

УДК 621.391

ОРГАНИЗАЦИЯ АБОНЕНТСКИХ БАЗ ДАННЫХ ПРИ ОБЪЕДИНЕНИИ ОПЕРАТОРОВ МОБИЛЬНОЙ И ФИКСИРОВАННОЙ СВЯЗИ

Е.А. Бесхмельница, начальник отдела фиксированных сетей и конвергентных услуг, департамент фиксированных и сервисных сетей БЕР, ОАО «МТС»

С.В. Варюхин, руководитель проектов, департамент технической стратегии, ОАО «Интеллект Телеком», к.ф.-м.н.

А.Н. Назаров, начальник отдела, департамент технической стратегии, ОАО «Интеллект Телеком», д.т.н., проф.; Nazarov@i-tc.ru

В.Н. Панин, директор департамента по поддержке биллинга и OSS-систем блока ИТ, ОАО «МТС»

Ключевые слова: контейнер абонентских данных (User Data Repository, UDR), приложения внешнего интерфейса (Front End, FE), серверная часть (back end, BE), конвергенция абонентских данных (User Data Convergence, UDC) мультимедийная подсистема на основе протокола IP (IP Multimedia Subsystem, IMS), логика приложений (Application Logic, AL), функция доступа к хранилищам данных (Repository Access Function, RAF), универсальный профиль абонента (Generic User Profile, GUP), унифицированный идентификатор ресурса (Uniform Resource Identifier, URI).

Проблема организации и хранения абонентских данных в телекоммуникационных сетях конвергентного типа. Дальнейшее развитие высоких технологий в области инфокоммуникаций и повышение требований пользователей к качеству услуг предопределяют необходимость улучшения информационного обеспечения современных операторских компаний. Примеры различных подходов к совершенствованию технологических решений в области совмещения различных форм представления профилей и особенностей абонентских баз данных (БД) уже есть. Вместе с тем остаются открытыми вопросы типизации и масштабирования упомянутых решений, особенно в условиях устойчивого тренда All-IP и конвергенции фиксированных и мобильных сетей. Существование нескольких доменов в рамках одной конвергентной сети, например доменов с коммутацией каналов CS, с коммутацией пакетов PS, подсистемы IMS, наряду с различными технологиями доступа, такими как GERAN, UTRAN и WLAN, предполагает наличие нескольких БД, в которых содержится информация об абонентах сети. Кроме того, появление новых функций, поддерживаемых терминалами, предложение новых услуг требуют дальнейшего расширения и модификации БД абонентов.

В подсистеме IMS информация об абоненте востребована различными элементами опорной сети. Каждый элемент

использует только часть общей информации об абоненте, необходимой ему для реализации его специальных функций. Эти сетевые элементы принадлежат различным компонентам общей структуры сети: сигнализации, системе поддержки операционной и бизнес-деятельности операторов связи (OSS/BSS), а также услугам и политикам в области систем обработки данных и качества предоставляемых сервисов (QoS). Следовательно, абонентские данные, используемые разными элементами сети, могут быть как связанными между собой, так и независимыми друг от друга.

В ряде случаев возникает необходимость проводить синхронизацию данных, которые относятся к разным компонентам общей структуры сети.

Хранение абонентских данных на различных сетевых узлах вызывает трудности как для пользователей инфокоммуникационных сервисов, так и для операторов конвергентных сетей, существенно усложняет процесс разработки и внедрения новых услуг. Для решения этой задачи, оптимизации хранения всех данных в рамках проекта 3GPP была предложена общая концепция управления данными, в основе которой лежат два подхода:

- общий профиль пользователя (GUP) [1], единообразно отражающий данные абонентов для подсистемы IMS;
- конвергенция абонентских данных (UDC) [2], отражающая общие принципы оптимального хранения данных абонентов IMS, включая масштабируемость и резервирование.

Типы абонентских данных в сетях с подсистемой IMS. Абонентские данные в сетях с развернутой подсистемой IMS в зависимости от того, что они определяют, можно разделить на категории (рис. 1): данные, описывающие профиль идентификации абонента, характеристики абонентского устройства, параметры предоставляемых услуг, параметры качества обслуживания (QoS) и политику обслуживания, правила тарификации, правила поддержки операционной

