

**МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

К защите допустить  
Зав.кафедрой ТИ,  
к.т.н доц. Эшмурадов А.М.

\_\_\_\_\_ 2015г.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на тему Расчёт пропускной способности Gr интерфейса  
пакетной сети UMTS

Выпускник	_____	Эркинхўжаев А.А.
Руководитель	_____	Норматова Д.Т.
Рецензент	_____	_____
Консультант По БЖДиЭ	_____	Қодиров Ф.М.

**Ташкент - 2015**

**МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Факультет Телекоммуникационные Технологии кафедра ТИ  
Направление 5311300 – телекоммуникация

**У Т В Е Р Ж Д А Ю**

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015г.

**ЗАДАНИЕ**

на выпускную квалификационную работу студента \_\_\_\_\_

Эркинхўжаева Абдукодирхўжа Абдусаматхўжа ўғли  
на тему Расчёт пропускной способности G<sub>r</sub> интерфейса  
пакетной сети UMTS

1. Тема утверждена приказом по университету от «25» 12 2014г. № 1467
2. Срок сдачи законченной работы 28.05.2015г.
3. Исходные данные к работе \_\_\_\_\_  
Данные изысканий и производственной практики
4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих к разработке вопросов 1. Архитектура сети UMTS 2. Функции домашнего регистра HLR, обслуживающего узла поддержки GPRS SGSN в GPRS  
3. Расчёт пропускной способности G<sub>r</sub> интерфейса пакетной сети UMTS  
4. Безопасность жизнедеятельности и экология
5. Перечень графического материала слайды презентации
6. Дата выдачи задания 2.12.2014

Руководитель \_\_\_\_\_

Задание принял \_\_\_\_\_

## 7. Консультанты по отдельным разделам работы

Наименование раздела	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание получил
Раздел 1-3	Норматова Д.Т.		
Раздел 4	Қодиров Ф.М.		

## 8. График выполнения работы

№	Наименование раздела	Срок выполнения	Подпись руководителя (консультанта)
1.	Архитектура сети UMTS	25.01.2015	
2.	Функции домашнего регистра HLR, обслуживающего узла поддержки GPRS SGSN в GPRS	20.03.2015	
3.	Расчёт пропускной способности G <sub>t</sub> интерфейса пакетной сети UMTS	15.04.2015	
4.	Безопасность жизнедеятельности и экология	25.05.2015	

Выпускник \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

В настоящей квалификационной выпускной работе рассмотрены услуги по стандарту третьего поколения, общая структура сетей сотовой связи стран СНГ, основные компоненты сети UMTS. Подробно описаны структура GPRS, его протоколы, функции SGSN, HLR и VLR, протокольный стек Gr интерфейса.

Произведён расчёт количественных характеристик Gr интерфейса.

Также рассматриваются вопросы безопасности жизнедеятельности и экологии.

Мазкур малакавий битирув ишда учинчи авлод стандартига хизмат кўрсатиш, МДХ давлатлари мобил алоқаси тармоғининг умумий тузилмаси,

UMTS тармоғининг асосий компонентлари, GPRS тузилмаси, унинг протоколлари, SGSN, HLR ва VLR функциялари, Gr интерфейснинг протокол стеклари батафсил ёритилган.

Шунингдек, Gr интерфейснинг тавсифлар сони ҳисоблаб чиқилган.

БМИ да Ҳаёт фаолияти ҳавфсизлиги ва экология масалалари ҳам кўрилган.

This qualification paper covers matters of 3G services, cellular network common structure of Commonwealth of Independent States (CIS), UMTS basic components. GPRS structure, its protocols, SGSN, HLR, VLR functions, Gr protocol's suite are described in detail.

Numerical results of Gr throughput are applied.

Matters of safety appliances and ecology are discussed also.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1. АРХИТЕКТУРА СЕТИ UMTS</b> .....	8
1.1. Услуги по стандарту третьего поколения .....	8
1.2. Общая структура сетей сотовой связи стран СНГ .....	10
1.3. Структура системы UMTS .....	15
Выводы.....	22
<b>2. ФУНКЦИИ ДОМАШНЕГО РЕГИСТРА HLR, ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО УЗЛА ПОДДЕРЖКИ GPRS SGSN В GPRS</b> .....	23
2.1. Структура GPRS .....	23
2.2. Структура протоколов GPRS .....	29
2.3. Функции HLR и VLR .....	35
Выводы.....	39
<b>3. РАСЧЁТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ G<sub>r</sub> ИНТЕРФЕЙСА ПАКЕТНОЙ СЕТИ UMTS</b> .....	40
3.1. Положение G <sub>r</sub> интерфейса в сети UMTS .....	40
3.2. Алгоритм расчёта G <sub>r</sub> интерфейса .....	41
3.3. Численные результаты расчёта G <sub>r</sub> интерфейса .....	44
Выводы.....	49
<b>4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЯ ..</b>	51
4.1. Роль эргономики в обеспечении безопасности труда .....	51
4.2. Стадии развития чрезвычайных ситуаций .....	53
4.2.1. Защита населения в чрезвычайных ситуациях .....	55
4.3. Экологические факторы в категориях экономики .....	59
Выводы.....	62
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	63
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	66
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b> .....	68

## ВВЕДЕНИЕ

В докладе Президента Республики Узбекистан, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2014 году и важнейшим приоритетам экономической программы на 2015 год отмечается, что перед руководителями министерств, ведомств, хозяйственных объединений и местных органов исполнительной власти поставлены задачи по принятию необходимых мер, направленных на обеспечение в 2015г. стабильно высоких темпов экономического развития, роста и совершенствования инвестиционного процесса, ввода в строй важнейших высокотехнологичных и современных объектов и мощностей в промышленности, а также формирование в стране полноценной конкурентной среды, являющейся ключевым фактором технического и технологического обновления и модернизации производства, выход на мировые рынки [1].

Характерная черта современного мира — широкое использование подвижной связи. В настоящее время в большинстве стран количество абонентов подвижной связи начинает превосходить количество абонентов стационарной сети. Уже появилось мнение, что в скором времени многие абоненты от стационарной связи откажутся. Пока же она имеет некоторые преимущества по надежности и качеству услуг, в основном в части широкополосной сети и возможностей мультимедиа.

Надежность сотовой связи и ее качество в настоящее время зависит от местности, погодных и радиоэлектромагнитных условий. Абонент не всегда может быть уверен, что связь будет предоставлена в любом месте и в любое время.

Услуги мультимедиа, предоставляемые сетями подвижной связи, в ближайшее время должны быть дополнены доступом в Интернет и приемом подвижных изображений с качеством не хуже, чем предоставляемые в xDSL. Поэтому исследования в этих направлениях составляют основу современной науки и практики развития мобильных систем.

Основными системами и основными направлениями реализации являются оборудование, протоколы и процессы цифровых систем на базе стандартов GSM, набора стандартов, связанных с технологией CDMA, CDMA 2000, UMTS и WiMAX (стандарт IEEE 802.16e).

Основные задачи этих систем можно концентрированно выразить в следующих положениях:

- глобальный роуминг, благодаря всеобщей стандартизации или согласованности протоколов;
- совмещение услуг передачи речи со скоростной передачей данных;
- двусторонняя работа со спутниковыми системами.

Поставленные задачи весьма сложны, если принять во внимание предоставляемый абоненту частотный диапазон 1–5МГц и обеспечение качественной связи в условиях отсутствия прямой видимости 3км. Перспектива, которую ставят перед собой разработчики широкополосной системы мобильной связи, — передача данных со скоростью 134 Мбит/с и дальность обмена 50 км (без прямой видимости). Указанные данные порождают массу прикладных задач, которые достаточно усложняют процессы передачи вызова (хэндовера) и перехода между сетями (роуминга).

Данная выпускная квалификационная работа посвящена расчёту параметров G<sub>r</sub> интерфейса пакетной сети UMTS. G<sub>r</sub> интерфейс – это интерфейс между обслуживающим узлом поддержки GPRS, называемым SGSN, и домашним регистром HLR, через него проходят процедуры аутентификации и авторизации абонента, который использует пакетные сервисы.

# 1. АРХИТЕКТУРА СЕТИ UMTS

## 1.1. Услуги по стандарту третьего поколения

Многие из будущих приложений мобильных систем третьего поколения (3G) обнаруживаются по мере разработки стандартов этого поколения. В первую очередь разрабатываются и внедряются такие услуги, как доступ к беспроводным услугам Интернет, постоянный доступ к Сети, диалоговому видео и речи для сопровождения компьютерных услуг. Рассмотрим услуги, предлагаемые мобильными системами третьего поколения.

Услуга речь, голосовая почта может быть предоставлена на скорости 4–32кбит/с. Даже учитывая, что в будущем появится быстродействующая передача данных, эта служба не может рассматриваться как новая услуга. Для рынка мобильной связи 3G сможет предложить качество вызова не лучше, чем хорошая современная стационарная телефонная сеть. Голосовая почта также будет стандартна, в конечном счете полностью интегрирована с электронной почтой и, может быть, только дополнена компьютеризированным распознаванием голоса и синтезированной речью для передачи сообщений диктора.

Услуга передача сообщений, коммутация пакетов – дополнительно расширенная служба, объединенная с электронной почтой Интернета при скорости 9,6–14,4кбит/с. В отличие от текстовых служб передачи сообщений и передачи коротких сообщений SMS, которые встроены в некоторые системы, 2G поколения, 3G позволяют почтовые текстовые вложения. Эта служба будет применяться для расчетов за услуги и для электронных продаж (покупок).

Класс услуг коммутируемые данные включает процедуры отправления с помощью факса и автоматическое подключение с набором номера к телефонной сети или Интернету, с коммутацией доступных каналов. Доступ,

использующий автоматическое подключение с набором номера, устаревает, так что этот класс главным образом включен для того, чтобы обеспечить работу с существующим оборудованием. Термин «коммутируемые данные» в 3G обычно обозначает информацию от любого изделия, которое не работает с сетью коммутации пакетов, а использует услуги сети ISDN. Предлагаемая скорость этой услуги 144 (64) кбит/с.

Услуга мультимедиа (средней скорости), вероятно, будет самая популярная служба 3G. Его скорость данных потока "сеть – пользователь" идеальна для веб-навигации, если предположить, что сеть к тому времени, когда 3G станет доступным, не изменится до неузнаваемости. Другие приложения включают совместную работу на компьютере, игры, определение местоположения с предоставлением карты местности, директивы передвижения от одной точки местности до другой и т.п. Предлагаемая скорость этой службы 128–384кбит/с.

Услуга мультимедиа (высокой скорости) в настоящее время предлагается асимметричная работа такой службы со скоростью 384–2048кбит/с. Этот класс может использоваться для очень быстродействующего доступа к Интернету, а также для передачи по требованию видео высокой четкости и аудио (качественные CD). Другое возможное приложение — интерактивные (online) покупки для "неосязаемых" изделий, которые можно доставить "по воздуху"; например, "скачивание" отдельных музыкальных произведений или программ для мобильного компьютера.

Услуга диалоговое (интерактивное) мультимедиа (высокой скорости) может использоваться для вполне высококачественной видео-конференц-связи или видеодонов, и комбинации заочной конференции с помощью телевидения и совместной дистанционной работы коллектива.

Хотя три из этих услуг требуют коммутации каналов, но это, вероятно, будет осуществляться с помощью замены реальных каналов виртуальными. Поскольку любая информация предоставляется в пакетах, включая речь, факс

и видео, пакеты в виртуальном канале будут передаваться с учетом приоритета. Диалоговое мультимедиа высокой скорости гарантирует клиенту качество, за которое он заплатил, и в основном занимает неприоритетные каналы, когда они не используются. Классический пример – передача данных в течение промежутков (пауз) в разговоре, но есть и другие. Например, большинство процедур заочной конференции с помощью телевидения и передачи изображений с помощью видефона передают только те части изображений, которые изменились, а не постоянно все кадры, позволяя существенную экономию пропускной способности. Видеоряд при телепередаче объекта, расположенного неподвижно в неизменяющейся комнате, может быть передан очень небольшим количеством данных, хотя наблюдается всплеск передачи данных, как только кто-то (или что-то) начинает двигаться. В настоящее время речь составляет самую большую долю трафика через мобильные сети. Передача сообщений, использование мультимедийных услуг и передача данных занимает меньший объем, но демонстрирует быстрый рост.

## **1.2. Общая структура сетей сотовой связи стран СНГ**

Общая структура сетей сотовой связи стран СНГ (см. рис.1.1) разделяется на 2 больших подсети – сеть радиодоступа RAN (Radio Access Network) и сеть коммутации или опорную сеть CN (Core Network). Необходимо отметить, что в Европе, Америке и Азии сети сотовой связи более развиты и их структура несколько отличается от структуры сетей сотовой связи стран СНГ.

Сеть радиодоступа операторов стран СНГ – это продукт долгой эволюции, поэтому они состоят из сети радиодоступа к GSM, называемой GERAN (GSM EDGE Radio Access Network) и сети радиодоступа к UMTS, называемой UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network). На рис. сверху слева приведён пример GERAN, внизу слева, соответственно UTRAN.

Наибольшие изменения при переходе от GSM к UMTS происходят как раз в сети радиодоступа – оператору нужно построить вторую сеть и заново покрыть уже имеющиеся территории. Сетью радиодоступа охвачены огромные территории городов и открытых местностей, за счёт неё как раз и обеспечивается то огромное покрытие, которое предоставляют сети сотовой связи.

Опорная сеть – ядро сетей сотовой связи, в GSM эту часть сети называют сетью коммутации, в UMTS – Core Network, что можно перевести как ядро сети. К ядру сети могут подключаться различные сети радиодоступа. Опорная сеть мало эволюционирует в связи с эволюцией от GSM к UMTS, эта сильная эволюция происходит немного позже.

Опорная сеть, приведённая на рис.1.1, верхняя правая часть отвечает за голосовые соединения, или CS-соединения (Circuit Switch) называется домен коммутации каналов, нижняя правая часть отвечает за пакетные соединения, или же PS-соединения (Packet Switch) называется пакетный домен. Опорная сеть сосредоточена в одном или нескольких зданиях, принадлежащих оператору сотовой связи, в больших машинных залах.

Домашний регистр HLR – Home Location Register, Регистр положения домашних абонентов – это большая база данных, в которой хранится всё об абоненте данной сети. В крупных сетях, таких узлов несколько, они разбросаны по регионам. Их количество измеряется единицами штук. На практике это может быть распределённая база данных БД, потому что ёмкости одного HLR может не хватить для хранения данных обо всех абонентах. Тогда оператор покупает ещё один HLR (физическое устройство) и организует распределённую БД.

В домашнем регистре HLR хранится информация об услугах, подключённых у абонента:

- может ли абонент совершать исходящие звонки;
- может ли абонент отправлять/принимать SMS;
- разрешена ли услуга конференц-связи;

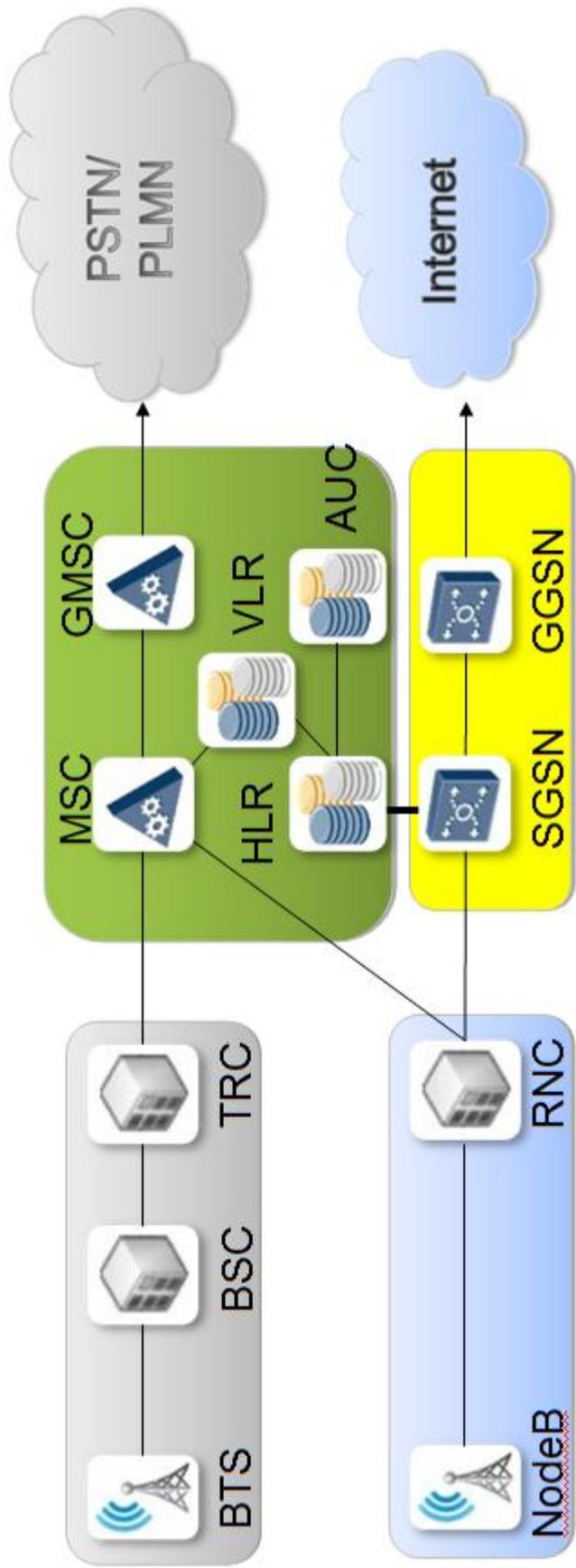


Рис.1.1. Общая структура сетей сотовой связи стран СНГ

- все остальные возможные услуги;
- идентификатор того MSC, в зоне действия которого сейчас находится абонент.

