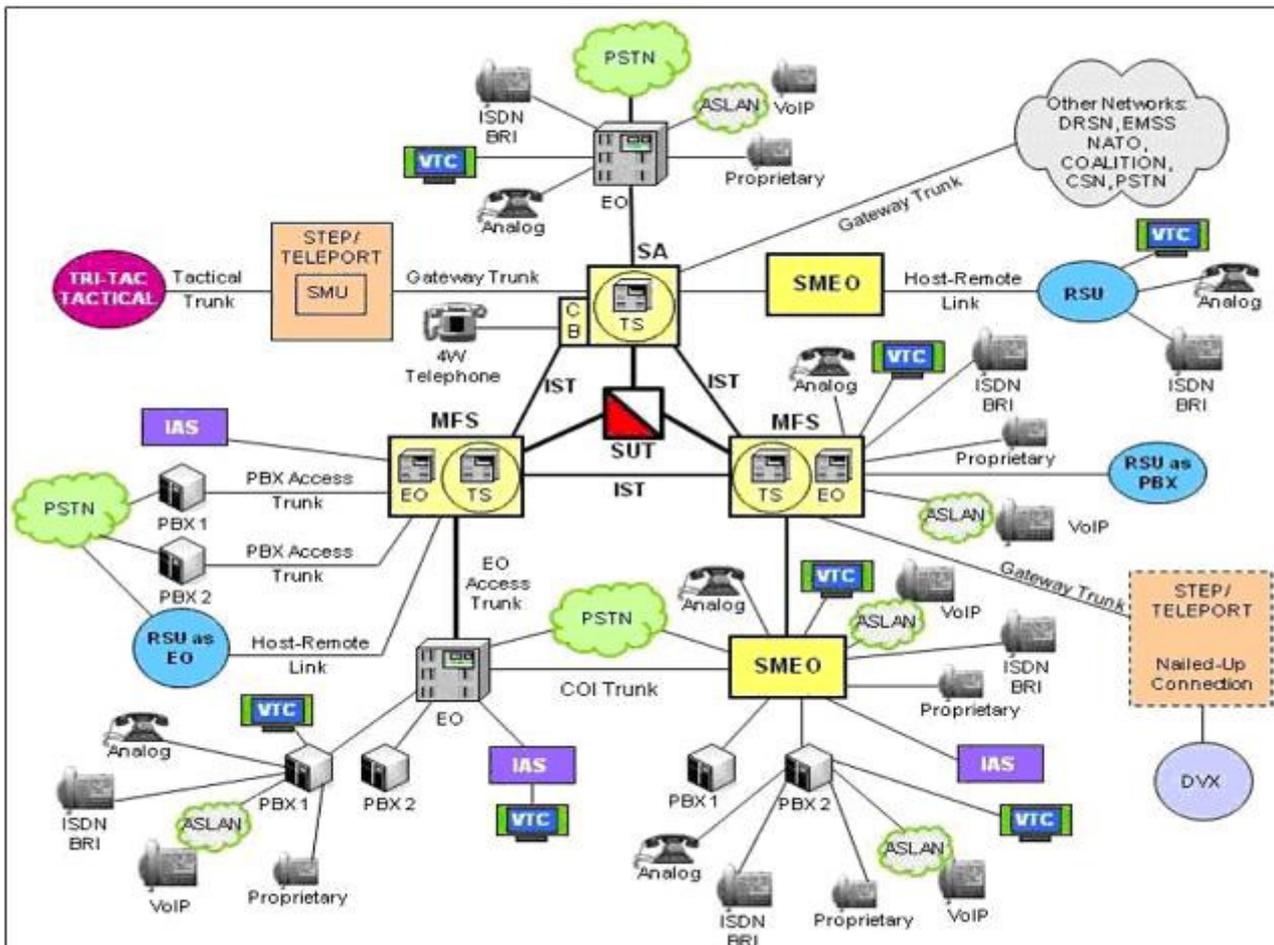


Рис. 3 Архитектура Advanced Intelligent Network (AIN).