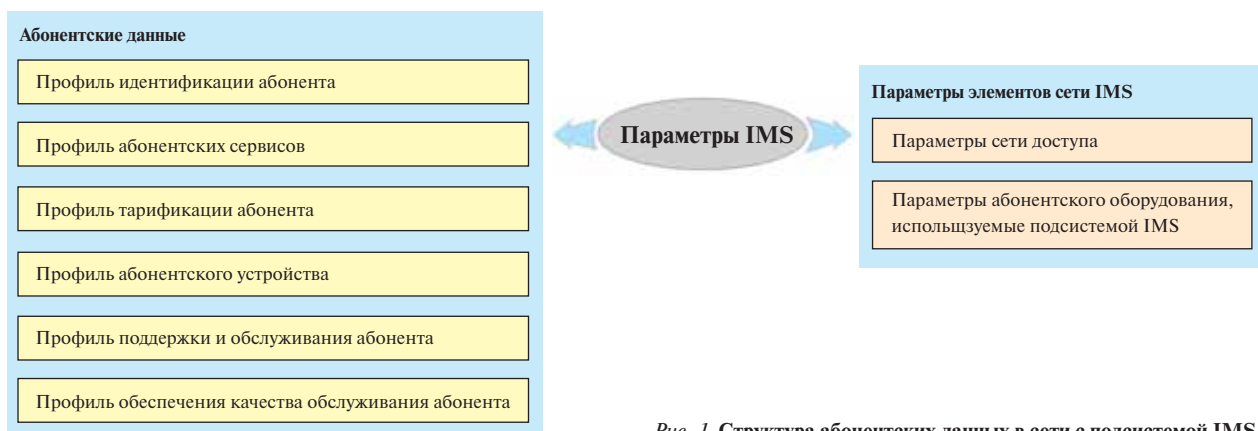


Рис. 1. Структура абонентских данных в сети с подсистемой IMS

деятельности и предоставления коммуникационных услуг, параметры сети доступа, а также данные, характерные для пользователей услуг IMS.

Все представленные категории, в свою очередь, объединены в две группы: данные, имеющие отношение к пользователю услуг сети, и данные, характерные для элементов сети [3].

Управление абонентскими данными в телекоммуникационных сетях. Текущее состояние. Управление абонентскими данными в сети с развернутой подсистемой IMS распределено между разными сетевыми элементами (таблица). Если абонент регистрируется в сети с подсистемой IMS, его профиль создается в сервере абонентских данных сети сотовой связи (Home Subscriber Server, HSS). В ряде случаев, когда абонент выбирает определенные услуги, которые реализуются на отдельных серверах приложений, абонентские данные могут располагаться непосредственно на серверных платформах, например на платформе управления доставкой услуг (Service Delivery Platform, SDP). Тарификация каждого абонента проводится на основе выбираемых им тарифных планов. Параметры тарифных планов и связанная с ними информация хранятся в системе тарификации.

Система тарификации поддерживает пользователей, обслуживаемых в режиме отложенной тарификации и тарификации в режиме реального времени (Online Charging System, OCS). Система отложенной тарификации создает тарификационные записи (Call Detail Record, CDR) и агрегирует их в файлы. Эти CDR могут обрабатываться немедленно или агрегироваться системой отложенной тарификации для последующей тарификации пользователя. Файлы передаются в реальном времени или сериями в биллинговый домен для последующей обработки. Профиль тарификации используется для создания CDR, когда абонент получает услуги IMS.

Тарификация в режиме реального времени, или кредитная тарификация, представляет собой процесс, при котором тарификационная информация может влиять на услуги, предоставляемые в реальном времени. При этом происходит прямое взаимодействие с узлами в сети, которые управляют сессиями и сервисами. Тарификация в режиме реального времени на основе сессии требует реализации механизма управления кредитной квотой. В начале сессии сетевой узел или сервисная платформа делает запрос к OCS на авторизацию открытия сессии и выполнение некоторого количества операций, исчисляемых в условных единицах (секундах, байтах, обращениях...). Система OCS производит соответствующее резервирование на счете абонента. Когда выделенные средства будут израсходованы, сервисная платформа сообщает об этом OCS и запрашивает очередную квоту. Если кредит абонента заканчивается, на основании профиля политики оператора сессия может быть оборвана немедленно. По завершении сессии вносятся соответствующие изменения в счет абонента.

Подсистема IMS является агностической по отношению к сетям доступа, а абонент может использовать различные сети доступа к опорной сети и услугам: WiMAX для получения доступа к услугам передачи данных и услуге разделяемого видео или мобильный терминал для получения услуги присутствия (Presence) и услуг на основе Presence. Услуга IPTV может быть реализована посредством ресивера цифрового телевидения (set top box) – устройства, принимающего ТВ-сигнал, декодирующего его и передающего далее на экран телевизора.

