

**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.

_____ 2016г.
« _____ » _____

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему _____ Расчёт пропускной способности Gp/Gр интерфейса
_____ пакетной сети UMTS

Выпускник	_____	Фозилжонова Л.И.
Руководитель	_____	Садчикова С.А.
Рецензент	_____	Мирзаев Н.Э.
Консультант По БЖДиЭ	_____	Сатторов Х.А.

Ташкент - 2016

**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		
Фозилжоновой Лобар Исмаиловны		
на тему	Расчёт пропускной способности Gn/Gp интерфейса пакетной сети UMTS	
1. Тема утверждена приказом по университету от «25» 12 2015г. № 1368-17		
2. Срок сдачи законченной работы	28.05.2016г.	
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.SGSN – обслуживающий узел поддержки GPRS – структура и функции	
3. Расчёт пропускной способности Gn/Gp интерфейса пакетной сети UMTS		
4. Безопасность жизнедеятельности и экология		
5. Перечень графического материала	слайды презентации, программа.	
6. Дата выдачи задания	2.12.2015	

Руководитель

Задание принял _____

7. Консультанты по отдельным разделам работы

Наименование раздела	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание получил
Раздел 1-3	Садчикова С.А.		
Раздел 4	Сатторов Х.А.		

8. График выполнения работы

№	Наименование раздела	Срок выполнения	Подпись руководителя (консультанта)
1.	Архитектура сети UMTS	25.01.2016	
2.	SGSN – обслуживающий узел поддержки GPRS – структура и функции	20.03.2016	
3.	Расчёт пропускной способности Gn/Gp интерфейса пакетной сети UMTS	15.04.2016	
4.	Безопасность жизнедеятельности и экология	25.05.2016	

Выпускник _____

« ____ » _____ 20__ г.

Руководитель _____

« ____ » _____ 20__ г.

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрены услуги по стандарту третьего поколения, общая структура сетей сотовой связи, основные компоненты сети UMTS. Подробно описаны структура GPRS, его протоколы, функции SGSN, протокольный стеки Gn/Gp интерфейса.

Произведён расчёт количественных характеристик Gn/Gp интерфейса.

Также рассматриваются вопросы безопасности жизнедеятельности и экологии.

Мазкур малакавий битирув ишида UMTS тармоғининг архитектурасининг асосий элементлари, SGSN – хизматларни қўллаб кувватловчи тугуни, Gn/Gp интерфейсининг протоколлари ва уларнинг структураси батафсил ёритилган.

Шунингдек, Gn/Gp интерфейсларининг тавфсифлари сони ҳисоблаб чиқилган.

Техника хавсизлиги ва меҳнатни муҳофаза қилиш масаласи ҳам кўрилган.

This qualification graduation work the services of the third generation standard, the overall structure of cellular networks, the main components of a UMTS network. GPRS are described in detail the structure of its protocols, the SGSN functions, protocol stacks Gn / Gp interface.

Numerical results of Gn / Gp throughput are applied.

Matters of safety appliances and ecology are discussed also.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1.АРХИТЕКТУРА СЕТИUMTS	
1.1. Основы построения сетей UMTS.....	
1.2 . Интерфейсы сети UMTS.....	
1.3. Каналы и трафик в стандарте UMTS.....	
1.4. Общая модель протоколов UMTS.....	
Выводы.....	
2. SGSN – ОБСЛУЖИВАЮЩИЙ УЗЕЛ ПОДДЕРЖКИ GPRS – СТРУКТУРАИ ФУНКЦИИ	
2.2. SGSN структура.....	
2.3. Интерфейсы SGSN.....	
2.4.Функции SGSN.....	
Выводы.....	
3.РАСЧЁТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ Gn/Gp ИНТЕРФЕЙСА ПАКЕТНОЙ СЕТИ UMTS	
3.1 Взаимодействие нескольких SGSN-SGSN между собой (Gn/Gp интерфейс).....	
3.2. Факторы влияющие на пропускную способность Gn/Gp интерфейса.....	
3.3.Разработка программы расчёта пропускной способности Gn/Gp.....	
Выводы.....	
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЯ	
4.1.Определение допустимых уровней шума для помещения.....	
4.2.Средство индивидуальной защиты от производственного шума.....	
4.3.Гигиеническое значение основных факторов воздушной среды.....	
Выводы.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Узбекистан создана современная и мощная законодательная база в сфере инфокоммуникационных технологий. В своем докладе на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития в 2015 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2016 год, Президент Республики Узбекистан Ислам Каримов особо обратил внимание вопросам развития сферы информационно-коммуникационных технологий. В республике предусмотрены проведение модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий, широкое внедрение современных гибких технологий. Ставится задача ускорения реализации принятых отраслевых программ модернизации, технического и технологического перевооружения производства. Одной из важнейшей задач, которое стоит перед нашим обществом, является обеспечение поступательного и устойчивого развития страны .