4W	4-Wire	NATO	North Atlantic Treaty Organization
ASLAN	Assured Services Local Area Network	PBX	Private Branch Exchange
BRI	Basic Rate Interface	PBX 1	Private Branch Exchange 1
CB	Channel Bank	PBX 2	Private Branch Exchange 2
COI	Community of Interest	PSTN	Public Switched Telephone Network
CSN	Canadian Switch Network	RSU	Remote Switching Unit
DRSN	Defense Red Switch Network	SA	Standalone
DSN	Defense Switched Network	SMEO	Small End Office
DVX	Deployable Voice Exchange	SMU	Switched Multiplex Unit
EMSS	Enhanced Mobile Satellite System	STEP	Standardized Tactical Entry Point
EO	End Office	SUT	System Under Test
IAS	Integrated Access Switch	Tri-Tac	Tri-Service Tactical Communications Program
ISDN	Integrated Services Digital Network	TS	Tandem Switch
IST	Interswitch Trunk	VoIP	Voice over Internet Protocol
MFS	Multifunction Switch	VTC	Video Teleconferencing

Рис. 4. Архитектура DSN (Defence Switched Network).

### III НОВЕЙШАЯ КОНЦЕПЦИЯ GIG

Базовая архитектура унифицированных сервисов (Unified Capabilities Reference Architecture) [3] предлагает любому солдату и армейскому служащему богатый набор средств общения: e-mail, чат, голос, видео, поиск и многое другое, что доступно по единому адресу пользователя и в безопасной среде. Управление сеансом связи (Session Control) происходит по единому протоколу AS-SIP (Assured Service – Session Initiation Protocol). Сетевая архитектура унифицированных сервисов (рис. 5) использует широкополосную IP сеть

(wide area IP backbone network) и протокол MPLS (multiprotocol label switching protocol), что обеспечивает требуемое качество связи. Наряду с этим в настоящее время используется также традиционная технология SONET/TDM. Средства доступа содержат множество технологий: IP, LAN, PSTN/ISDN/TDM, Wi-Fi, DSL, спутники связи, медный кабель, оптоволокно, мобильная сеть 3G, WiMAX и LTE/4G. При использовании «старых» технологий PSTN/ISDN/TDM требуется устанавливать шлюзы стыковки с IP/MPLS сетью.