Информация о сетях доступа хранится на узлах выставления счетов пользователям и реализации правил системной

политики (Policy and Charging Rules Function, PCRF), HSS и пограничном контроллере сессий (Session Border Controller, SBC).

Опорная сеть IMS хранит информацию о различных сетях доступа для того, чтобы обеспечить:

- необходимый уровень QoS в зависимости от используемой сети доступа. Например, пользователи HSPA и фиксированных сетей широкополосного доступа (ШПД) могут получить услуги класса Gold по классификации уровня QoS, а пользователи GPRS и WLAN – услуги класса Silver в соответствии со свойствами этих сетей доступа;
- реализацию политики обслуживания в зависимости от сети доступа. Так, если абонент использует фиксированную сеть ШПД, S-CSCF безусловно перенаправляет все запросы на сервер приложений IPTV;
- применение соответствующей политики тарификации для используемой сети доступа. В частности, услуга IPTV (на основе передачи видео по запросу) может тарифицироваться исходя из объема загружаемых данных, а услуга присутствия и услуги на основе услуги присутствия – из ежемесячных платежей;
- хранение профилей абонентских устройств, используемых пользователями услуг IMS, на сервере управления пользовательского оборудования в соответствии с рекомендациями Open Mobile Alliance (OMA). Этот сервер может также применяться для управления абонентскими устройствами через эфир (Over-The-Air, OTA);
- хранение специальной информации об абонентских устройствах, такой как список контактов, персональная информация об управлении устройством на соответствующем сервере приложений;
- поддержку информации, используемой системой OSS, информацией платформ предоставления телекоммуникационных услуг в рамках подхода к разработке, внедрению и реализации систем поддержки операционной деятельности OSS/BSS для телекоммуникационных компаний (New Generation Operations Support System, NGOSS).
- В дополнение к этим данным подсистема IMS использует и специальные данные:
- статические и динамические внутренние данные конфигурации CSCF;
- данные CDR в модуле отложенной тарификации

Типы данных, поддерживаемых различными сетевыми элементами

Типы данных	Сетевые элементы
Профиль идентификации абонента (User Profile)	HSS
Профиль абонентских сервисов (User Service Profile)	IMS-AS, SDP
Профиль тарификации абонента (User Charging Profile)	CDF (Charging Data Function, post-paid), OCS
Профиль абонентского устройства (User Device Profile)	OMA Device Management (OMA DM)
Профиль поддержки и обслуживания абонента (User Support Profile)	Платформы NGOSS for Provisioning and Management
Профиль обеспечения качества обслуживания абонента (User QoS/Policy Profile)	PCRF, AAA, Policy and Charging Enforcement Function (PCEF)
Параметры сети доступа (Access Network Information)	PCRF, HSS
Параметры абонентского оборудования, используемые подсистемой IMS	EMS/NMS
Параметры биллинга	Pre-Billing Delivery Platform

CDF, предназначенные для передачи в систему биллинга;

- данные в модели FCAPS, используемые агентом SNMP в оборудовании (учет, а также управление отказами, конфигурацией, производительностью, безопасностью);
- медиафайлы, используемые медиасервером (Media Resource Function, MRF), например голосовые объявления, тоны;
- параметры конфигурации системы управления элементами (Element Management System/ Network Management Systems, EMS/NMS): диаграммы топологии сети, информацию о параметрах сетевых элементов;
- параметры OSS (запросы в сервисную службу); параметры бизнес-процессов управления производством (Enhanced Telecom Operations Map, eTOM).

Сценарий объединения абонентских БД в соответствии с архитектурой User Data Convergence (UDC). Сегодня управление абонентскими данными осуществляется сетевыми элементами, которые используют собственные БД, хранящиеся на этих сетевых элементах.

По мере роста и развития сети, увеличения ее функциональности количество сетевых элементов возрастает. Это приводит к дальнейшей фрагментации абонентских данных. Например, при увеличении числа попыток установления вызовов в час наибольшей нагрузки (ЧНН; busy hour call attempts, BHCA) до 3 млн, при размещении трех HSS в одном домене абонентские данные фактически хранятся в трех отдельных сетевых элементах, хотя функционально представляют собой один HSS.

При развертывании подсистемы IMS происходит переориентация на предоставление IMS-услуг, что приводит к значительному увеличению сетевых узлов, в которых предполагается хранение абонентских данных. В этом случае хранение и обслуживание абонентских данных в отдельных узлах сети существенно усложняется.