MSC – Mobile Switching Center, центр коммутации для мобильных абонентов; Визитный регистр VLR – Visitor Location Register, регистр положения гостевых абонентов. Логически это 2 отдельных узла, но на практике, это реализовано в одном и том же устройстве. VLR хранит в себе копию тех данных, которые записаны в HLR с той лишь разницей, что тут уже нет информации о том MSC, в зоне действия которого находится абонент. Здесь хранится информация о том, в зоне действия какого BSC находится данный абонент, данные только о тех абонентах, которые сейчас находятся в зоне действия того MSC, к которому подключен данный VLR.

MSC – классический коммутатор, основные его функции:

- для исходящего вызова – определить куда переключить вызов;
- для входящего соединения – определить на какой BSC отправить вызов.

Для выполнения этих функций MSC обращается в VLR за хранящейся там информацией. MSC не будет запрашивать HLR каждый раз, когда абоненту что-то нужно, а будет всё делать своими силами. Также MSC собирает данные для биллинга, далее эти данные скормливаются соответствующим системам.

AUC – AUthentication Center, центр аутентификации абонентов, отвечает за то, чтобы злоумышленник не мог получить доступ к сети от вашего лица, генерирует ключи шифрования, с помощью которых шифруется соединение абонента с сетью в самом уязвимом месте – на радиointерфейсе.

GMSC – Gateway MSC, шлюзовой коммутатор, используется только при входящих вызовах. У операторов есть определённая номерная ёмкость, этой номерной ёмкости сопоставляются шлюзовые коммутаторы сетей связи (сотовых, фиксированных). При наборе номера сотовым абонентом вызов доходит до коммутатора (MSC) его сети и MSC определяет куда дальше отправить этот вызов на основе имеющихся у него соответствий между

номера и шлюзами сетей. Вызов отправляется на GMSC сотового оператора, которым пользуется абонент Б. Далее GMSC делает запрос в HLR и узнаёт в зоне действия какого MSC сейчас находится вызываемый абонент. Туда дальше и перенаправляется вызов.

SGSN – Serving GPRS Support Node, обслуживающий узел поддержки GPRS, отвечает за то, чтобы определить каким образом предоставлять услуги на основе запрошенной APN (Access Point Name, точки доступа, например, mms.beeline.ru), осуществляет посчёт трафика.

GGSN – Gateway GPRS Support Node, шлюзовой узел поддержки GPRS, отвечает за правильную доставку пакетов до пользователя.

BSC – Base Station Controller, контроллер базовых станций, узел, к которому подключаются базовые станции, осуществляет управление базовыми станциями – назначает какому абоненту где сколько ресурсов выделить, определяет каким образом осуществляются хэндоверы. Когда с MSC приходит сигнал о входящем соединении для абонента, контроллер осуществляет процедуру пейджинга – через все подчинённые ему базовые станции посылает вызов данному абоненту, который должен отозваться через одну из базовых станций.

TRC – TRAnsCoder, транскодер – устройство, отвечающее за перекодирование речи из формата GSM в стандартный формат телефонии, используемый в фиксированных сетях связи и обратно. Таким образом, получается, что речь передаётся в формате сетей фиксированной связи в сети GSM на участке от GMSC до TRC.

BTS – Base Transceiver Station, базовая приёмопередающая станция, находится близко к самому пользователю. Именно базовые станции образуют ту самую паутину, которой накрывают операторы сотовой связи, от их количества зависит территория, на которой предоставляют услуги операторы сотовой связи. BTS обеспечивает выделение пользователям отдельных каналов связи, преобразует сигнал в высокочастотный, который будет передаваться в эфир, выдаёт высокочастотный сигнал на антенны.

RNC – Radio Network Controller, контроллер сети радиодоступа, выполняет те же функции, что BSC в GERAN.

### 1.3. Структура системы UMTS

На рис.1.2 приведена базовая сеть UMTS (Core Network CN) по отношению ко всем остальным объектам в пределах сети UMTS и всем интерфейсам ассоциированных сетей.

Опорная сеть CN состоит из объекта CS (домен коммутации каналов) для обеспечения передачи голоса и служб данных PS (пакетный домен) для обеспечения услуг на пакетной основе. Логическая структура предполагает чёткое разделение между доменами коммутации каналов CS и пакетным доменом PS. Домен коммутации каналов CS содержит функциональные объекты (см. рис.1.3): мобильный коммутационный центр (MSC) и шлюзовый MSC (GMSC). Пакетный домен PS состоит из функциональных объектов: обслуживающий узел поддержки GPRS (SGSN), шлюзовый узел поддержки GPRS (GGSN), сервер имён доменов (DNS), сервер

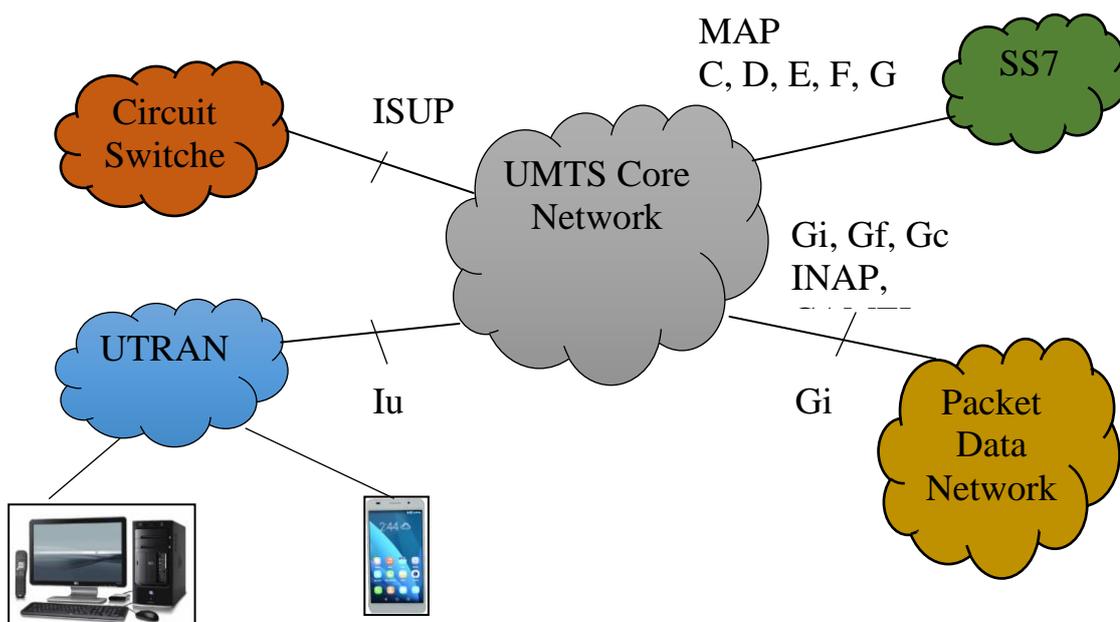


Рис.1.2. Структура базовой сети UMTS

динамического протокола конфигурации хоста (DHCP), шлюз оплаты пакетов, и брандмауэров. Базовая сеть может быть разделена на следующие различные функциональные области:

- функциональные объекты, нуждающиеся в поддержке услуг PS (например, 3G-SGSN, 3G-GGSN);
- функциональные объекты, нуждающиеся в поддержке услуг CS (например, 3G-MSC/VLR);
- функциональные объекты, обычные для двух типов услуг (например, 3G-HLR).

Другие области, которые могут быть рассмотрены как часть базовой структуры, включают:

- сетевые системы управления (выставление счетов и обеспечение, управление услугами, управление элементами и т.д.);
- система IN (пункт управления услугами (SCP), пункт служебных сигналов (SSP), и т.д.);
- инфраструктура коммутации/транспортировки ATM/SDH/IP.

На рис.1.3 приведены все объекты, которые соединяются с базовой сетью – сети радиодоступа к UMTS, называемая UTRAN, Телефонная сеть общего пользования ТфОП-PSTN, сеть Internet и логические соединения терминального оборудования (MS, UE), и PSTN/Internet.

3G-MSC является основным элементом опорной сети CN для обеспечения услуг домена коммутации каналов CS. 3G-MSC обеспечивает необходимое управление и соответствие сигнальным интерфейсам, включающим OKC7 подсистем MAP, ISUP, CAP, TCAP, SCCP. 3G-MSC обеспечивает взаимное соединение с внешними сетями, таким, как Телефонная сеть общего пользования ТфОП-PSTN и сеть с интеграцией услуг ISDN. 3G-MSC обеспечиваются следующие функциональные возможности:

- управление мобильностью: занимается прикреплением, аутентификацией, обновляет HLR, повторное размещение SRNS и передачей вызовов от

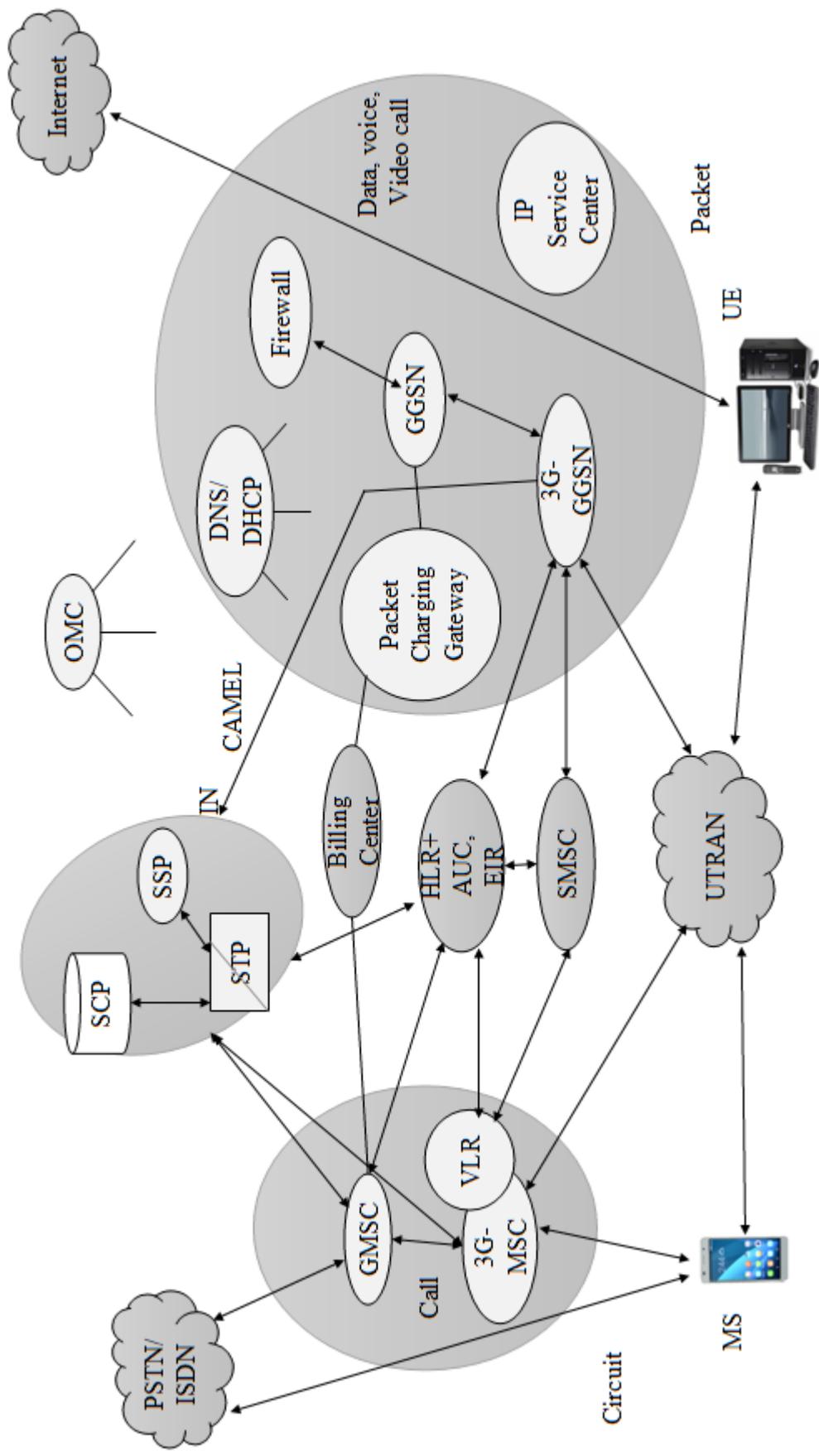


Рис.1.3. Логическая структура базовой сети UMTS

системы к системе;

- управление вызовами: имеет дело с сообщениями об установке вызовов от/к терминалу пользователя UE;
- дополнительные услуги: занимается дополнительными услугами, имеющими отношение к вызовам, такими, как ожидание вызова и т.д.
- услуги передачи данных CS: IWF обеспечивает адаптацию скорости и перевод сообщений в схематический режим услуг передачи данных, таких, как факсимильные сообщения;
- кодирование голоса;

интерфейсы OKC7 подсистем MAP и RANAP: 3G-MSC имеет возможность завершить исходящие или поступающие в сеть вызовы во взаимодействии с другими объектами мобильной сети, например, HLR,

- AUC (центр аутентификации). Он также контролирует/соединяется с RNC при помощи RANAP, где могут использоваться услуги OKC7;
- соединение ATM/AAL2 с UTRAN для транспортировки трафика в пользовательской плоскости через интерфейс Iu. Более высокая скорость передачи данных домена коммутации каналов CS может быть поддержана при использовании другого уровня адаптации;
- служба коротких сообщений (SMS): Эта функциональная возможность позволяет пользователю посылать и принимать данные в виде SMS в и из SMS-GMSC/SMS-IW MSC (взаимодействие MSC);
- функциональная возможность визитного регистра VLR: VLR является базой данных, которая может быть размещена в пределах 3G-MSC и может служить как промежуточное хранилище абонентских данных с целью поддержки мобильности абонента.
- функции интеллектуальной сети IN и протокола CAMEL.
- функциональная возможность агента OAM (эксплуатация, администрирование, сопровождение).