Президент Ислам Каримов в своих выступлениях неоднократно отмечал важность информационных и компьютерных технологий, цифровых и беспроводных широкополосных телекоммуникаций, интернета, подчеркивая, что масштабность внедрения современных систем связи служит показателям уровня развития страны и общества. Говоря другими словами, мы должны думать о посткризисном периоде нашего развития, выработке глубоко продуманной долгосрочной Программы целевых проектов по модернизации и техническому обновлению базовых отраслей нашей экономики, внедрению современных инновационных технологий, призванных дать мощный толчок по выходу Узбекистана на новые рубежи, обеспечивающие конкурентоспособность нашей страны на мировом рынке. В настоящее время всё большее распространение в мире получают телекоммуникационные системы и сети третьего поколения (3G), функционирующие на основе множественного абонентского доступа с

кодовым разделением каналов. Их сравнительная эффективность по отношению к существующим системам второго поколения, таких, как, например, GSM, DAMPS и др., обуславливают перспективность использования и в настоящее время, и в ближайшее будущее. То, что большая часть рынка связных услуг по-прежнему опирается на традиционные GSM-технологии вызвано, скорее, политико-экономическими причинами, когда сетевые операторы не желают расставаться с чётко отработанными технологиями предоставления пользовательских услуг. Тем не менее, за прошедшие 3–5 лет произошли качественные изменения в политиках, проводимых сетевыми операторами, поскольку стало понятно, что даже усовершенствованные GSM-сети (при внедрении технологий GPRS, EDGE, AMR и др.) не в состоянии конкурировать с более прогрессивными технологиями 3G. Понимание этого вынудило операторов привлекать существенные ресурсы для внедрения нового оборудования. При этом, на первом этапе, повидимому, главной задачей являлось (и является) возможность совместного функционирования различных по своей природе систем в рамках единой телекоммуникационной системы третьего поколения, позиционируемой в качестве универсальной телекоммуникационной системы (UMTS – Universal Mobile Telecommunications System) и выработка на её основе единых стандартов. Отметим, что движение к стандартам третьего поколения оказалось не таким уж лёгким. Слепая вера операторов в перспективы будущих сетей без оглядки на реалии сегодняшнего дня заставила многих забыть о благоразумии, что повлекло за собой привлечение больших ресурсов в первые, далеко не совершенные стандарты третьего поколения (в частности, они были несовместимы с GSM). В ряде европейских стран только за лицензии на такие стандарты были заплачены десятки миллиардов долларов и евро, в то время как реальный спрос на соответствующие услуги оказался на порядок меньше.

1.АРХИТЕКТУРА СЕТИ UMTS

1.1.Основы построения сетей UMTS

Европейским институтом по стандартизации в области телекоммуникаций (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) специально для Европы была разработана технология UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) — «универсальная мобильная телекоммуникационная система». Практически UMTS является европейской версией концепции IMT-2000. Технология WCDMA здесь применяется в качестве радиointерфейса. Необходимо подчеркнуть, что UMTS и WCDMA — это два различных понятия, хотя в настоящее время их употребляют в качестве синонимов. Технологию UMTS часто рассматривают, как переходный вариант между существующими 2G и разрабатываемыми 3G-4G-технологиями. Иными словами, UMTS позволяет осуществить более мягкий переход на следующий этап развития сетей мобильной связи без заметного изменения существующего оборудования. В этой технологии в качестве базовой магистральной сети используется GSM MAP, а в качестве сетей радиодоступа применяются комбинированные сети GSM/EDGE и WCDMA. Сети WCDMA надстраиваются над существующими сетями GSM, при этом они работают параллельно. Абонентская станция автоматически переключается между сетями. Первая редакция спецификации UMTS получила название 3GPP R99.UMTS объединяет в себе две различные методики передачи радиосигнала: GSM's Mobile Application Part и GSM family of speech codecs. Для наземных передающих устройств, использующих UMTS, регламентируется несколько интерфейсов UTRA. Спецификация 3GPP Release 4 ввела в стандарт шлюзы среды, сервер центра коммутации подвижной связи (MSC) и шлюз сигнализации (SGW MGW). Это позволило логически разделить пользовательские данные и информацию сигнализации в MSC. Кроме того, в этой спецификации подробно описан универсальный

базовый блок радиодоступа к сети UMTS (UTRAN). Также реализована поддержка высоких скоростей передачи данных вплоть до 2 Мбит/с. В настоящее время существует одиннадцать спецификаций 3GPP.