Основная задача архитектуры сети, построенной в соответствии с концепцией UDC, состоит в том, чтобы адресовать единым образом запросы по управлению данными как для различных компонентов телекоммуникационных сетей, так и для различных сетевых элементов. Для этого необходимо: упростить общую архитектуру сети, преодолеть проблему дубликации данных и их несоответствия, избежать фрагментации данных, уменьшить CAPEX и OPEX операторов.

Таким образом, основная цель UDC – обеспечить конвергенцию абонентских данных для упрощения процедуры управления ими и внедрения новых услуг.

Архитектура UDC (рис. 2) предполагает наличие следующих сетевых модулей (элементов):

Клиентское приложение (Clients), которое может быть на основе IMS-клиента, SIP-приложения или PC-браузера.

Приложения внешнего интерфейса (Front End, FE), такие как HLR/HSS/AUC, серверы приложений (Application Servers, AS), функция обнаружения и выбора сети доступа (Access Network Discovery and Selection Function, ANDSF). При построении архитектуры UDC элементы FE только поддерживают логику каждого приложения, но не отвечают за постоянное хранение абонентских данных. Эти сетевые элементы в архитектуре UDC, не содержащие абонентских данных, носят название Application Front Ends (AFE). Отдельно следует отметить специальное приложение AFE, которое отвечает за работу всей опорной сети UDC: Provisioning Front End (PFE) поддерживает создание, удаление, модификацию, поиск и восстановление абонентских данных.

Контейнер абонентских данных (User Data Repository, UDR) представляет собой единое хранилище конвергент-

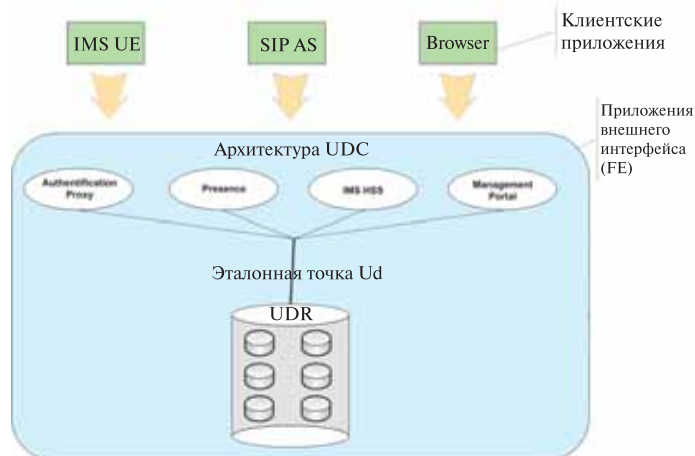


Рис. 2. Элементы архитектуры UDC

ных абонентских данных. Все абонентские данные, которые традиционно размещались в HSS/HLR/AuC, серверах приложений и т.п., теперь хранятся в UDR в соответствии с определенной информационной моделью. UDR обеспечивает реализацию принципа единой точки доступа для всех приложений FE. Через эту опорную точку Ud обеспечивается одновременный доступ к абонентским данным различного типа, а кроме того, через нее различные FE могут создавать, считывать, изменять и удалять абонентские данные, хранящиеся в UDR.

Этапы перехода к архитектуре UDC. Идея концепции UDC состоит в том, чтобы отделить абонентские данные от логики приложений, которые эти данные используют. Переход к архитектуре UDC целесообразно проводить поэтапно. Стартовая ситуация, при которой отсутствует разделение абонентских данных (User Data, UD) и логики приложений (Application Logic, AL), представлена на рис. 3.

Этап 1: разделение логики приложений от абонентских данных. В общем случае любой сетевой узел, который хранит абонентские данные в отсутствие активных сессий, является кандидатом для разделения логики обработки и абонентских данных (рис. 4, а).

Этап 2: внедрение провизионинга (provisioning – процесс конфигурирования элементов сети и подготовки данных для обеспечения доступа к услугам пользователей сети). Если сетевые узлы хранят абонентские данные, которые требовали локального провизионинга на этих узлах, то логика провизионинга может быть также отделена от логики приложения (рис. 4, б).