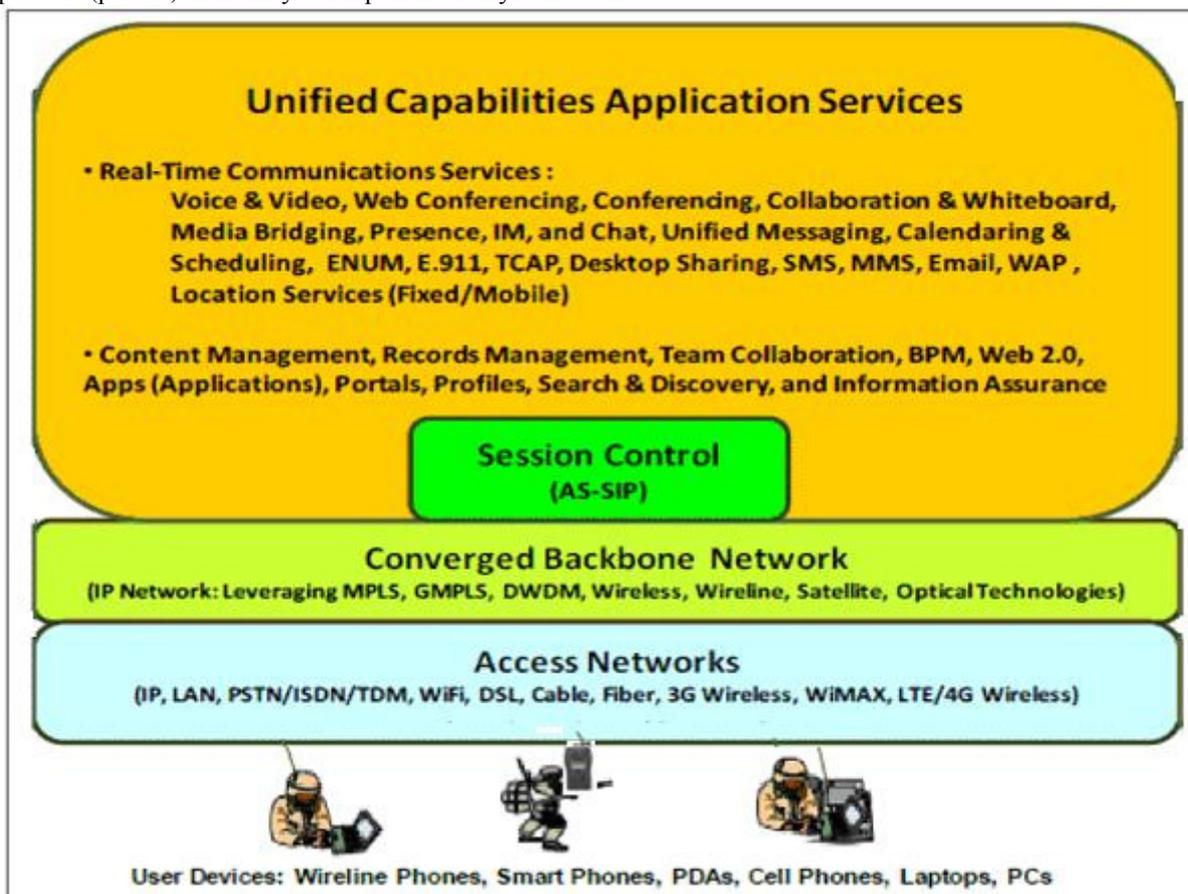


Рис. 5. Сетевая архитектура унифицированных сервисов (UC Network Architecture).

На рис. 5 сверху перечислены 16 сервисов реального времени (Real-Time Communications, RTC):

- Voice & Video,
- Web Conferencing,
- Conferencing, Collaboration & Whiteboard,
- Media Bridging,

- Presence, Instant Messaging (IM) & Chat,
- Unified Messaging,
- Calendaring & Scheduling,
- E.164 Number Mapping (ENUM),
- E.911 (Emergency Call),
- Transaction Capabilities Application Part (TCAP),
- Desktop Sharing,
- Short Message Service (SMS),
- Multimedia Message Service (MMS),
- Email,
- Wireless Application Protocol (WAP), and
- Location Services (Fixed/Mobile)