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) — технология сотовой связи, разработанная Европейским институтом стандартов телекоммуникаций (ETSI). Сотовые сети, использующие данную технологию, относят к сетям третьего поколения (сетям 3G). К основным отличиям сетей UMTS от сетей GSM относят использование широкополосных сигналов (сигнал может занимать полосу либо 5 МГц, либо 1,6 МГц), и внедрение широкополосной технологии множественного доступа с кодовым разделением каналов (W-CDMA). Структуру системы UMTS приведены на рис. 1.1.

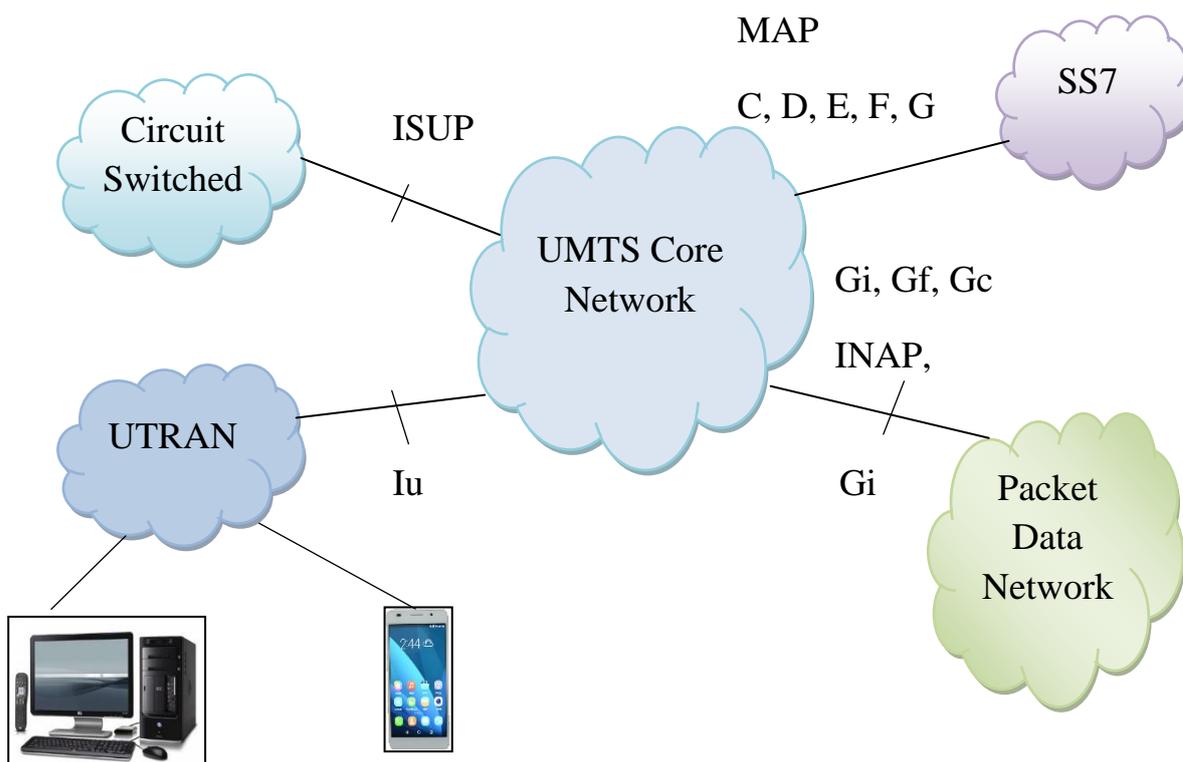


Рис.1.1. Структура сети стандарта UMTS

NodeB — базовая станция— важный элемент сети UMTS. Составляя значительную часть инвестиций, это оборудование играет решающую роль в обеспечении производительности и функциональных возможностей

беспроводной сети. Благодаря покрытию, емкости, транспортным функциям, а также возможностям техобслуживания и дальнейшего расширения, обеспечиваемым данной станцией, гарантируется высокая эффективность развертывания сети UMTS. Можно с уверенностью сказать, что базовая станция Node B обеспечит успех построения и функционирования UMTS.

Узел NodeB представляет собой базовую приемопередающую станцию в сети стандарта UMTS. Это аналог BTS в сети GSM.

NodeB осуществляет непосредственное взаимодействие с абонентским оборудованием (UE) по радиоканалу. Как и в BTS, основным модулем компонента NodeB является модуль приемопередатчика. Естественно, что базовая станция в этой сети будет работать на других, более высоких несущих частотах (про это поговорим в статье про частотный план UMTS). Поэтому и радиус обслуживаемых сот будет меньше.

Контроллер радиосети (RNC — Radio Network Controller) — управляющий элемент в UMTS сети радиодоступа (UTRAN), контролирующей подключенные к нему базовые станции Node B. RNC осуществляет функции управления радио ресурсами, некоторые функции по управлению мобильностью, а также RNC осуществляет шифрование или расшифровку пользовательских данных, передаваемых или принимаемых с мобильного телефона пользователя. RNC соединяется с опорной сетью коммутации каналов (англ. Circuit Switched Core Network (CSCN)) с помощью MGW, а также с опорной сетью коммутации пакетов (англ. Packet Switched Core Network (PSCN)) с помощью SGSN.