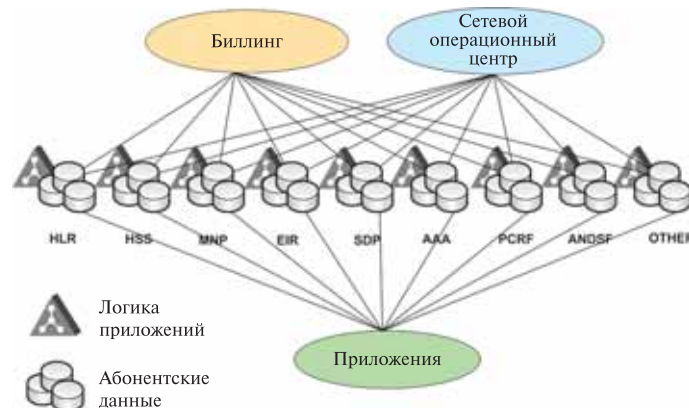


Рис. 3. Архитектура сети, при которой отсутствует разделение абонентских данных и логики приложений

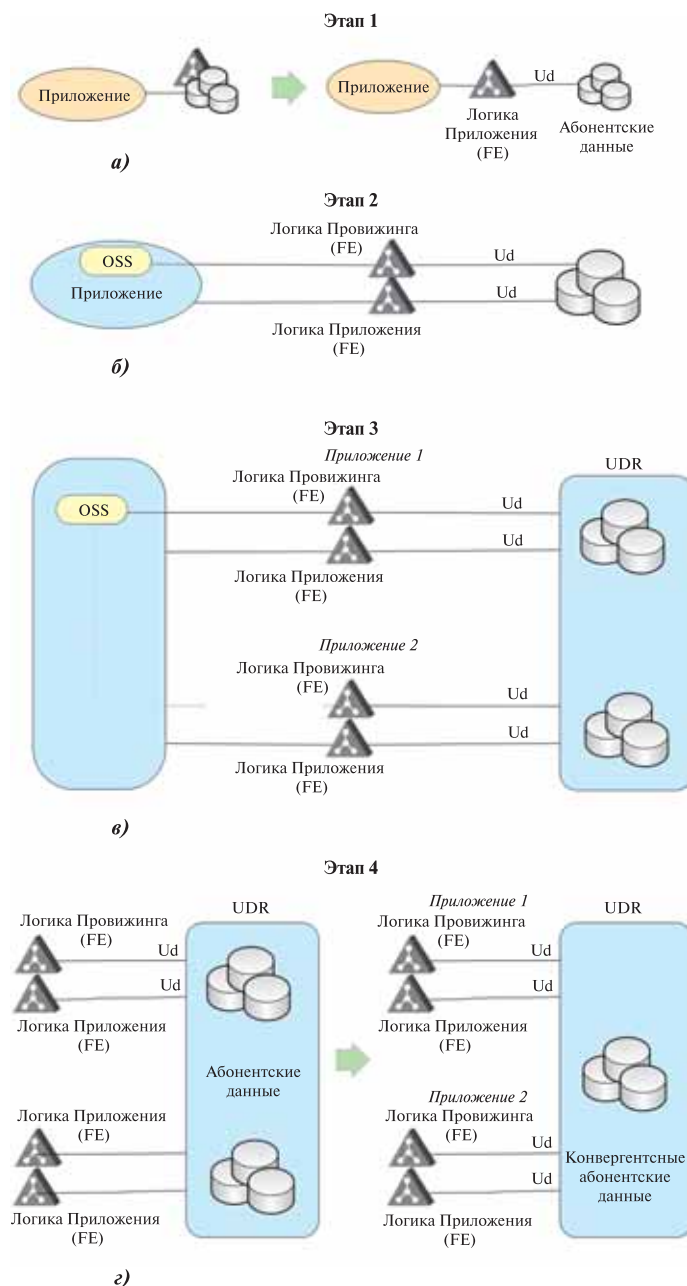


Рис. 4. Схемы четырех этапов перехода к архитектуре UDC

Этап 3: хранение абонентских данных в едином UDR. Для абонентских данных организуется логически единое хранилище – UDR для разных приложений (рис. 4, в).

Этап 4: конвергенция абонентских данных в хранилище UDR. После выполнения этапа 3 в хранилище UDR, которое представляет собой единый логический элемент, абонентские данные могут храниться отдельно от логики приложений. Целесообразно хранение абонентских данных в единой форме (рис. 4, г).

На рис. 5 представлена окончательная архитектура UDC, где приведены элементы внешнего интерфейса FE и серверная часть абонентских баз данных (Back End, BE).