3G-SGSN является основным элементом Core Network CN для услуг пакетного домена PS. 3G-SGSN обеспечивает необходимую

функциональность управления по отношению к оборудованию пользователя (мобильные терминалы) UE и 3G-GGSN. Он также обеспечивает подачу соответствующих сигналов и интерфейсы, включая соединение с сетью на основе IP с 3G-GGSN, OKC7 с HLR/EIR/AUC и TCP/IP или OKC7 с UTRAN. 3G-SGSN выполняет следующие функции:

- управление сеансами: обрабатывает сообщения об установке сеансов от/для GGSN и работает с механизмами контроля приёма и качества обслуживания;
- интерфейсы Iu и Gu MAP: 3G-SGSN имеет возможность осуществлять исходящие и поступающие сеансы в сети во взаимодействии с другими объектами мобильной сети, например, GGSN, HLR, AUC. Он также контролирует/сообщается с UTRAN при помощи RANAP;
- физическое соединение ATM/AAL5 с UTRAN для транспортировки трафика в пользовательской плоскости через интерфейс Iu с использованием протокола туннелирования GPRS (GTP);
- соединение через интерфейс Gu с GGSN для транспортировки трафика в пользовательской плоскости при помощи GTP, необходимо обратить внимание, что для этого интерфейса не определено физического транспортного уровня;
- SMS: эта функциональная возможность позволяет пользователю посылать и принимать данные в виде SMS в и из SMS-GMSC /SMS-IW MSC.
- функциональная возможность абонентской базы данных: Эта база данных (аналогичная визитному регистру VLR) размещается в пределах 3G-SGSN и служит как промежуточное хранилище абонентских данных для поддержки мобильности абонента;
- оплата: SGSN собирает информацию по оплате, имеющую отношение к использованию абонентом радиосети;
- функциональная возможность техобслуживания OAM.

GGSN обеспечивает взаимодействие пакетного домена PS с внешними сетями. Он соединяется с SGSN через сеть на основе IP. GGSN может по

выбору поддерживать интерфейс OKC7 с домашним регистром HLR для работы с поступающими на мобильные устройства сеансами связи. 3G-GGSN обеспечивает следующие функции:

- обслуживание размещения информации на уровне SGSN (макромобильность);
- шлюз между сетью пакетной связи UMTS и внешними сетями данных (например. IP, X.25);
- специфические шлюзовые методы доступа во внутренние сети (например протоколы PPP);
- инициация маршрутизации пакетов, поступающих на мобильные устройства;
- контроль пользовательских данных/безопасность могут включать отсев данных на основе подписки, контроля пользователя или сетевого контроля;
- размещение адреса на пользовательском уровне: GGSN может понадобиться разместить (в зависимости от подписки) динамический адрес в UE в контексте активации PDP. Эта функциональная возможность может выполняться посредством использования функции DHCP;
- оплата: GGSN собирает данные по оплате, имеющие отношение к использованию пользователем внешней сети данных;
- функциональная возможность SMS-GMSC/SMS-IWMSC.

Общие требования для этих двух узлов – 3G-SGSN и GGSN включают отправку SMS из одной точки в другую. Данная функциональная возможность может быть разделена на две части. SMS-GMSC является MSC, наделённым возможностью принять поступающее SMS-сообщение от сервисного центра, запрашивая при этом у HLR информацию по маршрутизации и по SMS, и доставляя короткие сообщения в SGSN принимающего UE. SMS-GMSC обеспечивает следующие функции:

- принятие единиц пакетных данных коротких сообщений (PDU);
- запрашивание в HLR информации по маршрутизации;

- отправка PDU коротких сообщений в MSC или SGSN с использованием информации по маршрутизации;

SMS-TW MSC является MSC, наделённым возможностью принятия исходящего короткого сообщения из пределов сети связи наземных подвижных объектов общего пользования PLMN и передающего его в сервисный центр адресата. SMSTW MSC обеспечивает следующие функции:

- принятие PDU коротких сообщений от 3G-SGSN или 3G-MSC;
- установка канала связи с сервисным центром адресата;
- передача PDU коротких сообщений в сервисный центр.

Сервисный центр является функцией, ответственной за передачу, хранение и транспортировку коротких сообщений. Сервисный центр не является частью Core Network CN, хотя MSC и сервисный центр могут быть интегрированы друг с другом.

Брандмауэр – этот объект используется для защиты базовых сетей данных провайдеров услуг от атаки внешних сетей пакетных данных. Безопасность базовой сети данных может достигаться посредством применения механизмов фильтрации пакетов к перечням контроля доступа или любыми другими подходящими к ситуации методами.

DNS/DHCP – сервер DNS используется, как и любая другая сеть на основе IP, для преобразования имён хостов в IP-адреса, то есть, логические имена используются вместо IP-адресов. Также, сервер DNS используется для преобразования имени точки доступа (APN) в адрес GGSN IP. Он может по выбору использоваться для допуска UE к использованию логических имён вместо физических IP-адресов.

Сервер DHCP – сервер динамического протокола конфигурации хоста используется для управления размещением информации о конфигурации IP посредством автоматического назначения IP-адреса системам, конфигурированным для использования DHCP.

## Выводы

Общая структура сетей сотовой связи стран СНГ разделяется на 2 больших подсети – сеть радиодоступа RAN и сеть коммутации или опорную сеть CN (Core Network). Сеть радиодоступа операторов стран СНГ состоит из сети радиодоступа к GSM и сети радиодоступа к UMTS.

Основными компонентами сети UMTS являются – подсистема базовых станций и подсистема коммутации. В подсистему базовых станций UTRAN входят: RNC (Radio Network Controller), NodeB и оборудование пользователя UE. В подсистему коммутации входят: MSC/VLR/SSP и HLR/AUC/EIR.

SGSN – это Serving GPRS Support Node - обслуживающий узел GPRS для оказания услуги передачи данных в сотовых сетях. Его функции:

- управление пакетными сеансами,
- сбор данных тарификации,
- взаимодействие с элементами через интерфейсы Iu и Gu MAP,
- прием/передача SMS,
- абонентская база данных,
- транспортировка трафика в пользовательской плоскости через Iu.

GGSN - шлюзовые узлы GPRS - играют роль межсетевых коммутаторов.

## **2. ФУНКЦИИ ДОМАШНЕГО РЕГИСТРА HLR, ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО УЗЛА ПОДДЕРЖКИ GPRS SGSN В GPRS**

### **2.1. Структура GPRS**

GPRS – general packet radio services – это стандарт для передачи данных в сотовых сетях. Основными задачами технологии GPRS являются: эффективное использование канального ресурса, создание комфортной среды для абонента при работе с Интернетом, при передаче и получении мультимедийных сообщений MMS – Multimedia Messages Service. GPRS поддерживает протоколы пакетной передачи данных – IP и X.25. Физический канальный ресурс выделяют группе пользователей, канал занимает по мере поступления пакетов в соответствии с качеством услуг QoS, предоставляемых абоненту. Каждый пакет содержит идентификатор абонента и предназначен для конкретного пользователя. Пользователь передает и получает информацию пакетами; во время пауз канал связи занимают другие абоненты. Скорость передачи данных в пакете может изменяться, достигая 160 кбит/с, абоненту может быть выделено до 8 TS на одной частоте.

Скорости передачи в направлениях “вверх” и “вниз”, как правило, разные, например, 64 бит/с в направлении BSS→MS и 3кбит/с в направлении MS→BSS, асимметричные каналы обычно выделяют при доступе в Интернет. Стоимость сервиса зависит от объема переданной информации, QoS сеанса связи и общего времени подсоединения к сети. Абонентская станция виртуально подключена к сети Интернет и на время сеанса связи получает интернет-адрес.

Подсистема GPRS (см. рис.2.1) является «наложенной» на подсистему коммутации классической GSM. Роль MSC/VLR в пакетной сети подвижной связи выполняет SGSN. SGSN – это Serving GPRS Support Node, иначе говоря обслуживающий узел GPRS. Шлюзы с пакетными сетями передачи данных

представляют собой GGSN - Gateway GPRS Support Node или шлюзовые узлы GPRS. При сетевом подходе к обмену информацией структура GPRS (SGSN, GGSN и другие элементы) является подсетью внешних пакетных сетей, где GGSN играют роль межсетевых коммутаторов. Со стороны SGSN подсеть GPRS связана с подсистемой базовых станций.

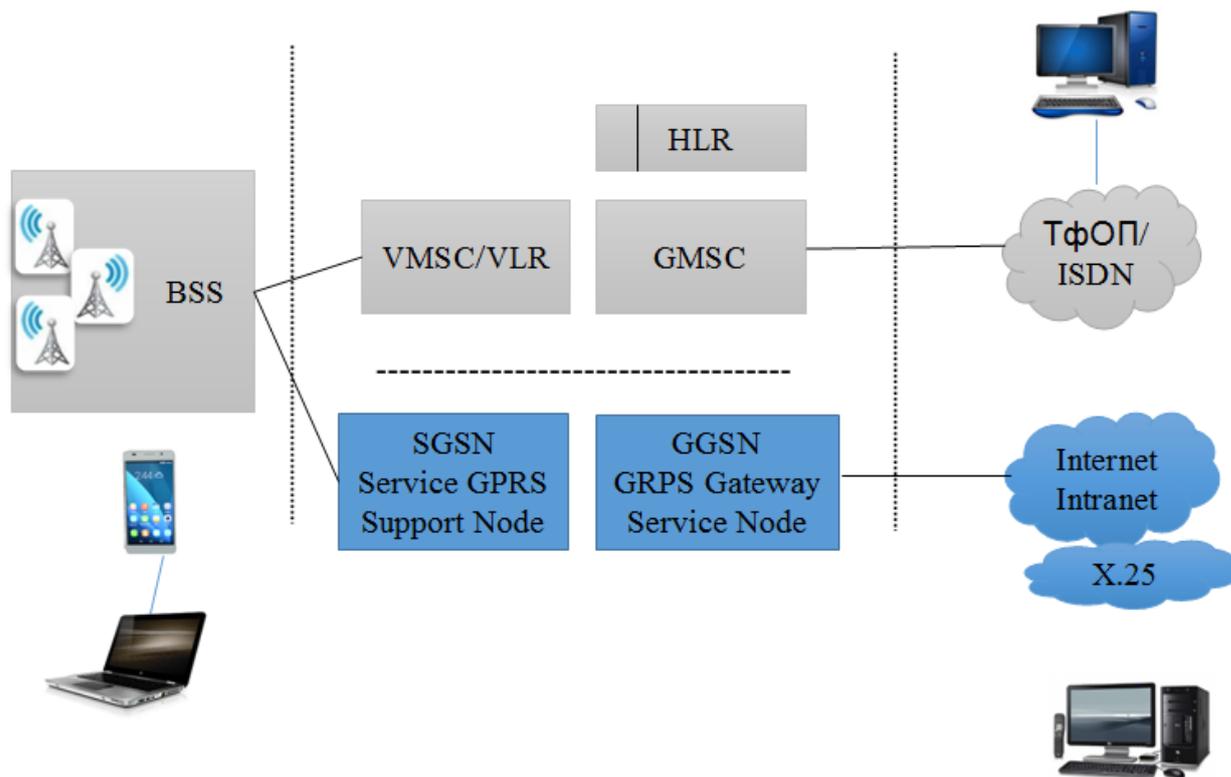


Рис. 2.1. Обобщенная структура сети с поддержкой GPRS

Абонент и абонентский терминал в GPRS выступают как пользователи внешней сети передачи данных. В этой сети абоненту назначают статический или динамический IP адрес, по которому идет обмен информационными пакетами. Пользователь постоянно подключен к пакетной сети, где ему предоставлен виртуальный канал, который является реальным (физическим) радиоканалом на время передачи пакета. В остальное время этот физический канал используют для передачи пакетов других абонентов. Абонентская станция включает дополнительное программное обеспечение для подключения к мобильной сети и обслуживания в ней.

Один и тот же каналный ресурс используют несколько абонентов, во время сеанса связи могут одновременно поступать пакеты разных пользователей, поэтому возможно возникновение очереди на передачу пакетов, что вызывает задержку в связи. Одной из характеристик, определяющих качество обслуживания абонента, является допустимая величина задержки.

Для GPRS свойственно гибкое управление предоставляемыми услугами. Пользователи могут получать различное качество услуг QoS с соответствующей градацией оплаты. В обычных сетях с коммутацией каналов QoS определяют 2 параметра:

- вероятность отказа в предоставлении канала Ротк и
- коэффициент ошибок при приеме информации BER (bit error rate).

В GPRS качество обслуживания описывают 5 характеристик, а именно:

- допустимые задержки,
- приоритет пользователя,
- пиковую пропускную способность канала
- среднюю пропускную способность канала,
- надежность в передаче информации.

При заключении договора клиент и оператор сети оговаривают все характеристики, в связи с чем меняются тарифы на предоставляемые услуги.

Рассмотрим функции основных элементов подсети.

SGSN – Serving GPRS Support Node – обслуживающий узел GPRS выполняет следующие функции:

- маршрутизация/ коммутация потоков пакетов данных между абонентской станцией и GGSN;
- преобразование протоколов передачи информации по магистрали Интернета в протоколы, используемые в BSS;
- аутентификация абонентов;
- шифрация сообщений, закрытие абонентов временными номерами при работе в пакетной сети (P-TMSI);

- ведение базы данных обслуживаемых пакетной сетью абонентов, обеспечение их локализации для процедуры Mobility Management и необходимый QoS;
- реализация взаимодействие с MSC/VLR и HLR сети подвижной связи с коммутацией каналов;
- сбор информации об оказанных услугах для биллинга.

Шлюз GGSN выполняет следующие функции:

- маршрутизация пакетов в направлении внешняя пакетная сеть→MS;
- обеспечение интерфейса с пакетной сетью передачи данных;
- назначении динамических адресов абонентам совместно с другими элементами сети;
- сбор информации для биллинга.

При создании сети GPRS усложняются функции контроллера базовой станции BSC и самой базовой станции BTS. В состав BSC включен дополнительный блок PCU - Packet Control Unit. Контроллер базовой станции выполняет следующие функции:

- распределение канального ресурса между абонентами, обслуживаемыми по коммутируемым каналам, и мобильными станциями MS, работающими в пакетном режиме;
- организация каналов абонентам пакетной сети в соответствии с требуемым QoS;
- фрагментация и сборка кадров для передачи по радиоканалам;
- контроль качества передачи по радиоканалам.

В состав базовой станции BTS входит новое кодирующее устройство CCU (Channel Codec Unit). В HLR находятся дополнительные данные об абонентах, которым предоставляют услуги GPRS, называемые базисным PDP - Packet Data Protocol контекст.