По сути своей RNC — это аналог контроллера BSC в сети GSM. Он является управляющим элементом сети стандарта UMTS и выполняет следующие функции:

- Управление группой NodeB и радиоканалами к ним
- Управление радиоканалами между базовой станцией (NodeB) и абонентским оборудованием (UE)
- Управление интерфейсами ко всем элементам опорной сети

- Контроль за соединениями в сети UTRAN
- Мониторинг качества соединений
- Шифрование данных
- Управление процессом хэндовера внутри сети радиодоступа и между различными сетями UTRAN

Таким образом, в сети стандарта UMTS на RNC возложено больше функций, чем на контроллер BSC в сети GSM. Это снижает нагрузку на базовые станции, уменьшает число требуемых от них задач, что позволяет уменьшить их стоимость. Стоит упомянуть, что RNC могут быть связаны между собой напрямую по специальному интерфейсу, что дает возможность проводить процедуру т.н. «мягкого» хэндовера, тогда как в GSM-сети применяется только «жесткий» хэндовер.

Логическое соединение между элементами сети называется интерфейсом. Интерфейсы между RNC и другими элементами UMTS сети обозначаются буквами Iu:

- Интерфейс между RNC и опорной сетью коммутации каналов (CSCN) — Iu-CS.
- Интерфейс между RNC и опорной сетью коммутации пакетов (PSCN) — Iu-PS.
- Интерфейс между RNC и одной базовой станцией Node B — Iub.
- Интерфейс между двумя RNC в одной сети — Iur.

Интерфейсы Iu передают как пользовательский трафик (голос или данные), так и трафик управления и сигнализации (см. раздел Протоколы). Iur интерфейс в основном необходим для реализации "мягкого" хэндовера с участием двух RNC, хотя и не является обязательным, т.к. отсутствие Iur интерфейса между двумя RNC позволит произвести хэндовер (в данном случае "жесткий" хэндовер).

До принятия стандарта 3GPP R4 все интерфейсы UTRAN были реализованы только с использованием технологии ATM, за исключением Uu интерфейса, использующего технологию WCDMA. Начиная со стандарта R5

интерфейсы Iu могут использовать протокол IP поверх Ethernet взамен технологии ATM. Интерфейсы Iu, реализованные с использованием ATM, могут быть переданы поверх оптических сетей SONET/SDH или сетей PDH, организованных с помощью медных кабелей или радиорелейных линий. В случае PDH сети при необходимости увеличения пропускной способности интерфейсов Iu несколько потоков E1 могут быть объединены в одну логическую IMAгруппу.

Интерфейсы Iu являются логическими, то несколько интерфейсов могут быть мультиплексированны в одну физическую линию передачи. Фактическая реализация интерфейсов зависит от физической и логической топологии сети.

Пользовательское оборудование (UserEquipment) - абонентское оборудование сетей стандартов UMTS и LTE. В отличие от сетей 1G и 2G абонентские терминалы в сетях 3G и 4G не ограничиваются лишь мобильными телефонами. Модули для доступа в сеть сотовой связи можно найти в очень многих привычных нам устройствах как бытового, так и промышленного назначения. Причем это могут быть не только мобильные устройства, но и стационарные, т.к. сети UMTS и LTE предусматривают скорости передачи данных десятки или даже сотни мегабит в секунду. Это может составить конкуренцию проводным сетям передачи данных по скорости и качеству и быть гораздо более простым решением.

Пользовательское оборудование (UE) включает две части:

- подвижное оборудование (UE) — радиотерминал, используемый для радиосвязи через интерфейс Uu;
- модуль идентификации абонента UMTS-SIM (USIM- UMTS - Subscriber Identification Module), представляющий собой интеллектуальную плату, которая аналогично SIM-карте служит идентификатором абонента, выполняет алгоритм аутентификации и шифрования и содержит некоторые данные об услугах, которыми имеет право пользоваться абонент, необходимые при работе с терминалом.

Мобильная станция должна быть рассчитана на поддержку всех видов услуг сети третьего поколения. Она должна обеспечивать:

- передачу речи с принятым для системы набором скоростей;
- услуги службы видео — видеоконференции и приложения видеотелефонии, как основанные на коммутации каналов (от установок ISDN), так и использующие передачу пакетов (TCP/IP);
- услуги сети Интернет со скоростями до 473,6 Кбит/с при работе в обычном режиме и в режиме best effort (с максимально возможной скоростью);
- удаленный доступ к корпоративным локальным сетям с передачей для работы с файловыми серверами, базами данных приложений, для совместной работы;
- приложения электронной почты.

UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) - это сборное понятие, объединяющее в себе сеть базовых станций Node-B и радиоконтроллеров RNC сети UMTS. Эта сеть, которую зачастую идентифицируют вместе с 3G, может передавать различный по своему роду трафик, к которому можно отнести как голосовые сервисы (CS), так и пакетные данные абонентов IPbasedPacketSwitched (PS). UTRAN позволяет создать связь между абонентским устройством – UE и опорной сетью. Как уже было сказано выше, UTRAN представляет собой совокупность базовых станций Node-B и контроллеров RNC, при этом RNC контроллеры предоставляют управляющие функции для базовых станций Node-B, однако Node-B и RNC могут быть сопряжены в одно устройство, но даже в этом случае будет присутствовать некий логический интерфейс между Node-B и RNC, называемый Iub. RNC и управляемые ими базовые станции Node-B вместе образуют т.н. RadioNetworkSubsystem (RNS), причем на всей сети UTRAN может быть выделено несколько RNS подсистем.

Существует всего четыре основных интерфейса для сети UTRAN: Iu, Uu, Iub и Iur. Iu внешний интерфейс, соединяющий контроллеры RNC с опорной

сетью – CoreNetwork (CN). Uu – внешний интерфейс, соединяющий контроллеры RNC с абонентским оборудованием – UserEquipment (UE). Iub – внутренний интерфейс, соединяющий контроллеры RNC с базовыми станциями Node-B, а Iur интерфейс соединяет между собой два RNC контроллера.

UTRAN состоит из двух элементов:

- Базовая станция (по терминологии 3GPP — узел B) преобразует поток данных между интерфейсами Iub и Uu. Она также участвует в управлении радиоресурсами. Базовая телефонная станция должна обеспечить пропускную способность базовых и управляющих каналов для поддержания этих служб;
- Контроллер базовой станции (по терминологии 3GPP — контроллер радиосети — RNC) обеспечивает интерфейсы со станциями коммутацией каналов — I-CS или пакетной коммутацией I-PS.

Каждая из этих станций имеет традиционную архитектуру, но с учетом новых сервисов и технологий. Рассмотрим кратко архитектуру RNC. Поскольку она зависит от места станции в сети и связи с другими станциями этой и другой систем, архитектура может быть различной. Поэтому приведем конкретный пример. В этом примере дан некоторый типовой состав устройств, обеспечивающий набор услуг [16]. Архитектура ориентирована на работу в быстродействующей сети ATM. Эта система демонстрирует возможности станций 3-го поколения.

По отношению к клиентскому устройству UE в случае "мягкого" хэндовера RNC может играть две разные роли:

- D-RNC (англ. Drift RNC).
- S-RNC (англ. Serving RNC).

Так же RNC может играть третью роль в зависимости от того, насколько близко клиентское устройство UE находится к базовой станции NodeB:

- C-RNC (англ. Controlling RNC).

Один RNC может выполнять несколько ролей одновременно.

CN (CoreNetwork) – ядро сети сотовой связи различных стандартов. Эту сеть еще иногда коротко называют Core (ядро). Из названия уже понятно, что CN представляет собой центральную систему сети, которая предназначена для хранения абонентских данных, и отвечающая за установление соединений, аутентификацию абонентов, начисление платы за предоставленные услуги связи.

Coreпредставляет собой систему коммутации. В сетях GSM в качестве CN выступает NSS (Networkswitchingsystem), в UMTS Core имеет такое же название - CN. В зависимости от стандарта и используемых в ней технологий коммутации, хранения данных и предоставляемых услуг Core содержит различные элементы. Однако основными являются: центральный коммутатор и базы данных. Центральный коммутатор предназначен для установления, поддержания и разрушения соединений, выставления счетов абонентам за оказанные услуги связи, а также проводит некоторые процедуры, необходимые для безопасного доступа и работы абонентов в сети.

Базы данных служат хранилищем различной информации, необходимой для нормальной работы в сети. К таким данным, в частности, относятся местоположение абонента в сети, идентификаторы, разрешенные (запрещенные) услуги, данные необходимые для проведения различных процедур безопасности абонентов и т.п. В зависимости от стандарта набор хранимых данных и количество баз данных может меняться. Core Network упрощенная модель базовой сети похожа на систему коммутации в сети GSM. Но есть и ряд различий. Так, центр коммутации подвижной связи в UMTS-сети разделен на два отдельных элемента: MSC Server и MGW.