Сценарий объединения абонентских БД в соответствии с архитектурой GUP. Архитектура GUP (рис. 6) представляет собой трехуровневую схему, состоящую из клиентских приложений, GUP-сервера и хранилищ данных. Основное назначение такой схемы – координация доступа для каждого пользователя. Пользователь может иметь данные, относящиеся к услугам, политике тарификации, параметрам QoS,

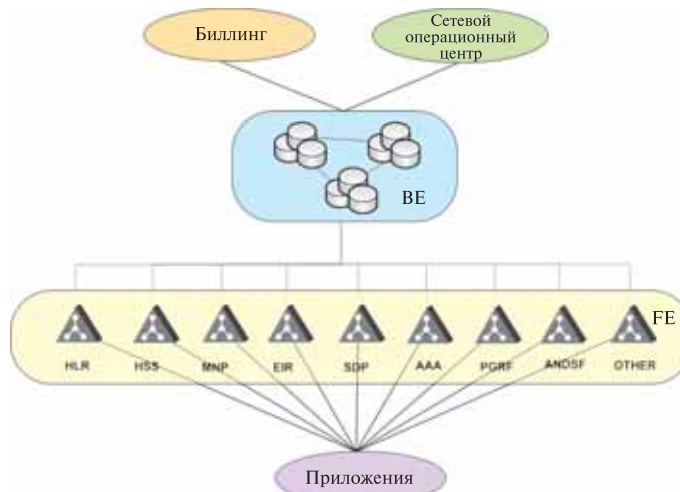


Рис. 5. Архитектура сети UDC

профилю HSS и т.д. Все эти данные поддерживаются отдельными элементами сети. GUP предоставляет общий механизм адресации этих данных, доступа к ним и модификации для всех приложений, которым эти данные могут понадобиться для функционирования. Данные GUP хранятся либо в одном месте, либо распределяются по различным сетевым элементам. Но доступ к данным и их обработка должны соответствовать требованиям архитектуры GUP, что позволяет управлять абонентскими данными единым образом.

GUP-сервер является единой точкой доступа к абонентским данным. Его физическое расположение зависит от конкретной реализации, и на него нет каких-либо требований. GUP-сервер может работать в двух режимах – прокси и переадресации (redirect). Интерфейсом между GUP-сервером и приложениями является эталонная точка Rg.

Функция доступа к хранилищам данных (Repository Access Function, RAF) представляет собой абстрактный уровень между GUP-сервером и GUP-хранилищем данных. Он скрывает действительную реализацию хранилища данных от сервера. Интерфейсом между GUP и RAF является эталонная точка Rp.

Хранилище данных GUP (GUP Data Repositories) предназначено для хранения одного или нескольких компонентов исходных данных.

Эталонные точки Rg и Rp – основные эталонные точки в архитектуре GUP. Клиентские приложения взаимодействуют с GUP-сервером через эталонную точку Rg. Протокол на этом интерфейсе (Simple Object Access Protocol, SOAP) представлен на клиентской части в виде веб-сервиса. Внутриоператорская эталонная точка Rp предоставляет возможность GUP-серверу или приложениям, за исключением внешних приложений (например, расположенным в приложениях третьих сторон или IMS UE), создавать, считывать и удалять абонентские данные.

Построение единого GUP-профиля абонентов для сетей фиксированной и мобильной связи. GUP-профиль состоит из независимых GUP-компонентов (GUP Component), которые, в свою очередь, могут содержать ссылки на другие GUP-компоненты, – например для того, чтобы была возможность повторно использовать данные.

GUP-компонент является уникальным элементом профиля GUP. Доступ к нему осуществляется посредством функции доступа к хранилищам данных (Repository Access Function, RAF). GUP-компонент может состоять из некоторого числа групп элементов данных (Data Element Group,

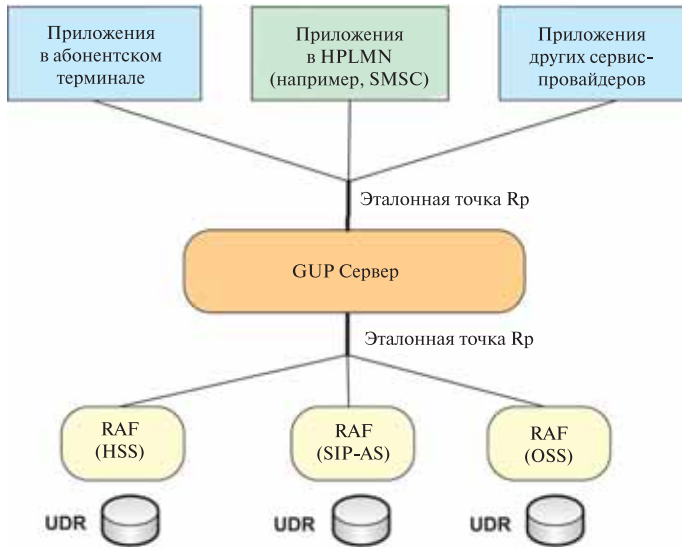


Рис. 6. Элементы архитектуры GUP

DEG) и/или элементов данных (Data Element, DE). DEG содержит неделимые элементы данных и является нижним уровнем в иерархической структуре, которая включает один или несколько DE. Также GUP-компонент может содержать вложенные в него другие GUP-компоненты. Группы элементов данных в GUP-компоненте могут быть как одного типа, так и разных типов.