- Более подробный вариант структуры GPRS приведена на рис.2.2. К GPRS магистрали, связывающей SGSN с различными шлюзами GGSN для выхода на разные сети (Интернет, корпоративные сети), подключают

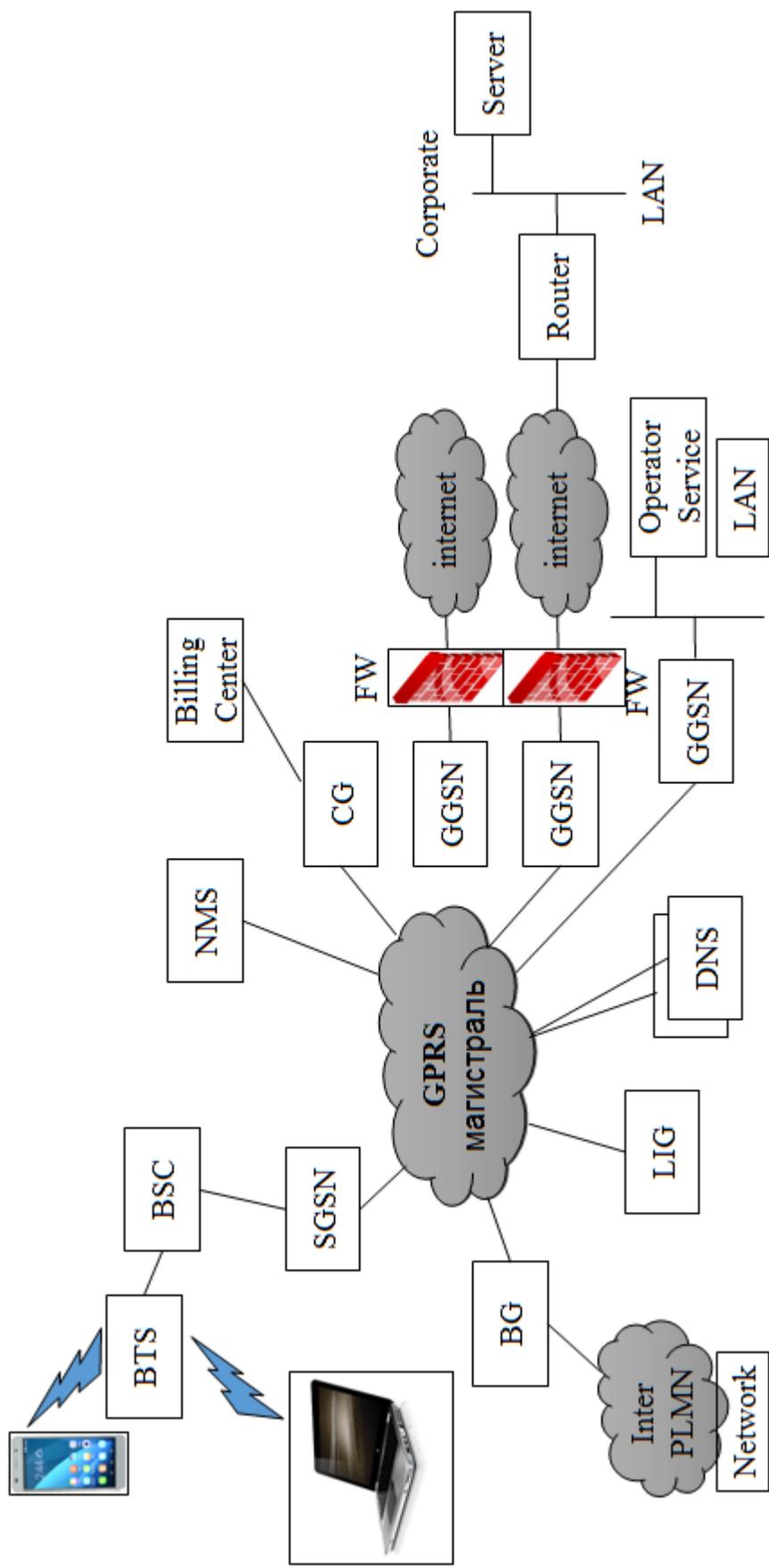


Рис.2.2. Подробный вариант структуры GPRS

несколько дополнительных шлюзов:

- LIG – Legal Interception Gateway, шлюз для законного прослушивания информации;
- CG – Charging Gateway, шлюз для доступа в биллинговый центр;
- BG – Border Gateway, шлюз для доступа на межоператорскую (международную) сеть GPRS.
- SGSN – Serving GPRS Support Node – Обслуживающий узел GPRS;
- GGSN – Gateway GPRS Support Node – Шлюзовый узел GPRS;
- BG – Border Gateway – Граничный шлюз;
- FW – Firewall – Брандмауэр для обеспечения защиты сети GPRS от несанкционированного входа со стороны внешних сетей;
- LAN – Local Area Network – Местная (корпоративная) сеть;
- CG – Charging Gateway – Шлюз для подключения к биллинговому центру;
- DNS – Domain Name Server – Сервер имен доменов, организующий подмену символических адресов пакетных сетей (Интернет, Интранет) на соответствующие им IP адреса;

NMS – Network Management System – Подсистема управления сетью.

В сети GPRS вводятся новые процедуры. Во время подключения пользователя к сети GPRS происходит его регистрация в SGSN, активизация программного обеспечения GPRS в MS и в базах данных по обслуживанию абонента в SGSN и GGSN, т.н. активизация PDP контекста. При этом пользователь или получает временный адрес в соответствующей пакетной сети, или активируют его постоянный адрес. Во время сеанса связи MS может находиться в разных состояниях:

- Ready – абонентской станции выделен канальный ресурс;
- Standby – абонентская станция находится в режиме ожидания вызова.

Когда мобильная станция MS находится в движении при состоянии Standby, происходит процедура RoutingArea Updating, подобная процедуре LocationUpdating в обычной GSM. Если MS находится в состоянии Ready, то при перемещении из соты в соту станция производит реселекцию сот. BSC

по ее запросу переключает каналы трафика от одной BTS к другой. Хэндовера в GPRS нет.

## 2.2. Структура протоколов GPRS

Для передачи как абонентских данных, так и сигнальной информации на всех интерфейсах GSM/GPRS используют многоуровневую систему протоколов, основанную на принципах 7-уровневой модели взаимодействия открытых систем. Многоуровневую структуру протоколов, используемую для передачи абонентских данных, принято называть плоскостью передачи (Transmission Plane), а для передачи сигнальной информации - сигнальной плоскостью (Signalling Plane).

Протоколы передачи сообщений предназначены для передачи пользовательской информации в виде IP или X.25 дейтаграм от MS к внешним сетям и обратно. Структура этих протоколов включает процедуры управления, связанные с передачей информации, например, управление потоком, обнаружение и исправление ошибок.

Протоколы интерфейса Gn между SGSN и GGSN в значительной степени построены с использованием стандартного стека TCP/IP. Узлы магистрали GSN имеют локальные IP -адреса, что делает их невидимыми как для внешней сети, так и для MS. По этому же принципу построены и интерфейсы Gp между GSN различных PLMN. Структура протоколов Gn - интерфейса включает в себя:

- GTP – GPRS Tunnelling Protocol для организации туннеля для передачи пакетов данных и сигнализации конкретных абонентов, инкапсуляции на передающей стороне и декапсуляции на приемной стороне пакетов данных PDU.
- UDP/TCP протоколы для передачи инкапсулированных GTP пакетов данных между GSN. UDP обеспечивает передачу дейтаграм без подтверждения принятых данных с определенной защитой данных от

ошибок при приеме. TCP обеспечивает прием сообщений с подтверждением, когда протоколы более высокого уровня (например, X.25) ориентированы на соединение.

- IP протокол используется GSN для маршрутизации пользовательских данных и сигнальной информации.
- L2, L1 – канальный и физический уровни. Спецификации GSM не определяют протоколы этих уровней. Реализация этих уровней между GSN (Gn - интерфейс) находится в компетенции оператора.

Gb - интерфейс обеспечивает установление логического соединения между SGSN и MS, а также транспортировку пакетов между SGSN и BSC. Структура протоколов Gb - интерфейса включает в себя:

- SNDCP – SubNetwork Dependent Convergence Protocol – Промежуточный протокол, устанавливающий точки входа к протоколам более высокого уровня и к точкам доступа к более низкому LLC уровню. Обеспечивает компрессию, сегментацию и десегментацию, мультиплексирование и демultipлексирование пакетов данных. Компрессии подвергают абонентские данные и заголовки пакетов (опционально). Сегментация необходима для ограничения размеров пакетов, транспортируемых нижестоящим LLC уровнем через радиointерфейс.
- LLC – Logical Link Control) – обеспечивает логическое соединение SGSN и MS. С точки зрения LLC уровня логическое соединение между SGSN и MS поддерживается даже, если в данный момент отсутствует физическое соединение на более низком RLC/MAC уровне (т.е. нет передачи пакетов данных). Физическое соединение устанавливают только, если на LLC уровне появляются данные для передачи. LLC уровень обеспечивает необходимую степень качества обслуживания и высоконадежную шифрацию передаваемых пакетов. LLC уровень реализован независимым от протоколов нижележащих уровней радиointерфейса, что позволило использовать подсистему коммутации GSM/GPRS сети в UMTS сетях.
- BSSGP – BSS GPRS Protocol – транспортирует LLC-фреймы, а также

информацию о маршрутизации и QoS между блоком PCU BSS и SGSN без коррекции ошибок.

- Протокол Frame Relay FR мультиплексирует пакеты многих пользователей на одной физической линии в отличие от A-интерфейса, где выделенный канальный ресурс предоставляют абонентам независимо от их активности. Сигнализация и данные идут по одному каналу. Для передачи пакетов одного пользователя образуют виртуальное соединение между SGSN и BSC. LLC-фреймы различных абонентов уплотняют статистически в этих виртуальных соединениях. Максимальное поле информации в Frame Relay - 1600 октетов. Протокол позволяет обнаруживать ошибки при передаче, но не исправляет их.
- L1bis. Физический уровень на Gb-интерфейсе. Его реализуют посредством технологии ИКМ-30.

Протоколами 2-го уровня радиointерфейса являются:

- RLC/MAC (Radio Link Control / Medium Access Control) – в совокупности выполняют функции канального уровня, связаны между собой и служат для обеспечения высоконадежной передачи данных на радиointерфейсе. RLC уровень при передаче сегментирует LLC-фреймы на RLC/MAC блоки, которые поступают на MAC уровень. При приеме RLC восстанавливает LLC-фреймы из RLC/MAC блоков. RLC также выполняет функции мультиплексирования, для того, чтобы более одной MS могли использовать один физический канал, а одна MS могла занимать до 8 TS. При передаче с подтверждением RLC уровень обеспечивает повторную передачу RLC/MAC блоков. Функции MAC уровня заключаются в управлении сигнальными процедурами через Um интерфейс, необходимыми для получения доступа к сети на радиointерфейсе (запрос и выделение радиоканала), включая постановку пакетов в очередь в соответствии с их приоритетом.
- GSM RF (Radio Frequency) – это физический уровень, используемый для передачи пакетов данных через радиointерфейс Um.

Функции Relay в SGSN и BSS означает передачу пакетов от интерфейса Gb к Gn и от Um к Gb соответственно.

Рассмотрим структуру протоколов, используемых для передачи сигнальной информации (Signaling Plane), и служащих для поддержки следующих функций:

- управление подключением к GSM/GPRS сети и отключением от нее ("GPRS attach" и "GPRS detach");
- управление атрибутами данных при установлении сетевого соединения и активации PDP адресов (X.25 или IP);
- управление маршрутизацией установленного соединения с учетом мобильности абонента;
- поддержка выделения сетевых ресурсов в соответствии с запросами абонентов;
- реализация дополнительных услуг.

Сигнальные протоколы между MS и SGSN (рис.2.3) дополнительно к рассмотренным выше функциям GSM RF, RLC/MAC и LLC уровней включают уровень GMM/SM – GPRS Mobility Management and Session Management.

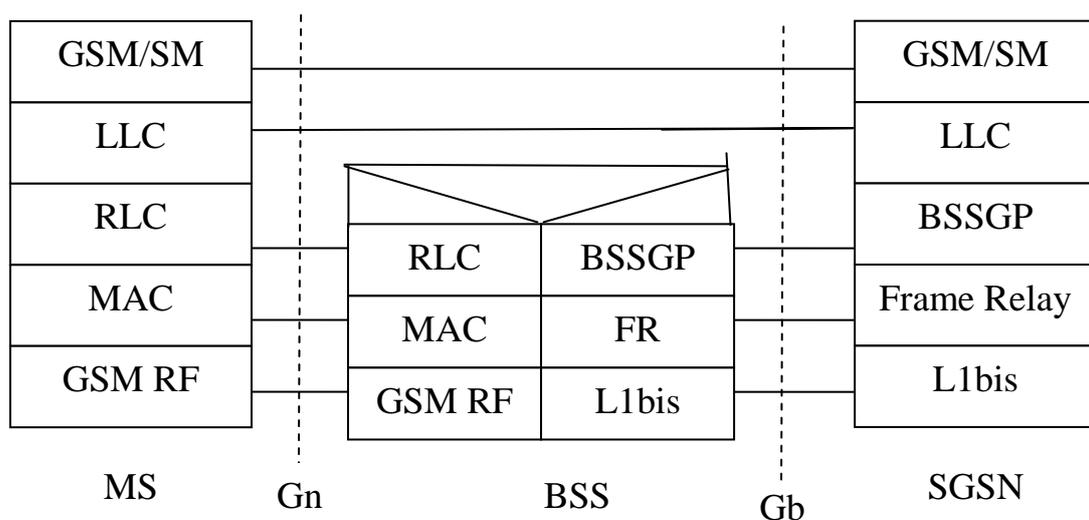


Рис.2.3. Структура протоколов для передачи сигнальной информации между MS и SGSN

GMM/SM протокол, поддерживает функции управления мобильностью (Mobility Management), такие как «GPRS attach» и «GPRS detach», обновление данных при смене зон локализации и маршрутизации (LA Update, RA Update), функции безопасности. С другой стороны, задача GMM/SM состоит в управлении активацией и деактивацией PDP-контекстов.

Для передачи сигнализация между GSN (Gn интерфейс) использует те же протоколы (рис.2.4), что и при передаче абонентской информации: L1, L2, IP, UDP и GTP. При этом GTP туннелирует как абонентские данные, так и сигнальную информацию, передаваемую между GSN.

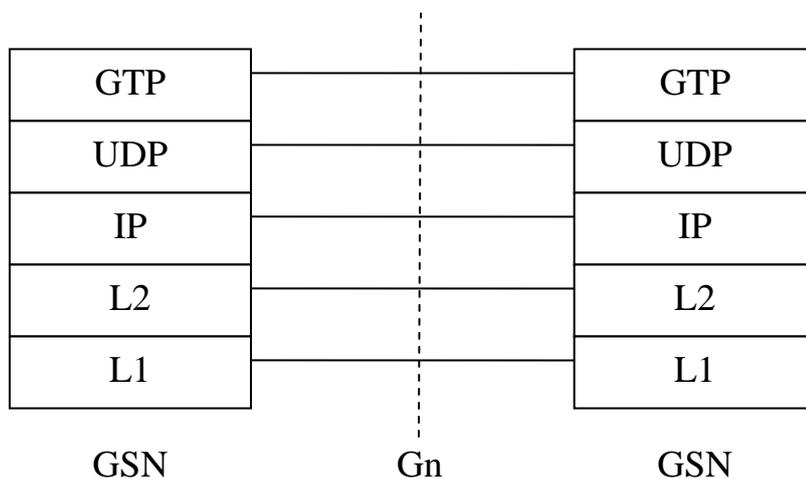


Рис.2.4. Структура протоколов для передачи сигнальной информации между GSN

Интерфейсы Gr, Gf, Gd и Gc реализованы на основе системы ОКС7. Структура их протоколов (рис.2.5) совпадает со структурой протоколов подсистемы коммутации классической GSM. Прикладная часть поддержки мобильности MAP представляет собой специфическое программное обеспечение сетей GSM. Более низкие уровни и подуровни TCAP, SCCP, MTP являются стандартными протоколами ОКС7.

Специфический обмен сигнальной информацией происходит между SGSN и MSC/VLR (Gs интерфейс). Используя этот интерфейс, «классическая GSM» может осуществлять процедуры IMSI attach/detach и пейджинг MS

через подсеть GPRS, что значительно более эффективно. Возможно также выполнение комбинированного обновления данных о местоположении (RA/LA Update) и решение некоторых других задач. На Gs интерфейсе использована специальная прикладная часть BSSAP+ ОКС7 (рис.2.6).