MGW (Media Gateway) - медиа-шлюз, представляет собой отдельное аппаратное устройство либо программную опцию, предназначенную для преобразования и коммутации мультимедийных потоков (например, голоса) между различными сетями радиодоступа (2G, 2.5G или 3G) и другими фиксированными сетями связи. элемент сети сотовой связи стандарта UMTS, предназначенный для коммутации абонентской нагрузки. В сети

стандарта UMTS система коммутации (CN) в отличие от сети стандарта GSM претерпела ряд изменений, одно из которых – это разделение MSC на два элемента MSC-S и MGW. MSC-S выполняет ряд функций по обработке сигнализации и управляет MGW. Весь абонентский голосовой трафик коммутируется в MGW под управлением MSC-S. Таким образом, MGW представляет собой коммутационное поле, к которому подключены интерфейсы к сети абонентского доступа и внешним голосовым сетям. Один MSC-S может управлять сразу несколькими MGW.

Главная цель разделения CN заключается в необходимости повышения масштабируемости сети. Дело в том, что как правило при возрастании абонентской нагрузки в первую очередь требует расширения часть именно касающаяся коммутации и интерфейсов к другим сетям. Так вот в сети UMTS эта задача достаточно легко решается. Для этого достаточно добавить дополнительный MGW уже имеющемуся. Введение MGW в структуру CN также упрощает реализацию Gateway MSC. Если появляется необходимость в шлюзовом коммутаторе, то в качестве него может выступать отдельный MGW, а управлять им может уже имеющийся у оператора MSC-S.

MSC Server – осуществляет управление MGW, выполняет функции сигнализации и коммутацию элементов опорной сети между собой. MSC-S/C (MSCserver) – коммутатор мобильной сети сотовой связи стандарта UMTS. Система коммутации (NSS) сети UMTS в отличие от сети стандарта GSM претерпела ряд изменений, одно из которых – это разделение MSC на два элемента MSC-S и MGW. На MSC остались возложены функции обработки сигнализации, установления соединений, аутентификации, начисления стоимости, межсетевого взаимодействия (Interworking). В то время как все голосовые соединения коммутируются в MGW под управлением MSC-S. В первую очередь такое разделение необходимо для повышения гибкости CN. Теперь при возросшей абонентской нагрузке достаточно расширить MGW или добавить еще один MGW, без существенных

изменений в MSC-S, т.к. один MSC-S может управлять сразу несколькими MGW.

Если сеть UMTS строится на основе сети GSM, то в качестве MSC-S, как правило, выступает MSC сети 2G. Для этого на большинстве существующих коммутаторов достаточно обновить версию ПО. Причем этот же коммутатор будет выполнять, и функции MSC для GSM, и MSC-S для UMTS, и будет управлять MGW. Основные его функции — для исходящего вызова — определить куда переключить вызов, для входящего же соединения — определить на какой BSC отправить вызов. Для выполнения этих то функций он обращается в VLR за хранящейся там информацией. Здесь стоит заметить, что это плюс разнесения HLR и VLR — MSC не будет стучаться в 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.

1.2. Интерфейсы сети UMTS

Архитектурная особенность UMTS заключается в том, что функции внутри элементов сети подробно не определяются. Вместо этого определены интерфейсы между логическими элементами сети. Определены следующие основные открытые интерфейсы (чтобы интерфейс был «открытым», существует требование, чтобы он был определен на уровне такой детализации, что оборудование в конечных точках может быть поставлено разными изготовителями):

Интерфейс Ci. Это электрический интерфейс между интеллектуальной платой (смарт-карточкой) USIM (модуля идентификации абонента сети UMTS) и ME. Интерфейс удовлетворяет формату стандарта для смарт-карточек.

Интерфейс Uu. Это радиоинтерфейс WCDMA. Интерфейс Uu — это интерфейс, через который UE получает доступ к стационарной части

системы. Представляется, что изготовителей UE будет гораздо больше, чем изготовителей элементов стационарной сети.

Интерфейс Iu. Он соединяет UTRAN с CN. Подобно соответствующим интерфейсам в GSM, A (для коммутации каналов) и Gb (для коммутации пакетов), открытый интерфейс Iu дает операторам UMTS возможность производить закупку UTRAN и CN у разных производителей. Создание конкуренции в этой области явилось одним из факторов, обусловивших успех GSM.

Интерфейс Iur. Открытый интерфейс Iur позволяет осуществлять мягкий хэндовер (когда телефон покидает зону действия одной базовой станции и передается «с рук на руки» другой базовой станции) между RNCs от различных производителей, и поэтому он дополняет открытый интерфейс Iu.

Интерфейс Iub. Iub соединяет узел B и RNC. UMTS является первой коммерческой системой подвижной телефонной связи, где интерфейс контроллер-базовая станция стандартизован как полностью открытый интерфейс. Ожидается, что подобно другим открытым интерфейсам, открытый интерфейс Iub будет стимулировать конкуренцию между производителями оборудования в этой области. Вероятно, что на рынке появятся новые производители, сосредоточивающие усилия исключительно на изготовлении узлов B.