В то же время GUP-компонент может содержать элементы данных без группы элементов данных. GUP-компонент должен иметь как минимум группу элементов данных или элемент данных.

При объединении сетей операторов фиксированной и мобильной связи простейшим способом создания профиля конвергентного абонента является использование профилей фиксированного и мобильного абонентов в качестве отдельных XML-документов. Преимуществом такого способа создания профиля конвергентного оператора является относительная простота объединения существующих БД. Очевидный недостаток: в этом случае произойдет дублирование элементов данных, так как профили фиксированного и мобильного операторов пересекаются по многим элементам данных, например по значительному количеству параметров IMS.

Наиболее перспективным подходом представляется разработка конвергентного профиля на основе элементов и групп элементов данных, а не формального объединения мобильного и фиксированного профилей (рис. 7).

Методическое обеспечение проектных решений по эффективной организации поиска и хранения информации в объединенных абонентских БД. Для того чтобы реализовать рассмотренные сценарии объединения абонентских БД на практике, необходимо разработать эффективные, прежде всего по быстродействию и ресурсному обеспечению (память), методы представления, поиска и хранения информации единого профиля абонентов. Такие методы должны обеспечивать создание конкретных прикладных решений, имеющих высокую практическую значимость за разумную цену. Не останавливаясь на ценовых аспектах таких решений, рассмотрим основные научные составляющие этого методического обеспечения.

Информационный поиск в базах данных операторов сотовой и фиксированной связи до их слияния основывается на известных способах хранения и представления данных и

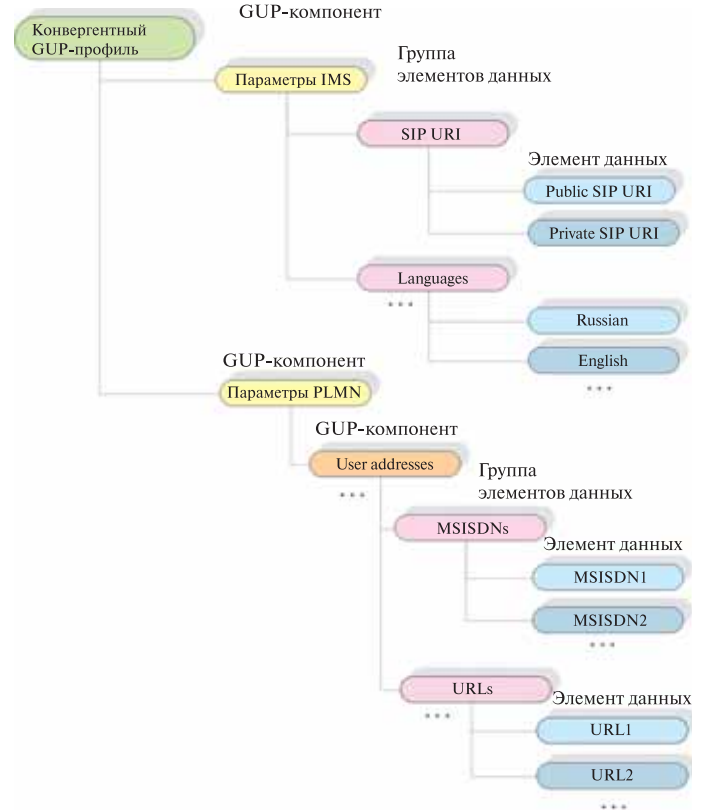


Рис. 7. Фрагмент единого профиля абонентских данных

соответствующих этим способам алгоритмов поиска информации: лексикографических, древовидных, реляционных и др. [4]. Задачи поиска для них имеют конкретные виды и модификации, такие как определение идентичных объектов, их «близость» к объекту поиска и др. Они играют роль модельных задач для выбранных способов хранения информации и изучались на протяжении многих лет, привлекая каждый раз для своего решения специальные исследовательские средства, которые носили ограниченный по своим возможностям характер.