Кроме того, там же показано, что имеется ряд

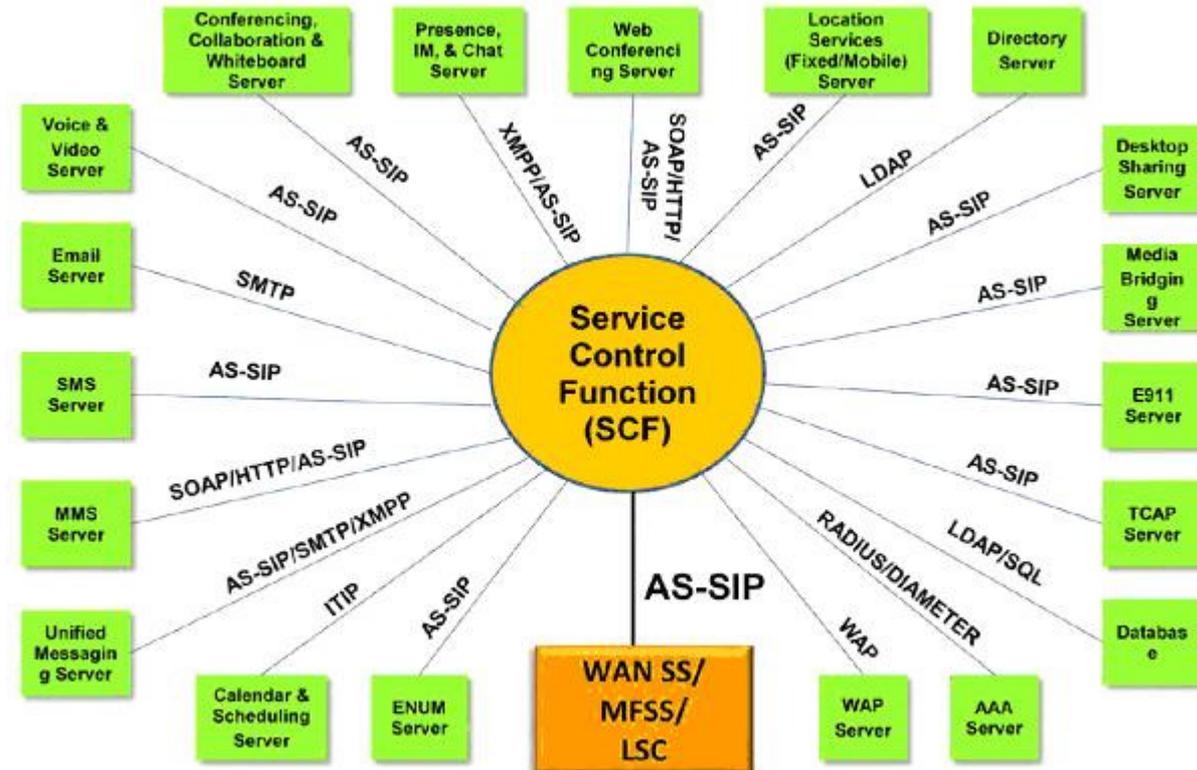


Рис. 6. Базовая модель функции контроля сессии.

Детали протоколов контроллера сессии поясняет рис. 6. Узел SCF использует единый протокол AS-SIP для общения с контроллерами WAN SS, MFSS или LSC. Однако для общения с серверами разных сервисов используется множество других протоколов:

SOAP = Simple Object Access Protocol,  
 HTTP = HyperText Transport Protocol,  
 LDAP = Lightweight Directory Access Protocol,  
 SQL = Structured Query Language,  
 RADIUS = Remote Authentication Dial In User Service,  
 DIAMETER = расширенная версия RADIUS,  
 WAP = Wireless Access Protocol,  
 ITIP = iCalendar Transport Independent Interoperability Protocol,

SMTP = Simple Mail Transfer Protocol,  
 AAA = Authentication, Authorization, and Accounting,  
 TCAP = Transaction Capabilities Application Part,  
 ENUM = E.164 Number,  
 IM = Instant Messaging,

системных средств по управлению ресурсами: Content Management, Records Management, Team Collaboration, Business Process Management, Web 2.0, Applications, Portals, Profiles, Search & Discovery, Information Assurance.

Контроллер сессии (Session Controller) – это самый сложный программный комплекс, который в сетях коммутации пакетов выполняет те же функции, что традиционные АТС. На сети GIG предполагается установить три типа контроллеров (софтсвичей), в которых реализована функция контроля сессии:

Wide Area Network SoftSwitch (WAN SS), Multifunction SoftSwitch (MFSS) и Local Session Controller (LSC).

MMS = Multimedia Messaging Service,  
 SMS = Short Message Service,

На рис. 6 показано 16 серверов, которые обеспечивают сервисы реального времени (Real-Time Communications, RTC).

#### IV ОПИСАНИЕ НОВЫХ УСЛУГ GIG

На основе унифицированных сервисов реального времени предлагается создать восемь услуг связи (Таблица). В действительности новых услуг получается больше, так как ими можно пользоваться по отдельности или в разных комбинациях, как показано на рис. 8. Например, Unified Messaging обеспечивает перевод текста в речь для услуги Voice and Video (Point-to-Point), а услуга Voice and Video Services (Point-to-Point) обеспечивает запись голоса для услуги Unified Messaging. Наибольшее число связей имеет услуга Rich Presence Services: с услугами Email/Calendaring, Voice

and Video Services, Video Conferencing, Instant Messaging (IM)/Chat и Web Conferencing and Web Collaboration.