1.3. Каналы и трафик в стандарте UMTS

Данные, передаваемые по каналам UMTS/WCDMA, организуются в виде кадров, временных положений (слотов) и каналов. Это касается всей полезной нагрузки и управляющих сигналов.

UMTS использует технологию CDMA, как и технологию доступа, но дополнительно применяет технологию временного разделения и

соответственно структуру кадра и временного положения (слота) для того, чтобы обеспечить соответствующую структуру каналов .

Каналы разделяются на 10-миллисекундные кадры, каждый из которых содержит 16 слотов длительностью по 625,0 мкс. В направлении от станции к UE время разделяется так, чтобы временные слоты содержали поля с пользовательскими данными и управляющими сообщениями. В направлении от UE при образовании каналов используется передача в одном формате данных и управляющих сообщений.

Все каналы классифицируются по трем категориям: логические, транспортные и физические. Логические и транспортные каналы определяют методы и пути передачи данных, физические переносят полезную нагрузку и обеспечивают физические характеристики сигналов. Каналы организованы так, чтобы логические каналы зависели только от передаваемой информации, а физический уровень обеспечивает, как и с какими характеристиками передается эта информация. Протокол управления доступом к среде (MAC) обеспечивает обслуживание логических каналов. Набор типов логических каналов определен для различных видов услуг передачи данных. (см. рис. 1.2.)

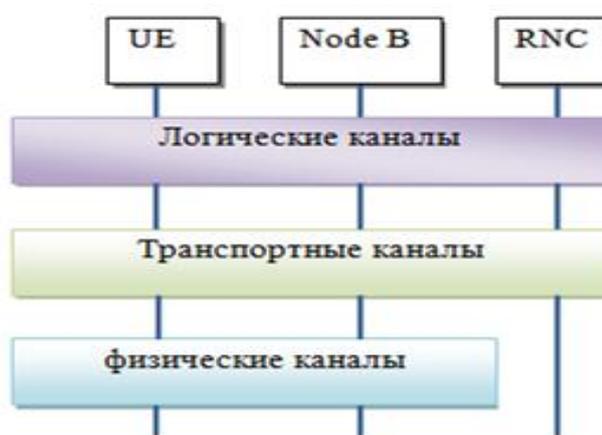


Рис. 1.2. Классификация каналов в стандарте UMTS

Логические каналы - Широковещательный канал управления (BCCH — BroadcastControlChannel) — канал от станции к UE (DL — downlink). Этот

канал широковещательно передает информацию к группе UE, а также информацию о пилот-сигналах соседних сот и т. д.

- Широковещательный управляющий канал оповещения (PCCCH — PagingControlChannel) (от станции к абоненту). Этот канал связан с PICH (PagingIndicationChannel), о котором будет сказано немного позднее, и используется для уведомления и широковещательных передач вызова.
- Выделенный канал управления (DCCCH — DedicatedControlChannel) (от станции к UE и обратно). Этот канал используется, чтобы доставлять специализированную информацию управления в обоих направлениях.
- Общий канал управления (CCCH — CommonControlChannel), (от станции UE и обратно). Этот двунаправленный канал используется, чтобы передать управляющую информацию.
- Общедоступный канал управления канала (SHCCCH — SharedChannelControlChannel). Этот канал двунаправленный и применяется только в режиме временного дуплексного разделения (TDD — Time Duplex Division) WCDMA/UMTS, где он используется, чтобы транспортировать общедоступную управляющую информацию канала.
- Специализированный канал трафика (DTCH — DedicatedTrafficChannel). Это двунаправленный канал, используется для доставки пользовательских данных или трафика.
- Общий канал трафика (CTCH — CommonTrafficChannel) (от станции к абоненту) — однонаправленный канал, используется для передачи специализированной пользовательской информации группе UEs.

Транспортные каналы - Транспортные каналы передают информацию, обеспечивающую надежное и достоверное прохождение данных по сети.

Специализированный (выделенный) транспортный канал (DCH — DedicatedtransportChannel) представляет собой двунаправленный канал. Он

используется, чтобы передать данные конкретному UE. Каждый UE имеет собственный DCH в каждом направлении.

- Широковещательный канал (BCCH — BroadcastChannel) (от станции к UE). Этот канал широковещательно передает информацию к UE в соте, чтобы дать возможность им идентифицировать сеть и соту.
- Канал прямого доступа (FACH — ForwardAccessChannel) (от станции к UE). Этот канал передает данные или информацию к UE, которая зарегистрирована в системе. В соте может быть более одного FACH. Они могут также доставлять пакеты данных.
- Широковещательный канал вызова (PCH — PagingChannel) (от станции к UE). Этот канал может передавать аварийные сообщения UE, не входящие в данные вызова, SMS-сообщения, данные о сеансах связи или о типе требуемого обслуживания, например, запрос на перерегистрацию.
- Канал произвольного доступа (RACH — RandomControlChannel) (канал связи от UE к станции). Этот канал передает запросы на обслуживание от UE, обращающегося к системе.
- Общий канал передачи пакетов (CPCH — CommonPacketChannel) (канал связи от UE к станции). Этот канал обеспечивает возможности, дополняющие RACH, а также передает сигналы быстрого регулирования мощности.
- Канал совместного использования (DSCH — DownlinkSharedChannel) (от станции к UE). Этот канал может быть разделен между несколькими пользователями и используется для данных, которые являются "взрывными" по природе, такие как служба просмотра веб-браузеров, заявки в которую могут "взорваться" от события или по времени.