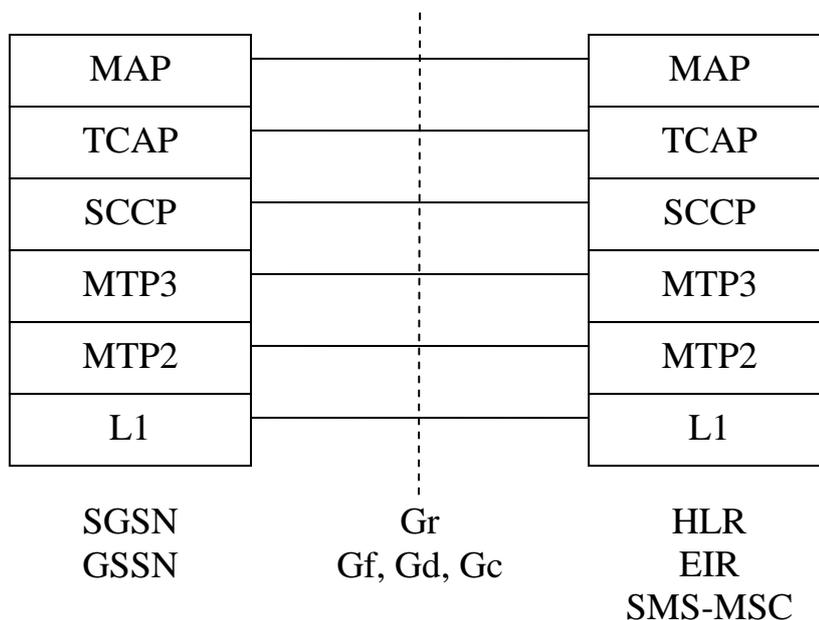


Рис.2.5. Структура протоколов для передачи сигнальной информации на интерфейсах Gr, Gf, Gd, Gc

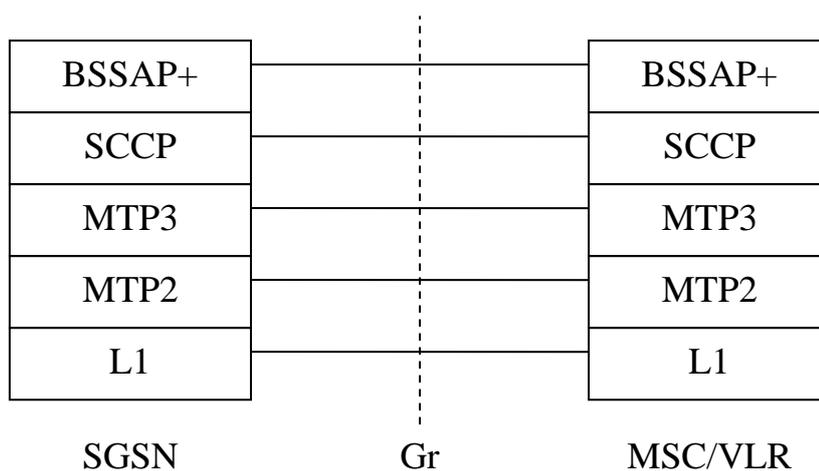


Рис.2.6. Структура протоколов для передачи сигнальной информации между SGSN и MSC/VLR

### 2.3. Функции HLR и VLR

Домашний регистр местоположения HLR (Home Location Register) хранит те часть информации о местоположении какой-либо подвижной станции, которая позволяет центру коммутации доставить вызов определенной мобильной станции. Практически HLR представляет собой справочную базу данных о постоянно зарегистрированных в сети абонентах. В ней содержатся опознавательные номера и адреса, а также параметры подлинности абонентов, состав услуг связи, специальная информация о маршрутизации. Ведется регистрация данных об изменении местоположения и роуминге (блуждании) абонента, включая данные о временном идентификационном номере подвижного абонента TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) и соответствующем визитном регистре местоположения VLR. Домашний регистр HLR содержит международный идентификационный номер подвижного абонента IMSI (International Mobile Subscriber Identity), состав услуг связи, специальную информацию о маршрутизации. Он используется для опознавания подвижной станции в центре аутентификации (AUC – Authentication Center).

Домашний регистр местоположения HLR вместе с MSC обеспечивает маршрутизацию вызова и изменения местоположения (роуминг) мобильной станции и содержит всю административную информацию каждого абонента, зарегистрированного в соответствующей сети GSM, наряду с текущим местоположением мобильных станций. Местоположение мобильных станций находится обычно в форме адреса данной мобильной станции в VLR. Логически существует только один HLR в сети GSM, хотя он может быть реализован как распределенная база данных. К данным, содержащимся в HLR, имеют дистанционный доступ все мобильные центры коммутации MSC и визитные регистры VLR сети. Если в сети имеются несколько домашних регистров HLR, в базе данных содержится только одна запись об абоненте, поэтому каждый HLR представляет собой определенную часть общей базы

данных сети об абонентах. Доступ к базе данных об абонентах осуществляется по номеру IMSI или по MSISDN-номеру подвижной станции в сети ISDN (MSISDN – Mobile Station ISDN Number). К базе данных могут получить доступ MSC или VLR, относящиеся к другим сетям, в рамках обеспечения межсетевого роуминга абонентов.

Визитный регистр местоположения VLR (Visit Location Register) – это второе основное устройство, обеспечивающее контроль над передвижением подвижной станции из зоны в зону. С помощью VLR достигается функционирование подвижной станции за пределами зоны, контролируемой HLR. Когда в процессе перемещения подвижная станция переходит из зоны действия одного контроллера базовой станции BSC, объединяющего группу базовых станций, в зону действия другого BSC, она регистрируется новым BSC, и в VLR заносится информация о номере области связи, которая обеспечит доставку вызовов подвижной станции. Для сохранности данных, находящихся в HLR и VLR, в случае сбоев предусмотрена защита устройств памяти этих регистров.

Визитный регистр VLR включает в себя такие же данные, как и домашний регистр HLR, однако эти данные содержатся в VLR только до тех пор, пока абонент находится в зоне, контролируемой VLR.

В сети подвижной связи GSM соты группируются в географические зоны LA (Location Area), которым присваивается свой идентификационный номер LAC (Location Area Code). Каждый VLR содержит данные об абонентах в нескольких LA. Когда подвижный абонент перемещается из одной географической зоны LA в другую, данные о его местоположении автоматически обновляются в VLR. Если старая и новая географические зоны LA находятся под управлением различных VLR, то данные на старом VLR стираются после их копирования в новый VLR. Текущий адрес VLR абонента, содержащийся в HLR, также обновляется.

VLR обеспечивает также присвоение номера для услуг роуминга мобильной станции MSRN (Mobile Station Roaming Number). Когда

подвижная станция принимает входящий вызов, VLR выбирает его MSRN и передает его на MSC, который осуществляет маршрутизацию этого вызова к базовым станциям, находящимся рядом с подвижным абонентом.

Во время движения подвижная станция может покинуть зону, обслуживаемую одним MSC/VLR, и переместиться в зону, которую обслуживает другой MSC/VLR. В этом случае MSC/VLR участвует в передаче управления от одного MSC/VLR к другому. Он также присваивает новый временный мобильный опознавательный код станции TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) и передает его в HLR. Новый MSC/VLR инициирует процедуру установления подлинности абонента и его оборудования. Кроме случая, когда подвижный абонент меняет зону местоположения, временный номер может периодически изменяться по решению оператора с целью защиты от злонамеренного перехвата номеров участников разговора. В этом случае процедура изменения идет также с использованием VLR, для доступа к VLR могут использоваться идентификационные номера IMSI, TSMI и MSRN.

Визитный регистр VLR – это локальная база данных в данной зоне, которая содержит информацию о подвижном абоненте. Применение VLR позволяет сократить число запросов HLR, и это снижает сетевой трафик и уменьшает время обслуживания.

Рассмотрим примеры состава долговременных и временных данных, хранящихся в HLR и VLR.

Состав долговременных данных, хранящихся в HLR и VLR:

- международный идентификационный номер подвижного абонента IMSI;
- номер подвижной станции в сети ISDN (MSISDN);
- категория подвижной станции;
- ключ засекречивания;
- используемые пароли;
- класс приоритетного доступа;
- список разрешенных дополнительных видов обслуживания;

- оповещение вызываемого абонента о номере вызывающего абонента;
- разрешение/запрещение идентификации номера вызываемого абонента;
- график работы мобильной станции;
- индекс закрытой группы пользователей;
- код блокировки закрытой группы пользователей;
- состав вызовов, которые могут быть переданы;
- свойства закрытой группы пользователей;
- льготы закрытой группы пользователей;
- запрещенные исходящие вызовы в закрытой группе пользователей;
- максимальное количество абонентов закрытой группы.

В домашнем регистре HLR хранятся следующие временные данные:

- временный номер подвижного абонента в VLR – TMSI;
- параметры аутентификации и шифрования;
- адрес регистра местоположения VLR;
- код Зоны Местоположения;
- номер соты при хэндовере;
- регистрационные данные;
- таймер ожидания ответа;
- состав текущих паролей;
- активность (есть/нет соединения).

В визитном регистре VLR находящиеся временные данные имеют состав:

- временный идентификационный номер подвижного абонента TMSI;
- идентификаторы зоны расположения;
- код Зоны Местоположения;
- номер соты при хэндовере;
- параметры аутентификации и шифрования.

## Выводы

GPRS – это стандарт для передачи данных в сотовых сетях для эффективного использования канального ресурса, создания комфортной среды для абонента при работе с Интернетом, при передаче и получении мультимедийных сообщений MMS с поддержкой протоколов IP и X.25.

Абонент и абонентский терминал в GPRS выступают как пользователи внешней сети передачи данных.

SGSN – обслуживающий узел GPRS выполняет следующие функции:

- маршрутизация/ коммутация потоков пакетов данных между абонентской станцией и GGSN;
- преобразование протоколов передачи информации по магистрали Интернета в протоколы, используемые в BSS;
- аутентификация абонентов;
- шифрация сообщений, закрытие абонентов временными номерами при работе в пакетной сети (P-TMSI);
- ведение базы данных обслуживаемых пакетной сетью абонентов;
- реализация взаимодействия с MSC/VLR и HLR;
- сбор информации об оказанных услугах для биллинга.

Домашний регистр HLR вместе с MSC обеспечивает маршрутизацию вызова и изменения местоположения (роуминг) мобильной станции и содержит всю административную информацию каждого абонента, зарегистрированного в соответствующей сети, наряду с текущим местоположением мобильных станций.

Визитный регистр VLR – это локальная база данных в данной зоне, которая содержит информацию о подвижном абоненте. Визитный регистр VLR включает в себя такие же данные, как и домашний регистр HLR, однако эти данные содержатся в VLR только до тех пор, пока абонент находится в зоне, контролируемой VLR.

### 3. РАСЧЁТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ G<sub>r</sub> ИНТЕРФЕЙСА ПАКЕТНОЙ СЕТИ UMTS

#### 3.1. Положение G<sub>r</sub> интерфейса в сети UMTS

G<sub>r</sub> интерфейс – это интерфейс между обслуживающим узлом поддержки GPRS, называемым SGSN, и домашним регистром HLR, который является очень нужным для пакетной сети оператора, т.к. именно через него проходят процедуры аутентификации и авторизации абонента при проведении процедур GPRS Attach, либо Combined IMSI&GPRS Attach. G<sub>r</sub> интерфейс является «чисто» сигнальным интерфейсом, т.е. предназначен для передачи служебной информации, то он базируется на модели ОКС7, в качестве основного протокола верхнего уровня используется MAP (см.рис.3.1), а если быть точным то специальная версия – MAP-N.

BSSAP+	MAP	CAP	RANAP
	TCAP		
SCCP			
MTP3	M3UA		
	SCTP		
MTP2	IP		
MTP1	L2		
	L1		

Рис.3.1. Протокольная структура G<sub>r</sub> интерфейса

Интерфейсы, предназначенные для передачи служебной сигнальной информации, в UMTS всегда реализуются на основании стека модели ОКС7,

транспортом для них может выступать различные технологии – ИКМ (PCM), IP, ATM (см.рис.3.2).

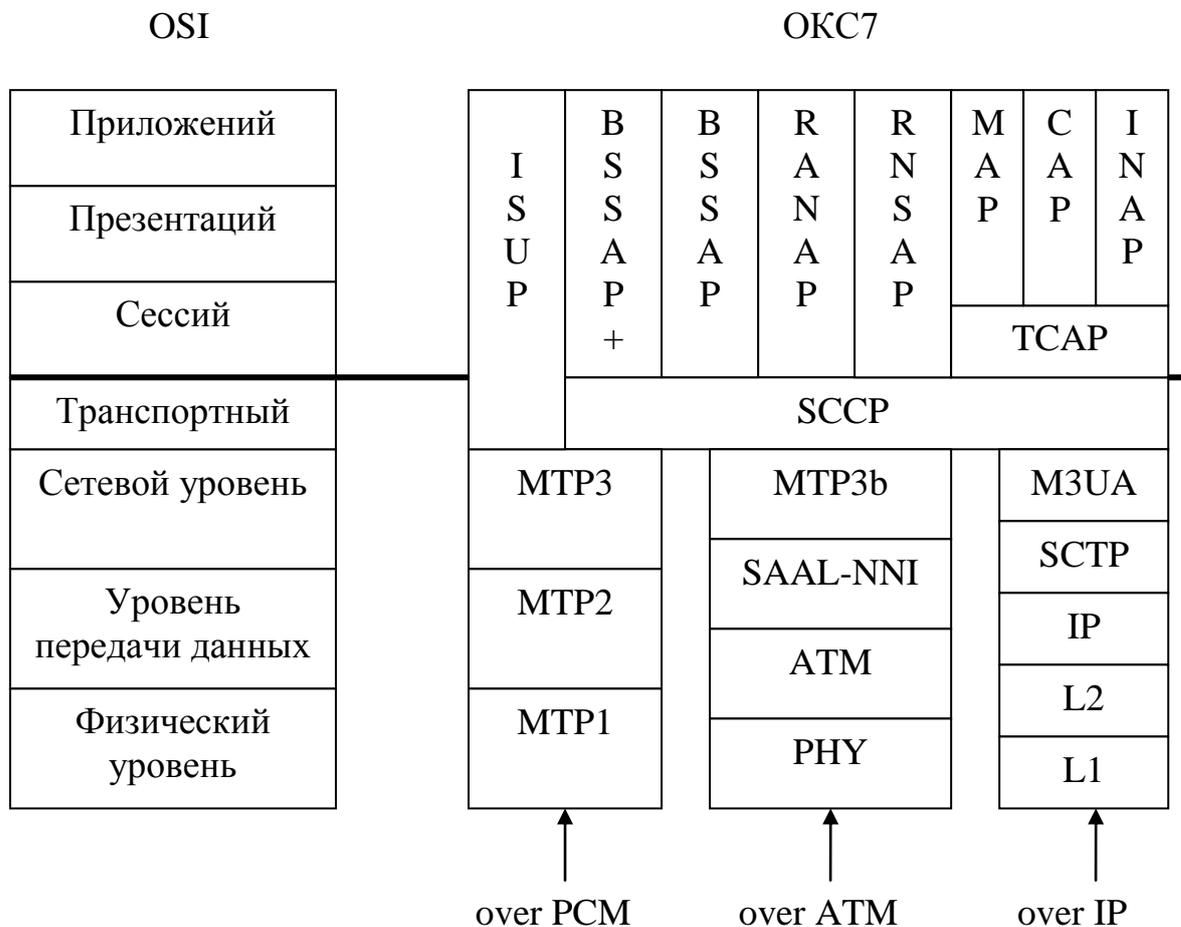
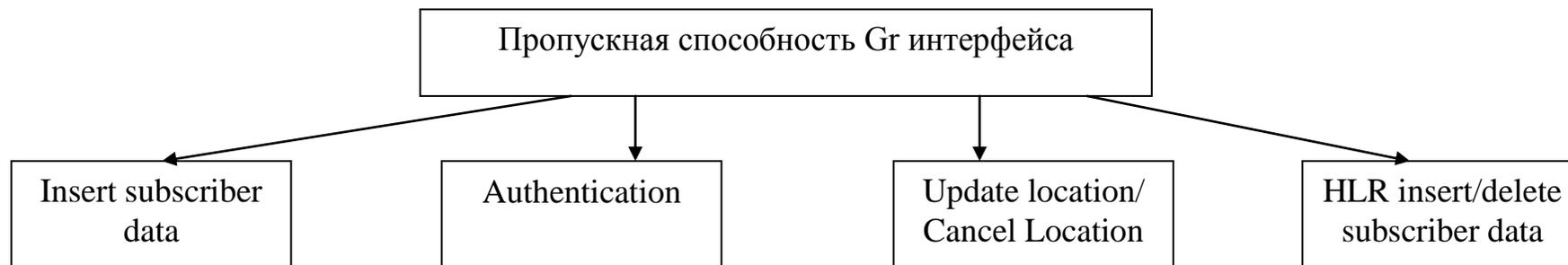


Рис.3.2. Реализация интерфейсов, предназначенных для передачи служебной сигнальной информации, в UMTS

### 3.2. Алгоритм расчёта Gr интерфейса

Алгоритм расчёта Gr интерфейса приведён на рис.3.3. За основу берётся расчёт удельной пропускной способности Gr интерфейса в ЧНН. Взаимодействие между обслуживающим узлом поддержки GPRS (SGSN) и домашним регистром HLR необходимо для проведения сигнальных процедур:

- Insert subscriber data;



Сигнальные процедуры через Gg интерфейс	Среднее число попыток от 1 аб в ЧНН	Длина сообщения, байт	Всего байт от 1 аб в ЧНН
Insert subscriber data	0,85	262	222,7
Authentication	0,8875	360	319,5
Update location	0,11	72	7,92
Cancel Location	0,85	102	86,7
HLR insert/delete subscriber data	0,00125	211	0,26375
Всего в байтах			637,08
Удельная пропускная способность Gg интерфейса бит/с			1,41

Рис.3.3.Алгоритм расчёта Gg интерфейса

- соты в соту – Update location;
- отмена определения местоположения пакетного абонента при отключении терминала – Cancel Location;
- добавление новых/ удаление старых данных о пакетных абонентах в домашний регистр HLR – HLR insert/delete subscriber data.