Услуги связи	Описание
Email and Calendaring	Обеспечивает передачу сообщений с указанием приоритета, условия доставки, цифровой подписи и криптоключей. Календарь позволяет планировать расписание встреч.
Instant Messaging and Chat	Обеспечивает обмен сообщениями в реальном времени. Чат отличается от Instant Messaging групповым общением в специальном чат-пространстве.
Rich Presence	Позволяет устанавливать контакты на базе разнообразной информации о доступности (IM, телефон, мобильные устройства).
Unified Messaging	Обеспечивает доступ к голосовой почте через e-mail или доступ к e-mail через голосовую почту.
Video Conferencing	Обеспечивает общения многих пользователей средствами видео-конференции.
Voice and Video (Point-to-Point)	Обеспечивает двух пользователей общением посредством голоса и видео с возможностью дополнительных сервисов голосовой почты, переадресации вызова, подключения телефонистки и местной справочной службы.
Voice Conferencing	Обеспечивает организацию голосовой конференции многих пользователей.
Web Conferencing and Web Collaboration	Обеспечивает многих пользователей средствами общения голосом, по видео и передачей данных на основе web страницы.

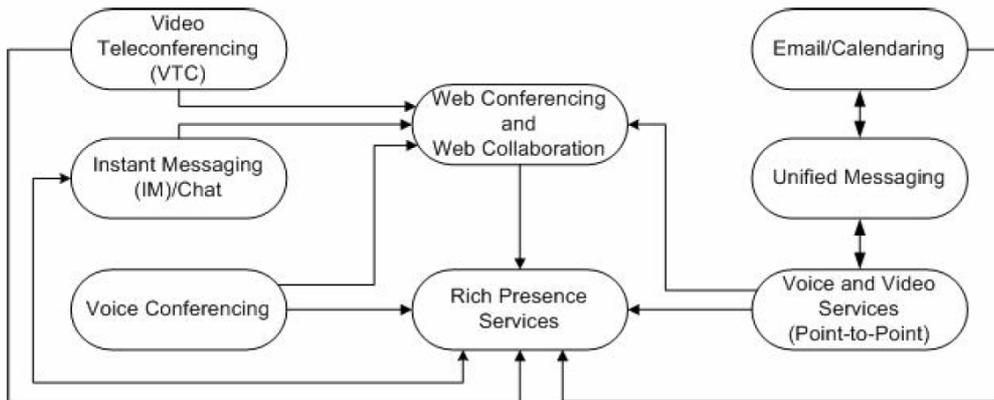


Рис. 7. Взаимосвязи услуг GIG

#### IV ОБСУЖДЕНИЕ НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ GIG И ЗАДАЧИ РОССИЙСКИХ СВЯЗИСТОВ

В 2009 г. МО США приняло программу перехода на IP технологию. К 2012 г. была объявлена установка 22 мощнейших софтверных MFSS и WAN SS компании Cisco на американских базах по всему миру (рис. 8). А к 2016 г. планируется довести эти узлы до функциональности, представленной на рис. 9.

В настоящее время в армии США еще господствует традиционная коммутация каналов, т.е. TDM сети, и еще долгое время они будут сосуществовать со строящимися IP сетями. На рис. 9 показано, как многофункциональный софтверный MFSS будет управлять вызовами:

- В сторону внешней публичной сети PSTN или сети

ISDN (Integrated Services Digital Network) используется функция IWF (ISUP-SIP interworking function).

- Контроллер MFSS обеспечивает все интерфейсные функции PSTN/ISDN, включая ISUP, CCS7/SS7 и CAS (Channel Associated Signalling).

- MFSS также действует как медиашлюз (MG) между TDM каналами и IP каналами. Медиашлюзом управляет контроллер MGC посредством протокола H.248.

- Шлюз сигнализации SG (Signaling Gateway) обеспечивает взаимодействие между CCS7 и SIP.

На рис. 9 еще указаны оконечные устройства EI (End Instrument) - в сети коммутации каналов и два типа устройств в IP сети: AEI (Assured Services End Instrument), работающие по протоколу AS-SIP, и нестандартные устройства PIE (Proprietary Internet Protocol Voice End Instrument).

**Задача 1.** Изучить перспективы разработки отечественного софтверного с широким набором функций

(как на рис. 9). С этой целью провести системное исследование и сравнить особенности технологий коммутации каналов и коммутации пакетов с точки зрения интересов спецпотребителей.