Для построения рассмотренного выше единого профиля абонентов конвергентного оператора следует использовать методический подход, основанный на новой модели данных (частными случаями которой могут считаться уже известные), — с наследственно определенными средствами поиска информации, а также с разработанной теорией решения базовых задач поиска применительно к данной модели.

Формализация различных аспектов работы с единым профилем абонентов для сетей фиксированной и мобильной связи сводится к построению управляющей системы, называемой управляющим графом, и является в некотором смысле обобщением контактных схем [5].

Для моделирования проектных решений на предварительной стадии реализации сценария объединения абонентских БД с помощью предложенного информационно-графового формализма структура данных задается ориентированным графом (называемым информационным), ребра и вершины которого нагружены элементами данных и функциями, определенными на множестве запросов. В графе выделена одна вершина, называемая корнем и ассоциируемая с входом, а вершины графа, нагруженные элементами данных, ассоциируются с выходами. Этот же граф описывает алгоритм поиска, на вход которого поступает запрос, а на выходе получается некоторое подмножество данных.

Процесс поиска начинается с корня и распространяется в зависимости от значений нагрузочных функций на запросе, возможно, сразу по нескольким направлениям. Если этот волновой процесс на графе достигает элементов данных, то эти элементы включаются в ответ алгоритма на исходный запрос. Информационный граф будет решать некоторую задачу поиска, если для произвольного запроса ответ на этот запрос содержит все те и только те записи из объединенных абонентских БД, которые удовлетворяют запросу. Таким образом, информационный граф предлагает, с одной стороны, новую концепцию хранения данных, а с другой — новый подход к поиску информации, который является некоторым аналогом волнового процесса, управляемого нагрузочными функциями. Разработанный информационно-графовый формализм обобщает все известные модели данных.

Семь модельных типов задач поиска, являющихся наиболее распространенными задачами поиска информации в абонентских БД операторов сотовой и фиксированной связи при создании конвергентного оператора, сводятся к трем крупным базовым классам [5].

Первый класс (задача поиска с коротким ответом) включает в себя задачи поиска, в которых почти для всех запросов ответ на них содержит ограниченное малой константой число элементов.

Второй класс, названный задачами поиска на частично-упорядоченных множествах данных, состоит из задач, где в ответ на запрос надо перечислить все элементы БД, которые в заданном частичном порядке меньше, чем запрос.

И, наконец, третий класс содержит так называемые задачи интервального поиска, результат которых в определенном смысле можно рассматривать как пересечение решений двух главных задач второго класса.

Таким образом, для базовых задач методически решена проблема оптимального (в том числе по быстродействию, по ресурсам (памяти)) синтеза, которая реализуется в рамках конкретных проектов рассмотренные выше решения по

сценариям объединения абонентских БД [6, 7]. Получены различные оценки качества организации вычислительного процесса.

Заключение. Архитектуры GUP и UDC могут быть гармонизированы и использованы совместно для организации управления и доступа к абонентским данным. Концепция UDC предусматривает управление данными и обеспечивает архитектуру доступа к данным. Архитектура GUP предусматривает средства размещения и адресации этих данных. Целесообразность отдельного или совместного использования этих архитектур основывается исключительно на унаследованных решениях по организации работы с абонентскими базами данных.

Методическое обеспечение проектных решений по эффективной организации поиска и хранения информации в объединенных абонентских базах данных позволяет минимизировать издержки по разработке и внедрению архитектур GUP и UDC.

ЛИТЕРАТУРА

1. 3GPP TS 23.240: 3GPP Generic User Profile (GUP); Architecture (Stage 2) (Release 10); V10.0.0 (2011-03).
2. 3GPP TS 23.335: User Data Convergence (UDC); Technical realization and information flows; Stage 2 (Release 10); V10.0.0 (2011-03).
3. IMS User Data Convergence (UDC) and its harmonization with 3GPP GUP; <http://whitelassiblog.wordpress.com>.
4. Альсведе Р., Вегенер И. Задачи поиска. — М.: Мир, 1982.
5. Гасанов Э.Э., Кудрявцев В.Б. Теория хранения и поиска информации. — М.: Физматлит, 2002.
6. Мошков М.Ю. Деревья решений. Теория и приложения. — Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та, 1994.
7. Гасанов Э.Э. Оптимальный синтез в информационно-графовой модели данных // Вестник Нижегородского гос. университета. Математическое моделирование и оптимальное управление. — 2000. — Т. 22, № 1.

Получено 01.12.11