Каждая из процедур характеризуется определённой стандартной длиной передаваемого сообщения, выраженной в байтах, например, для проведения процедуры аутентификации пакетного абонента длина сообщения 360 байт (см.рис.3.3). От одного пакетного абонента в ЧНН для той же процедуры аутентификации передаётся трафик равный

$$\begin{array}{l} \text{трафик} \\ \text{сигнальной} \\ \text{процедуры от 1} \\ \text{пакетного аб в} \\ \text{ЧНН} \end{array} = \begin{array}{l} \text{длина} \\ \text{сообщения} \\ \text{сигнальной} \\ \text{процедуры в} \\ \text{байтах} \end{array} * \begin{array}{l} \text{Среднее} \\ \text{число} \\ \text{попыток} \\ \text{от 1 аб в} \\ \text{ЧНН} \end{array} \quad (3.1)$$

Для процедуры аутентификации это равно

$$\begin{array}{l} \text{трафик процедуры} \\ \text{аутентификации от 1} \\ \text{пакетного аб в ЧНН} \end{array} = 360 * 0,8875 = 319,5 \text{ байт}$$

Удельная пропускная способность  $G_r$  интерфейса бит/с может быть найдена по формуле

$$\begin{array}{l} \text{Удельная} \\ \text{пропускная} \\ \text{способность } G_r \\ \text{интерфейса} \\ \text{бит/с} \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \text{сумма трафиков} \\ \text{сигнальной} \\ \text{процедуры от 1} \\ \text{пакетного аб в ЧНН} \end{array} * \begin{array}{l} 8 \\ \text{бит} \end{array}}{3600 \text{ с}} \quad (3.2)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Удельная пропускная способность Gr интерфейса бит/с} &= \frac{(222,7+319,5+7,92+86,7+0,26375)*8}{3600 \text{ с}} = \\
 &= \frac{637,08}{3600 \text{ с}} = 1,41 \text{ бит/с}
 \end{aligned}$$

### 3.3. Численные результаты расчёта Gr интерфейса

Приведём численные значения для количественной оценки параметров Gr интерфейса. Расчёты произведены в программе Microsoft Excel и там же построены графики.

В таблице 3.1 приведены результаты расчёта пропускной способности Gr интерфейса в зависимости от количества абонентов при меняющемся значении процедуры обновления местоположения (Update Location). Среднее число попыток процедуры Update Location от 1 абонента в ЧНН принимало значения 0,11, 0,18, 0,06 и имеет следующее толкование:

- среднее число попыток процедуры Update Location от 1 абонента в ЧНН равно 0,11 – пользователь пакетного сервиса со средней скоростью перемещается от соты к соте, данный параметр применяют, если пользователь едет в автобусе;
- среднее число попыток процедуры Update Location от 1 абонента в ЧНН равно 0,18 – пользователь пакетного сервиса с высокой скоростью перемещается от соты к соте, данный параметр применяют, если пользователь едет на автомобиле;
- среднее число попыток процедуры Update Location от 1 абонента в ЧНН

Таблица 3.1.

Зависимость пропускной способности Gт интерфейса от процедуры обновления местоположения (Update Location)

кол-во аб сети	% аб с услугой GPRS	кол-во аб аб с услугой GPRS, тыс.	Insert subscriber data	Authentication 2	Update location 1	Update location 2	Update location 3	Cancel Location	HLR insert/delete subscriber data	1- Удельная пропускная способность Gт на 1аб, бит/с	2- Удельная пропускная способность Gт на 1аб, бит/с	3- Удельная пропускная способность Gт на 1аб, бит/с	1 - пропускная способность Gт, кбит/с	2 - пропускная способность Gт, кбит/с	3 - пропускная способность Gт, кбит/с
10000	10	1	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	1,38	1,39	1,37
500000	10	50	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	69,13	69,67	68,74
500000	20	100	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	138,26	139,35	137,47
500000	30	150	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	207,38	209,02	206,21
500000	40	200	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	276,51	278,70	274,95
500000	50	250	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	345,64	348,37	343,69
500000	60	300	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	414,77	418,05	412,42
500000	70	350	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	483,90	487,72	481,16
500000	80	400	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	553,02	557,40	549,90
500000	90	450	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	622,15	627,07	618,64
500000	100	500	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	691,28	696,75	687,37

Таблица 3.2.

Зависимость пропускной способности Gg интерфейса от процедуры аутентификации

кол-во аб сети	% аб с услугой GPRS	кол-во аб с услугой GPRS, тыс.	Insert subscriber data	Authentication 1	Authentication 2	Authentication 3	Update location 1	Cancel Location	HLR insert/delete subscriber data	1- Удельная пропускная способность Gg на 1аб, бит/с	2- Удельная пропускная способность Gg на 1аб, бит/с	3- Удельная пропускная способность Gg на 1аб, бит/с	1 - пропускная способность Gg, кбит/с	2 - пропускная способность Gg, кбит/с	3 - пропускная способность Gg, кбит/с
10000	10	1	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	1,38	1,20	1,43
500000	10	50	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	69,13	59,85	71,57
500000	20	100	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	138,26	119,70	143,14
500000	30	150	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	207,38	179,55	214,71
500000	40	200	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	276,51	239,40	286,28
500000	50	250	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	345,64	299,25	357,85
500000	60	300	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	414,77	359,10	429,42
500000	70	350	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	483,90	418,95	500,99
500000	80	400	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	553,02	478,81	572,56
500000	90	450	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	622,15	538,66	644,12
500000	100	500	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	691,28	598,51	715,69

– равно 0,06 – пользователь пакетного сервиса со малой скоростью перемещается от соты к соте, данный параметр применяют, если пользователь идёт пешком, одновременно используя пакетные сервисы.

На рис.3.4 приведены графики зависимостей пропускной способности Gр интерфейса от процедуры обновления местоположения (Update Location), которые по результатам расчётов построены графики. Из расчётов и графика видно, что с увеличением числа абонентов, использующих пакетные сервисы, от 10% до 100% возрастают требования к пропускной способности Gр интерфейса от 69,13кбит/с до 691,28 кбит/с для параметра среднее число попыток процедуры Update Location от 1 абонента в ЧНН равно 0,11. С увеличением и резким уменьшением скорости передвижения абонента от соты к соте величина пропускной способности Gр интерфейса практически не изменяется от 1,39 кбит/с до 696,75 кбит/с для параметра среднее число попыток процедуры Update Location от 1 абонента в ЧНН равно 0,18, и от 1,37 кбит/с до 687,37 кбит/с для параметра Update Location 0,06.

Процедура обновления местоположения (Update Location) практически не влияет на пропускную способность Gр интерфейса, графики практически сливаются в один. Это объясняется тем, что основная нагрузка при обновлении местоположения абонента при перемещении из соты в соту выполняется визитным регистром VLAR.

В таблице 3.2 приведены результаты расчёта пропускной способности пропускной способности Gр интерфейса в зависимости от количества абонентов при меняющемся значении процедуры аутентификации. На рис.3.5 приведены график для этого расчёта. Процедуры аутентификации очень часто используется при использовании пакетных сервисов в мобильной сети. Полоса пропускания является важным параметром с точки зрения QoS.Если пользователь производит серфинг в интернете, то задержка в передаче данных не окажет сильного влияния, но при использовании видеовызова это очень критичный параметр. Если пакетный сервис запущен, но запросов от него не поступает в течение 5-10мин, то VLAR сбрасывает временные

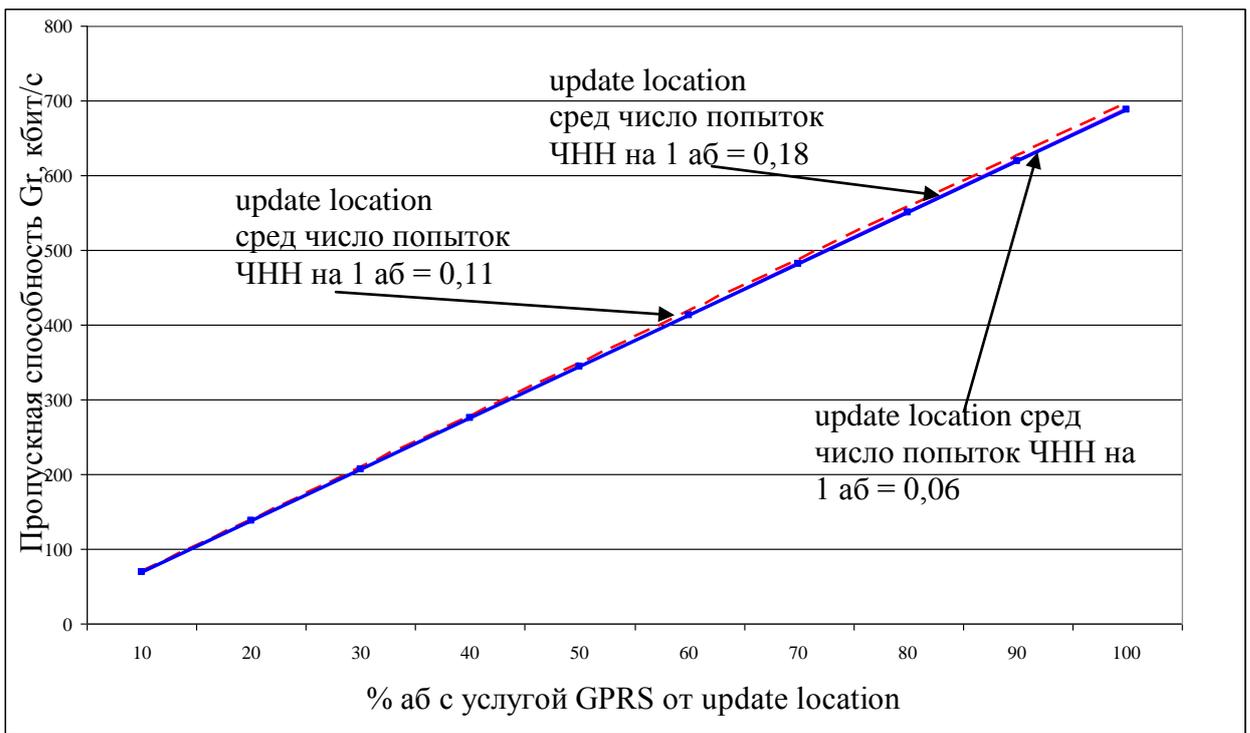


Рис.3.4. График зависимости пропускной способности  $G_r$  интерфейса от процедуры обновления местоположения (Update Location)

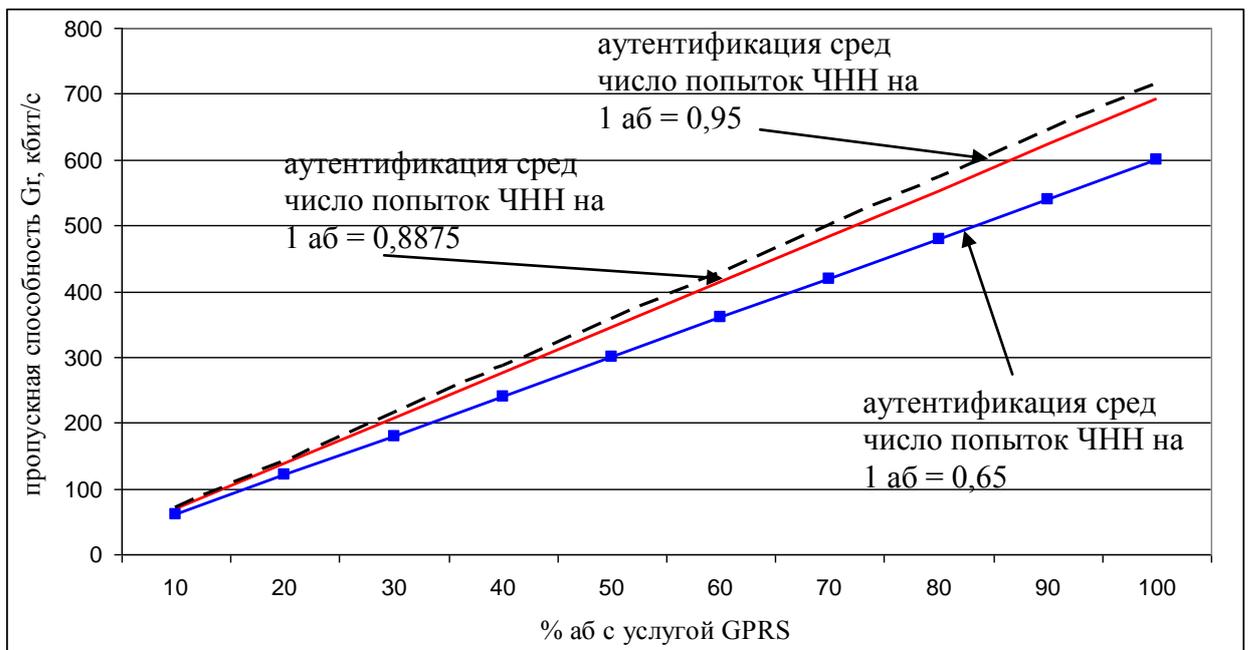


Рис.3.5. График зависимости пропускной способности  $G_r$  интерфейса от процедуры аутентификации

данные, освобождая ячейки для других пользователей. При новом запросе запущенного пакетного сервиса будет производиться повторная процедура аутентификации.

Из расчётов и графика видно, что с увеличением числа абонентов, использующих пакетные сервисы, от 10% до 100% возрастают требования к пропускной способности G<sub>r</sub> интерфейса от 69,13кбит/с до 691,28 кбит/с. С возрастанием попыток использования процедуры аутентификации от 0,65 до 0,95 на 1 пакетного абонента в ЧНН, тенденция сохраняется, график смещается вверх от 59,85 кбит/с до 598,51 кбит/с для параметра аутентификации 0,65 и от 71,57 кбит/с до 715,69 кбит/с для параметра аутентификации 0,95.

## **Выводы**

G<sub>r</sub> интерфейс – это интерфейс между SGSN и домашним регистром HLR, через него проходят процедуры аутентификации и авторизации абонента при проведении процедур GPRS Attach, либо Combined IMSI&GPRS Attach.

G<sub>r</sub> интерфейс – сигнальный интерфейс для передачи служебной информации, базируется на модели ОКС7, в качестве основного протокола верхнего уровня используется MAP.

С увеличением числа абонентов, использующих пакетные сервисы, от 10% до 100% возрастают требования к пропускной способности G<sub>r</sub> интерфейса от 69,13кбит/с до 691,28 кбит/с.

Процедура обновления местоположения (Update Location) практически не влияет на пропускную способность G<sub>r</sub> интерфейса, графики практически сливаются в один. Это объясняется тем, что основная нагрузка при обновлении местоположения абонента при перемещении из соты в соту выполняется визитным регистром VLR.

С возрастанием попыток использования процедуры аутентификации от 0,65 до 0,95 на 1 пакетного абонента в ЧНН, тенденция сохраняется, график смещается вверх от 59,85 кбит/с до 598,51 кбит/с для параметра аутентификации 0,65 и от 71,57 кбит/с до 715,69 кбит/с для параметра аутентификации 0,95.

## **4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЯ**

### **4.1. Роль эргономики в обеспечении безопасности труда**

Реализация компетенции ускорения социально - экономического развития нашей страны предполагает осуществление технического перевооружения народного хозяйства на основе механизации, автоматизации, компьютеризации и роботизации производства. Техническое перевооружение производства на такого рода основе осуществляется и в области связи, где начато широкое внедрение цифровой обработки сигналов и вычислительной техники в системе передачи и коммутации сообщений, радиосвязи телевидении, автоматической электросвязи. Автоматизация и компьютеризация систем связи приводят к коренному изменению средств и характера трудовой деятельности, а следовательно, и условий труда. Труд облегчается, оздоравливаются его условия, так как он переходит в сферу операторской деятельности, связанное с управлением (контролем) объектом (процесса) и внешней обстановки.

Однако автоматизация и компьютеризация производства может иметь и определённые отрицательные социальные последствия, так как предъявляются повышенные требования к психофизическим возможностям человека-оператора - он отвечает за эффективность функционирования системы, в том числе и в экстремальных ситуациях. Например, в результате ошибки радиомонтажника при монтаже радиоэлементов на плате получается одна бракованная деталь, ошибка же оператора роботизированной автоматической радиомонтажной линии приведёт к браку партии, число плат в которой может быть значительным. Кроме того, для операторской деятельности характерным является снижение двигательной активности в процесс труда, что может повлиять на здоровье работающих.