Рис. 8. Карта размещения MFSS и WAN SS

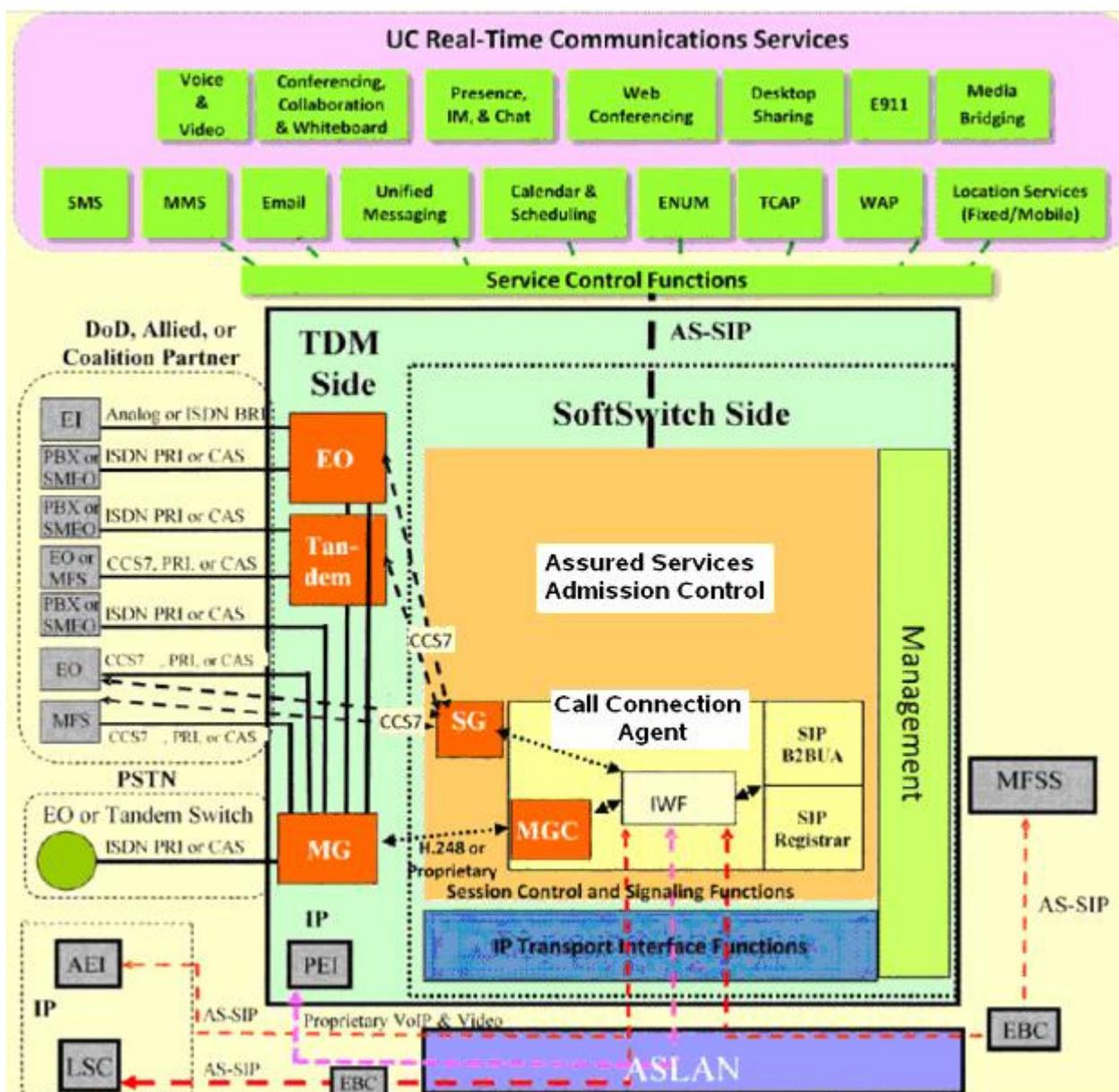


Рис. 9. Функциональная схема многофункционального софтверича MFSS

**Задача 2** относится к российской службе экстренных вызовов 112.

На рис. 6 указан сервер экстренных вызовов E.911. В руководящем документе [3] по части архитектуры армейской службы экстренных вызовов (E-911) сказано, что она на долгое время останется в области TDM сети. Признано, что переход на IP сеть произойдет по мере построения гражданской сети экстренных вызовов нового поколения NG-911. Только придется обеспечить работу такой будущей сети по протоколу AS-SIP.

Так как в России до сих пор не разработан системный проект службы 112, охватывающей всю страну и сопредельные ведомства, то целесообразно поставить задачу разработки общего системного проекта службы 112 для гражданских и военных нужд и с учетом миграции в IP область.

**Задача 3** относится к российской интеллектуальной сети.

На рис. 6 указан сервер TCAP. Этот сервер должен обеспечивать общение с базами данных в интеллектуальной сети, точнее с контроллером услуг SCP (см. рис. 3). Заметим, что протокол интеллектуальной сети INAP работает поверх протокола TCAP. В руководящем документе [3] сказано, что существующая интеллектуальная сеть AIN в будущем будет переработана с учетом требований секретности по протоколу AS-SIP, а место протокола сигнализации SS7 может занять протокол SCTP (stream control transmission protocol), который является более эффективным.

Задача российских связистов заключается в доработке отечественной интеллектуальной сети с учетом ее особенностей протокола INAP-R.

**Задача 4** относится к индустрии программирования услуг.

В руководящем документе [3] сказано, что среда разработки услуг SCE (service creation environment) должна входить в состав средств разработки армейских приложений, чтобы сокращать время разработки новых услуг, указано на целесообразность привлечения сторонних программистов.

Это предложение относится к весьма болезненному для связистов вопросу об открытых интерфейсах программирования (Open API). Если будет доступен открыто объявленный набор API, то многие сторонние программисты включатся в разработку, а дело армейских связистов будет состоять в тестировании предложенных услуг и включении их в состав сети GIG..

## V ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Если взять курс на импорто-замещение, т.е. на развитие сетей связи собственными силами, то следует вернуться к тому состоянию знаний, которые были достигнуты ранее – лет 20 назад и развивать их далее. В данном случае такой точкой отсчета условно можно назвать систему ОКС-7. В России отставание от передового мирового уровня, конечно, большое, особенно по технике коммутации пакетов, где требуется мощная

микроэлектроника. Но тем более стоит оценить перспективы коммутации каналов, т.е. вспомнить прошлое и продолжить движение вперед ускоренными темпами.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Н. С. Мардер, А. С. Аджемов «Развитие российской сети ОКС № 7 — основа современных услуг связи»// Сети и системы связи, 1997, №9.
- [2] Department of Defense. Unified Capabilities Framework 2013. January 2013
- [3] U.S. Army Unified Capabilities Reference Architecture. Version 1.0. 11 October 2013
- [4] Department of Defense. Unified Capabilities Master Plan. October 2011
- [5] Шнепс-Шнеппе М. А. Телекоммуникации для экстренных и военных нужд: параллели //International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2. – №. 7. – С. 25-36.
- [6] Шнепс-Шнеппе М. А., Намиот Д. Е. Телекоммуникации для военных нужд: от сети GIG1 к сети GIG2 //International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2. – №. 9. – С. 9-17.
- [7] Шнепс-Шнеппе М.А., Намиот Д.Е, Цикунов Ю.В. Телекоммуникации для военных нужд: сеть GIG-3 по требованиям кибервойны//International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2. – №. 10. – С. 3-13.
- [8] [http://jitc.fhu.disa.mil/tssi/cert\\_pdfs/tekeleceagle\\_tn1030701.pdf](http://jitc.fhu.disa.mil/tssi/cert_pdfs/tekeleceagle_tn1030701.pdf) Retrieved: Nov, 2014.

# On the transition to IP communications and tasks for Russian telecom

M.A. Sneps-Sneppe

***Abstract***—The article is devoted over circuit-switched networks and packet switching. We consider the practical aspects of the transition to the "All-over-IP" for special customers. We analyze the available solutions are formulated objectives and recommendations for the telecommunication community.

*Keywords* - IP, GIG, softswitch, telecom