Трудовые функции в условиях автоматизации меняются. В процессе труда оператор воспринимает, удерживает в памяти и перерабатывает

значительную по объёму информацию, принимает решения и управляет состоянием системы. Содержание его трудовой деятельности – физические, психические процессы - активное восприятие, запоминание, мышление. В условиях современного производства возникла задача согласования конструкции технических систем и условий их функционирования с психофизиологическими возможностями работающего человека.

Изучением и проектированием системного взаимодействия человека (групп людей) в процессе труда с техническими средствами, предметами деятельности и внешней средой занимается отрасль знаний, именуемая эргономикой. Цель эргономики - повышение эффективности и качества деятельности человека в системе «человек - машина - предмет деятельности – среда» при условии сохранения здоровья человека и создании предпосылок для развития личности.

В терминологическом аппарате эргономики употребляют более сокращенное наименование такого рода систем - система “человек - машина” (СЧМ), под которой понимается система, состоящая из человека - оператора (группы операторов) и машины, посредством которой он (они) осуществляют трудовую деятельность. Под машиной в СЧМ понимают совокупность технических средств, используемых человеком-оператором. Человек-оператор, (оператор СЧМ) - это человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет управление объектом (процессом) с помощью информационной модели. Информационная модель - это организованное в соответствии с определённой системой правил отображение состояния управляемого объекта (процесса), внешней среды и способов воздействия на них.

Задачами эргономики является проектирование и совершенствование как процессов (способов, алгоритмов, приёмов) выполнения деятельности и способов подготовки (обучения, тренировки, адаптации) к ней, так и характеристик средств и условий деятельности, которые непосредственно влияют на эффективность, качество деятельности и психофизиологического

состояния человека.

Эргономические методы широко используются при решении задач оптимизации решения задач оптимизации распределения и согласования функций между человеком и машиной, проектирование деятельности человека и машины рационально распределить функции между ними как элементами единой системы при условии обеспечения требуемой работоспособности здоровых и безопасных условий деятельности, т.е. с учётом социальной функции человека как субъекта труда.

Использование достижений эргономики при создании техники позволяет более эффективно решать задачи охраны труда, так как эргономические решения всегда направлены на ликвидацию или снижение до минимально допустимых уровней опасных и вредных производственных факторов, совершенствование конструкции оборудования с учётом психофизиологической нагрузки организм человека, оптимизацию его трудовой деятельности при условии обеспечения требуемой безопасности работающих.

Тесные связи охраны труда и эргономики складываются и при решении важнейшей социальной задачи перехода от техники безопасности к безопасной технике. Техника такого рода исключает возможность возникновения травм и болезней, повышает содержательность и привлекательность труда, создаёт условия для проявления человеком своих творческих способностей, так как человек не просто работник, а личность, всестороннее развитие которой является неотъемлемым фактором роста производственных сил и социального прогресса общества.

#### **4.2. Стадии развития чрезвычайных ситуаций**

Исследования в области чрезвычайных ситуаций позволяют сделать вывод, что основная масса экстремальных событий возникает в результате:

– воздействия природного фактора (природные процессы вследствие

- гравитации, земного вращения, разницы температур и др.);
- воздействия природной среды на сооружения и технику (коррозия, изменение технических показателей и т.п.);
  - возникновения или развития по вине человека (например, при нарушении правил эксплуатации) отказов и дефектов в сооружениях, машинах и т.п.;
  - воздействия технологических процессов (температур, вибрации, агрессивных паров и жидкостей, повышенных нагрузок и пр.) на сооружения, машины, механизмы и т.п.;
  - военной деятельности и др.

Независимо от классификационной принадлежности, в развитии чрезвычайных ситуаций выделяют четыре стадии – зарождения, инициирования, кульминации, затухания.

Стадия зарождения – возникновение условий или предпосылок для чрезвычайной ситуации (усиление природной активности, накопление деформаций, дефектов и т.п.). Установить момент начала стадии зарождения трудно. При этом возможно использование статистики конструкторских отказов и сбоев, анализируются данные сейсмических наблюдений, метеорологические оценки и т.п.

Стадия инициирования – начало чрезвычайной ситуации. На этой стадии важен человеческий фактор, поскольку статистика свидетельствует, что до 70% техногенных аварий и катастроф происходит вследствие ошибок персонала. Более 80% авиакатастроф и катастроф на море связаны с человеческим фактором. Для снижения этих показателей необходима более качественная подготовка персонала. Так, например, в США для подготовки оператора для АЭС затрачивается до 100 тыс. долларов. Необходимо поднимать престиж работы диспетчера и оператора.

Стадия кульминации – стадия высвобождения энергии или вещества. На этой стадии отмечается наибольшее негативное воздействие на человека и окружающую среду вредных и опасных факторов чрезвычайной ситуации. Одной из особенностей этой стадии является взрывной характер

разрушительного воздействия, вовлечение в процесс токсичных, энергонасыщенных и других компонентов.

Стадия затухания – локализация чрезвычайной ситуации и ликвидация ее прямых и косвенных последствий. Продолжительность данной стадии различна, возможны дни, месяцы, годы и десятилетия.

В качестве примера предлагается следующая последовательность событий:

- наступление пожароопасного периода в лесу можно оценить как стадию зарождения чрезвычайной ситуации;
- оставленный не затушенным костер в лесу вызвал стадию инициирования чрезвычайной ситуации;
- лесной пожар – это стадия кульминации чрезвычайной ситуации;
- стадия затухания начинается с момента взятия под контроль пожара, т.е. его локализации (ограничения). Окончание стадии затухания связано с тушением пожара и дальнейшими работами по рекультивации земель и восстановлению лесных посадок.

#### **4.2.1. Защита населения в чрезвычайных ситуациях**

Защита населения в чрезвычайных ситуациях - одна из главных задач гражданской обороны. Объем и характер защитных мероприятий определяются особенностями отдельных районов и объектов, а также вероятной обстановки, которая может сложиться в результате, химического, бактериологического (биологического) и других видов заражения. Защита населения при возникновении чрезвычайных ситуаций в условиях мирного и военного времени организуется и осуществляется в соответствии с определенными принципами, основными из которых являются:

1. Постоянное руководство проведением мероприятий по защите населения со стороны советских органов, руководителей министерств, ведомств и

объектов народного хозяйства.

2. Мероприятия по защите населения заблаговременно планируются и проводятся по всей территории страны во всех городах, населенных пунктах и на всех объектах народного хозяйства.
3. Защита населения планируется и проводится дифференцирование с учетом политического, экономического и оборонного значения экономических районов, городов и объектов народного хозяйства.
4. Мероприятия по защите населения планируются и проводятся во взаимодействии с мероприятиями, проводимыми Вооруженными Силами РФ.
5. Мероприятия по защите населения планируются и осуществляются в комплексе с планами экономического и социального развития республики, края, области, города и объекта народного хозяйства.

Под режимом защиты понимается применения средств и способов защиты людей, предусматривающий максимальное уменьшение возможных случаев заражения, отравления либо облучения людей и наиболее целесообразные их действия в зоне поражения.

Способами защиты населения являются:

- своевременное оповещение населения;
- мероприятия противорадиационной и противохимической защиты (ПР и ПХЗ);
- укрытие в защитных сооружениях;
- использование средств индивидуальной защиты;
- проведение эвакуационных мероприятий (рассредоточения и эвакуации населения из городов в загородную зону).

Помимо этого организуется и проводится всеобщее обязательное обучение населения способам защиты. Также проводится защита продовольствия, сооружений на системах водоснабжения и водозаборов на подземных источниках воды от заражения радиоактивными, отравляющими веществами и бактериальными средствами, радиационная, химическая и

бактериологическая разведка, установление режимов защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов, а также дозиметрический и лабораторный (химический и бактериологический) контроль. Планируются профилактические противопожарные, противоэпидемические и санитарно-гигиенические мероприятия, спасательные и неотложные аварийно - восстановительные работы (СНАВР) в очагах поражения, санитарная обработка людей, обеззараживание техники, одежды, обуви, территории и сооружений.

Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Ликвидация чрезвычайных ситуаций – это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизней и сохранение здоровья людей, снижение ущерба природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

Аварийно-спасательные работы проводятся в целях поиска и деблокирования пострадавших, оказания им медицинской помощи и эвакуации в лечебные учреждения. Аварийно-спасательные работы в очагах поражения включают:

- разведку маршрутов движения и участков работ;
- локализацию и тушение пожаров на маршрутах движения и участках работ;
- подавление или доведение до минимально возможного уровня возникших в результате чрезвычайной ситуации вредных и опасных факторов, препятствующих ведению спасательных работ;
- поиск и извлечение пораженных из поврежденных и горящих зданий, загазованных, затопленных и задымленных помещений, из завалов и блокированных помещений;
- оказание первой медицинской и врачебной помощи пострадавшим и эвакуацию их в лечебные учреждения;

вывоз (вывод) населения из опасных зон;

- санитарную обработку людей, ветеринарную обработку животных, дезактивацию, дезинфекцию и дегазацию техники, средств защиты и одежды, обеззараживание территории и сооружений, продовольствия, воды, продовольственного сырья и фуража.

Аварийно-спасательные работы проводятся в максимально сжатые сроки. Это вызвано необходимостью оказания своевременной медицинской помощи пораженным, а также тем, что объемы разрушений и потерь могут возрастать вследствие воздействия вторичных поражающих факторов (пожары, взрывы, затопления и т.п.).

Неотложные работы проводятся в целях создания условий для проведения аварийно-спасательных работ, предотвращения дальнейших разрушений и потерь, вызванных вторичными поражающими факторами, а также обеспечения жизнедеятельности объектов экономики и пострадавшего населения. Неотложные работы включают:

- прокладывание колонных путей и устройство проходов в завалах и зонах заражения (загрязнения);
- локализацию аварий на газовых, энергетических, водопроводных, канализационных, тепловых и технологических сетях в целях создания безопасных условий для проведения спасательных работ;
- укрепление или обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом или препятствующих безопасному проведению спасательных работ;
- ремонт и восстановление поврежденных и разрушенных линий связи и коммунально-энергетических сетей в целях обеспечения спасательных работ;
- обнаружение, обезвреживание и уничтожение невзорвавшихся боеприпасов в обычном снаряжении и других взрывоопасных предметов;
- ремонт и восстановление поврежденных защитных сооружений для укрытия от возможных повторных поражающих воздействий;

- санитарную очистку территории в зоне чрезвычайной ситуации;
- первоочередное жизнеобеспечение пострадавшего населения.

Успех аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах чрезвычайных ситуаций достигается:

- заблаговременной подготовкой органов управления, сил и средств РСЧС к действиям при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций, в т.ч. заблаговременным всесторонним изучением особенностей вероятных действий (участков и объектов работ), а также маршрутов ввода сил;
- экстренным реагированием на возникновение чрезвычайной ситуации (организацией эффективной разведки, приведением в готовность и созданием в короткие сроки необходимой группировки сил и средств, своевременным вводом ее в зоны ЧС);
- непрерывным, твердым и устойчивым управлением работами, принятием оптимального решения и последовательным претворением его в жизнь, поддержанием устойчивого взаимодействия сил ликвидации чрезвычайной ситуации;
- непрерывным ведением работ до полного их завершения с применением современных технологий, обеспечивающих наиболее полное использование возможностей сил и средств;
- неуклонным выполнением установленных режимов работ и мер безопасности;
- организацией бесперебойного обеспечения работ и жизнеобеспечения пострадавшего населения и спасателей.

### **4.3. Экологические факторы в категориях экономики**

Одной из трудностей современной экономической теории является включение экологических ценностей и факторов в число экономических категорий. Проблема имеет своеобразную историю. Из всех ценностей

окружающего мира марксистская политэкономия допускала в круг экономических категорий только продукты человеческого труда. Это создавало трудности для теоретиков природопользования и даже служило препятствием для установления цен на возобновимые природные ресурсы. Трудности проистекали из того, что с позиций житейского здравого смысла условия, при которых в окружающей человека среде оказывается больше солнечного света и тепла, больше чистой воды и свежей зелени, цветов и тишины, обладают не только повышенной «ценностью», но и вполне реальной повышенной стоимостью, хотя на наличие всего этого не был затрачен человеческий труд.

Для преодоления этих трудностей применялись различные логические конструкции. Чтобы только не отходить от трудового происхождения стоимости, рассуждали о том, что «природа молча и незримо «трудится» вместе с человеком и за человека», воссоздавая почву, опыляя цветы возделываемых растений, поставляя лекарства и т.д. О возобновимых ресурсах, таких, например, как солнечная энергия, говорилось, что «они лежат за границами экономических измерений и, следовательно, за границами представлений о национальном богатстве».

Но почему-то семья, где есть дети, при покупке жилья готова заплатить большую цену за квартиру на солнечной стороне при равенстве прочих качеств. Экономистам хорошо известна «температурная рента» и вполне определенная зависимость стоимости жизни от географической широты.

Возмещаемые с помощью труда природные ресурсы разрешалось квалифицировать как стоимости, а те, которые лежат за границами возмещения, нельзя было включать в категорию богатства, «ибо их ценность в масштабах развития всего человеческого рода не соизмерима ни с каким объемом благ, создаваемых тем или иным поколением». Другими словами, «ценность» так велика, что не может иметь стоимости.

Подобные абсурда и неувязки снимаются и все становится на свое место, если отказаться от догмата трудовой теории стоимости. Положение,

согласно которому стоимость означает овеществленный в товаре труд и ничего более, исключает из рассмотрения категорию полезности, как будто стоимость равна ценности за вычетом полезности. Это придает всей трудовой теории стоимости ярко выраженный затратный характер и просто-напросто противоречит фактам даже в узком экономическом смысле.

В действительности же стоимость как ценность представляет собой итог синтеза результатов и затрат, выражающий единство всех воспроизводимых и невозпроизводимых ресурсов, в том числе и природных ресурсов и экологических условий. Не существует никакой стоимости, которая не содержит экологической сущности или в создании которой в той или иной форме не участвуют условия и факторы окружающей среды. Если даже упорно оставаться в шорах трудовой теории, то все равно не существует труда вне его биологической природы и экологической обусловленности.

Введение экологических факторов в число экономических категорий расширяет сферу приложения современного варианта теории экономического равновесия и, как ни странно, реанимирует давнюю умозрительную концепцию предельной полезности.

Еще Адам Смит (1723-1790) задавался вопросом: если стоимость зависит от полезности, то почему блага, имеющие высший полезный эффект (например, вода и воздух), ценятся, как правило, весьма низко или вообще не имеют стоимости, тогда как блага, польза которых с точки зрения естественных потребностей человека не очевидна (бриллианты и т.п.), имеют очень высокую ценность? Смит не нашел решения этого парадокса и потому апеллировал к затратам труда. А вслед за ним то же сделали Д.Рикардо и К.Маркс. Но довольно скоро стало ясно, что в теории стоимости речь должна идти не о всей совокупности потенциальной полезности какого-то блага в целом, а только о конкретной полезности, которую приносит вполне определенное количество данного блага. Мыслима ситуация, при которой несколько глотков воды оплачиваются горстью бриллиантов. С другой стороны, бесспорно, что весь запас пресной воды на Земле представляет

бесконечно большую ценность, чем мировой запас алмазов.

Драматизм современной эпохи заключается в том, что концепция предельной полезности становится все более применимой к состоянию биосферы и к планетарным запасам почв, лесов, пресной воды и даже воздуха, т.е. к тем ресурсам, которые всегда считались «внеэкономическими», или «свободными» благами. Они приобретают все более реальную стоимость для человечества. Однако, даже в таком комплексном показателе, как валовой национальный продукт до сих пор не учитывается экологическая составляющая.

Одной из трудностей современной экономической теории является включение экологических ценностей и факторов в число экономических категорий. Проблема имеет своеобразную историю. Из всех ценностей окружающего мира марксистская политэкономия допускала в круг экономических категорий только продукты человеческого труда. Это создавало трудности для теоретиков природопользования и даже служило препятствием для установления цен на возобновимые природные ресурсы. Трудности проистекали из того, что с позиций житейского здравого смысла условия, при которых в окружающей человека среде оказывается больше солнечного света и тепла, больше чистой воды и свежей зелени, цветов и тишины, обладают не только повышенной «ценностью», но и вполне реальной повышенной стоимостью, хотя на наличие всего этого не был затрачен человеческий труд.

## **Выводы**

В данной главе рассмотрены роль эргономики в обеспечении безопасности труда, стадии развития чрезвычайных ситуаций, экологические факторы в категориях экономики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многие из будущих приложений мобильных систем третьего поколения (3G) обнаруживаются по мере разработки стандартов этого поколения. В первую очередь разрабатываются и внедряются такие услуги, как доступ к беспроводным услугам Интернет, постоянный доступ к Сети, диалоговому видео и речи для сопровождения компьютерных услуг.

Термин 3G стал довольно неопределенным. Ранее положение о системах третьего поколения были определены достаточно точно в рамках стандартов. Они ставили цель обеспечить пользователям мобильной связи характеристики услуг не хуже, а может быть и лучше, чем в системе ISDN при скорости обмена 144 Кбит/с.

Некоторые первоначальные стандарты, переходные от поколения 2G к 3G, такие как стандарт "общая служба пакетной радиопередачи" (GPRS) и IS-95, могли обеспечивать характеристики, близкие к намеченным в 3G при некоторых оптимальных условиях. Например, служба пакетной передачи составляет не более 115кбит/с. Системы третьего поколения вначале не были предназначены для широкого использования из-за дорогих терминалов и оборудования базовых станций.

Технологически увеличение скоростей реализуется несколькими способами: расширением используемого спектра и новыми методами модуляции, применяющими сжатие данных при заданном частотном диапазоне. Например, новые методы модуляции заменяют традиционную двоичную систему системой с большим значением одного разряда (амплитудно-фазовая модуляция).

Требования к системам 3G наиболее полно сформулированы в рекомендациях IMT-2000 Международным союзом электросвязи (МСЭ). Наиболее важные из них:

- глобальный роуминг;
- сочетание пакетной коммутации данных и коммутации каналов;

- эффективное использование спектра частот;
- открытая архитектура;
- обеспечение передачи речи, данных и мультимедийных услуг;
- качество речи, сопоставимое с проводной связью;
- защита информации, сопоставимая с уже имеющейся системой в ТфОП/ISDN;
- взаимная работа со спутниковыми системами;
- высокая скорость передачи данных;
- поддержка иерархической структуры сот (HCS — Hierarchical Cell Structure);
- поэтапный подход к повышению скорости передачи данных до 2 Мбит/с.

В Европе преобладает тенденция разработки систем на основе CDMA, совместимых с GSM (в частности, с японскими системами), но не предусматривается совместимость в глобальном масштабе.

В США имеется много сторонников эволюционного развития CDMA One к системе CDMA-2000. При этом ни один из стандартов не предполагает взаимодействия с европейской и японской системой.

Операторы DAMPS и GSM являются сторонниками дальнейшего развития систем на базе временного разделения каналов (TDMA). В результате пока глобальный роуминг видится возможным только с использованием многорежимного телефона.

Наиболее подходящим является эволюционный путь развития. В связи с этим разрабатываемые стандарты должны предусматривать совместимость с их предшественниками. Конечная цель заключается в том, чтобы имеющиеся телефоны могли обслужить соединение при перемещении мобильной станции между сотами, базирующимися на старых и новых технологиях. Имеются различные направления эволюции. Фиксированные беспроводные системы (беспроводный доступ и локальные сети) лучше всего работают на намного более высоких частотах, чем обычные мобильные телефоны. Спутниковые телефоны являются более дорогими и имеют

намного большие размеры, чем те, которыми готово воспользоваться большинство людей. Беспроводные LAN получают развитие в некоторых областях, например, беспроводная работа по Интернету на улице и в движении.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов И.А. Доклад на заседании Кабинета Министров Республики Узбекистан, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2014 году и важнейшим приоритетам экономической программы на 2015 год. 17.01.2015г
2. Кааранен Х., Ахтиайнен А., Лаитинен Л., Найян С., Ниemi В.. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы. – М.: Техносфера, 2007.
3. Материалы курса «Сотовые системы связи» сайта Интернет-Университета Информационных Технологий  
<http://www.INTUIT.ru/studies/courses/551/407/lecture/9342>
4. Семенов А.В. Сети нового поколения. – СПб: Наука и техника, 2005.
5. Шувалов В.П., Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Попантопуло В.Н. Телекоммуникационные сети и системы: Учебное пособие. В 3 томах. Том 2-Радиосвязь, радиовещание, телевидение. М.: Горячая линия - Телеком, 2004.
6. Гольдштейн Б.С.. Сигнализация в сетях связи. – М.: Радио и связь, 1997.
7. Росляков А.В.. Общекабельная система сигнализации ОКС №7. – М.: Эко-Трендз, 1999.
8. Коммутации систем подвижной радиотелефонной связи. Часть 1. Правила применения оконечно-транзитных узлов связи сетей подвижной радиотелефонной связи.  
[http://www.innovbusiness.ru/pravo/DocumID\\_128395\\_DocumType\\_15.html](http://www.innovbusiness.ru/pravo/DocumID_128395_DocumType_15.html)
9. Муравий Л.А. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для студентов ВУЗов/ ред. Л. А. Муравий, 2002.
10. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. М.: Высшая школа. 2003.
11. Ёрматов Ғ.Ё., Исамухамедов Ё.У. Мехнатни мухофаза қилиш. Дарслик. Ўзбекистан нашриёти. Тошкент 2002.

12. [http://mobi-city.ru/articlereview/standarty\\_svyazi\\_3g](http://mobi-city.ru/articlereview/standarty_svyazi_3g)

13. <http://thebard.narod.ru/gos/2/227.htm>

14. <http://umtsnet.info/4-1-3.html>

15. <http://glushilka.narod.ru/Jam/umts.pdf>

Слайды презентации

Эркинхўжаев А. А.

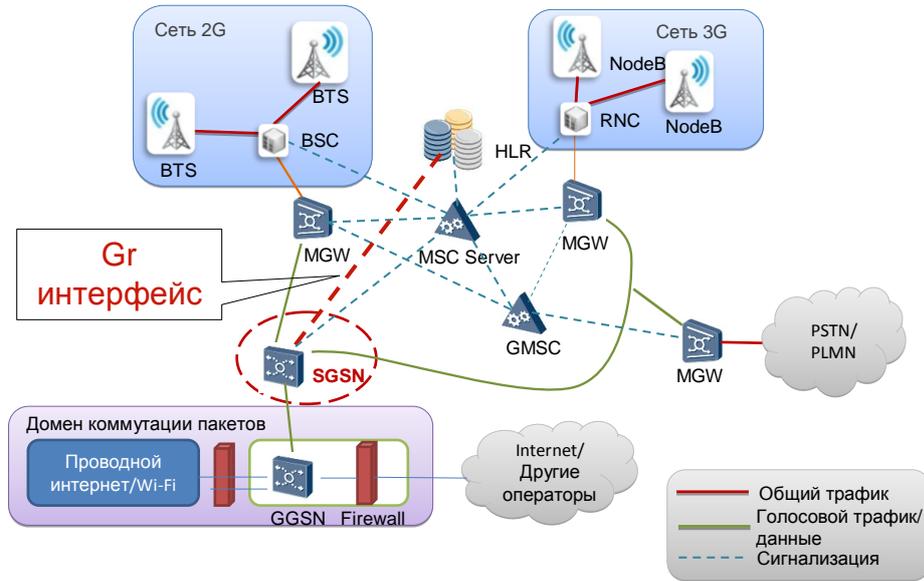
Расчёт пропускной способности  
Gn интерфейса пакетной сети  
UMTS

Функции SGSN

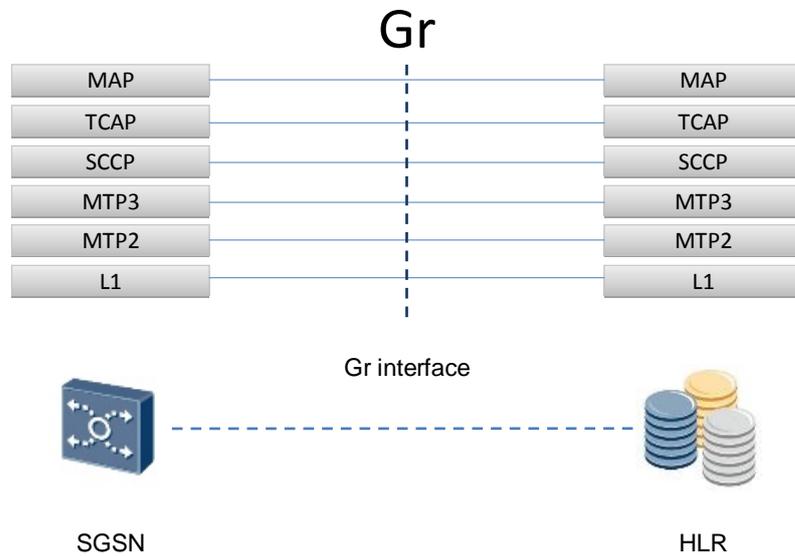


# Расположение элемента SGSN

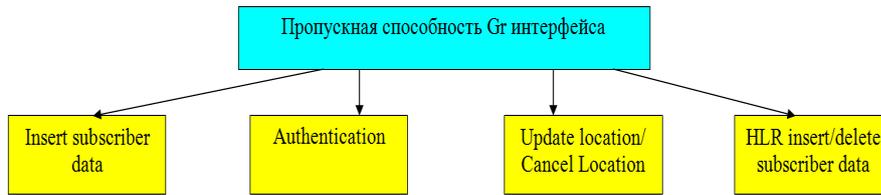
Домен коммутации каналов



# Стек протоколов интерфейса



# Алгоритм расчёта Gr интерфейса

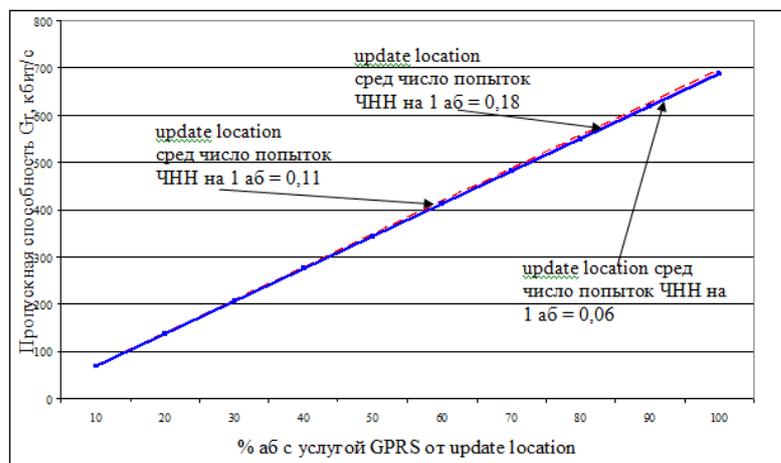


Сигнальные процедуры через Gr интерфейс	Среднее число попыток от 1 аб в ЧНН	Длина сообщения, байт	Всего байт от 1 аб в ЧНН
Insert subscriber data	0,85	262	222,7
Authentication	0,8875	360	319,5
Update location	0,11	72	7,92
Cancel Location	0,85	102	86,7
HLR insert/delete subscriber data	0,00125	211	0,26375
<u>Всего в байтах</u>			637,08
Удельная пропускная способность Gr интерфейса бит/с			1,41

## Зависимость пропускной способности Gr интерфейса от процедуры обновления местоположения (Update Location)

кол-во аб сети	% аб с услугой GPRS	кол-во аб с услугой GPRS, тыс.	Insert subscriber data	Authentication 2	Update location 1	Update location 2	Update location 3	Cancel Location	HLR insert/delete subscriber data	1- Удельная пропускная способность Gr на 1 аб, бит/с	2- Удельная пропускная способность Gr на 1 аб, бит/с	3- Удельная пропускная способность Gr на 1 аб, бит/с	1 - пропускная способность Gr, кбит/с	2 - пропускная способность Gr, кбит/с	3 - пропускная способность Gr, кбит/с
10000	10	1	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	1,38	1,39	1,37
500000	10	50	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	69,13	69,67	68,74
500000	20	100	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	138,26	139,35	137,47
500000	30	150	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	207,38	209,02	206,21
500000	40	200	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	276,51	278,70	274,95
500000	50	250	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	345,64	348,37	343,69
500000	60	300	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	414,77	418,05	412,42
500000	70	350	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	483,90	487,72	481,16
500000	80	400	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	553,02	557,40	549,90
500000	90	450	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	622,15	627,07	618,64
500000	100	500	0,85	0,8875	0,11	0,18	0,06	0,85	0,00125	1,416	1,427	1,408	691,28	696,75	687,37

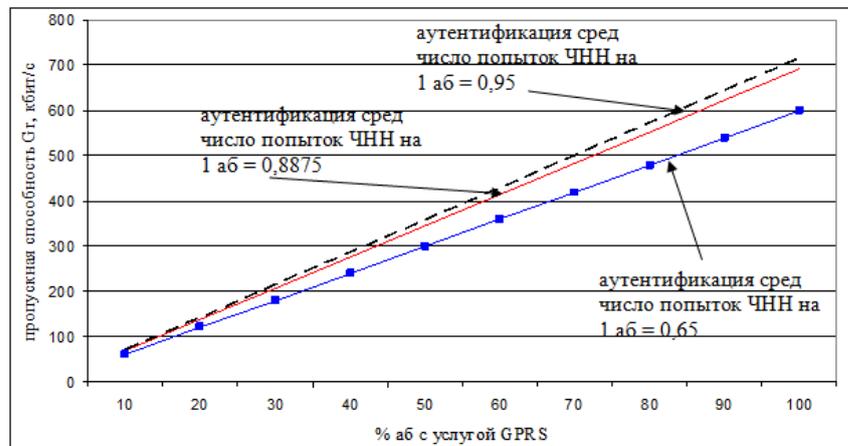
## Зависимость пропускной способности Gr интерфейса от процедуры обновления местоположения (Update Location)



## Зависимость пропускной способности Gr интерфейса от процедуры аутентификации

кол-во аб сети	% аб с услугой GPRS	кол-во аб с услугой GPRS, тыс.	Insert subscriber data	Authentication 1	Authentication 2	Authentication 3	Update location 1	Cancel Location	HLR insert/delete subscriber data	1 - Удельная пропускная способность Gr на 1 аб, бит/с	2 - Удельная пропускная способность Gr на 1 аб, бит/с	3 - Удельная пропускная способность Gr на 1 аб, бит/с	1 - пропускная способность Gr, кбит/с	2 - пропускная способность Gr, кбит/с	3 - пропускная способность Gr, кбит/с
10000	10	1	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	1,38	1,20	1,43
500000	10	50	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	69,13	59,85	71,57
500000	20	100	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	138,26	119,70	143,14
500000	30	150	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	207,38	179,55	214,71
500000	40	200	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	276,51	239,40	286,28
500000	50	250	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	345,64	299,25	357,85
500000	60	300	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	414,77	359,10	429,42
500000	70	350	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	483,90	418,95	500,99
500000	80	400	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	553,02	478,81	572,56
500000	90	450	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	622,15	538,66	644,12
500000	100	500	0,85	0,65	0,8875	0,95	0,11	0,85	0,00125	1,416	1,23	1,47	691,28	598,51	715,69

## Зависимость пропускной способности G<sub>r</sub> интерфейса от процедуры аутентификации



### Выводы

- G<sub>r</sub> интерфейс – это интерфейс между обслуживающим узлом поддержки GPRS, называемым SGSN, и домашним регистром HLR, через него проходят процедуры аутентификации и авторизации абонента, который использует пакетные сервисы.
- G<sub>r</sub> интерфейс – сигнальный интерфейс для передачи служебной информации, базируется на модели OKS7, в качестве основного протокола верхнего уровня используется MAP.
- Выявлено, что при возрастании числа абонентов пропорционально растёт требование пропускной способности G<sub>r</sub> интерфейса;
- Определено, что процедура обновления местоположения (Update Location) практически не влияет на пропускную способность G<sub>r</sub> интерфейса, требование пропускной способности возрастает незначительно;
- Отмечено, что процедура аутентификации гораздо больше влияет на пропускную способность G<sub>r</sub> интерфейса;