Физические каналы - Первичный общий физический канал управления (PCCPCH — Primary Common Control Physical Channel) (от станции к UE).

Этот широковещательный канал непрерывно передает системную идентификацию и информацию управления доступом.

- Вторичный общий физический канал управления (SCCPCH — SecondaryCommonControlPhysicalChannel) (от станции к UE). Этот канал доставляет информацию канала прямого доступа (FACH — ForwardAccessChannel) и широковещательного канала вызова (PCH) с сообщениями для Ues, которые зарегистрированы на сети.
- Физический канал произвольного доступа (PRACH — PhysicalRandomAccessChannel) (канал связи от UE к станции). Этот канал дает возможность UE передать сообщения произвольного доступа при попытке обращения к сети.
- Специализированный физический канал данных (DPDCH — DedicatedPhysicalDataChannel) (двусторонний). Этот канал используется, чтобы передать пользовательские данные.
- Специализированный физический канал управления (DPCCH — DedicatedPhysicalControlChannel) (двусторонний). Этот канал доставляет управляющую информацию к и от UE. В обоих направлениях канал доставляет биты пилотного канала и идентификатор объединенного транспортного формата (TFCI — TransportFormatCombinationIdentifier). Канал связи от станции к UE содержит также информацию управления мощностью передатчика и информацию обратной связи (FBI — FeedBack Information).
- Общий пилот-канал (CPICH — CommonPilotChannel). Информация по этому каналу передается каждым узлом В, чтобы UE были способны поддерживать синхронизацию. Дополнительно эта информация должна быть использована для того, чтобы UE могли определить лучшую соту при перемещении.
- Канал индикации вхождения в синхронизм (AICH — AcquisitionIndicatorChannel). AICH используется, чтобы сообщить UE сведения о канале данных (DCH). Может применяться для связи с

узлом В — такое назначение канала возникает в результате успешного запроса службы произвольного доступа от UE.

- Физический совместно используемый канал (PDSCH — PhysicalDownlinkSharedChannel) (от станции к UE). Этот канал совместно используется для пересылки управляющей информации к UE в пределах области охвата узла.
- Канал синхронизации (SCH — SynchronizingChannel), канал синхронизации используется UE с общим каналом пилот-сигнала (CPICH — CommonPilotChannel). Информация по этому каналу передается каждым узлом В, чтобы UEs могли поддерживать синхронизацию для демодуляции сигналов. Дополнительно они могут применяться как средство определения UEлучшей соты при перемещении.
- Канал индикации вызова (PICH — PagingIndicationChannel). Этот канал обеспечивает информацией UE в неактивном состоянии и обеспечивает сохранность ресурсов батареи при слежении в этом режиме за широковещательным каналом вызова (PagingChannel). PICH обеспечивает UE в момент дезактивации UE.
- Канал индикации состояния (CSICH — CPCHStatusIndicationChannel). Этот канал, который применяется только по направлению от станции к UE для передачи состояния CPCH и может также использоваться для передачи излишней нагрузки при ее всплеске или прерывистом характере.
- Обнаружение конфликтов / Канал индикации назначения канала (CD/CA-ICH — CollisionDetection / ChannelAssignmentIndicationChannel). Этот канал используется в направлении от станции к UE, чтобы указать, можно ли использовать этот канал сразу или требуется активация канала.

Трафик в стандарте UMTS - спецификации UMTS определяют четыре класса трафика сети UMTS:

- Речевой трафик характеризуется низкой допустимой задержкой и низким джиттером. Для речевого трафика обычно не требуется очень высокая скорость передачи данных, но скорости передачи в обоих направлениях должны быть одинаковы. Видеоконференции, которые включают в себя обслуживание речевого трафика, предъявляют аналогичные передаче речи требования к задержке, но более чувствительны к ошибкам и обычно требуют более высокой скорости передачи данных.
- Трафик интерактивных услуг составляют транзакции типа вопрос/ответ; он характеризуется высокими требованиями к вероятности ошибок, но менее чувствителен к задержкам, чем речевой трафик. Джиттер не создает больших помех для интерактивных услуг при условии, что общая задержка не становится чрезмерной.
- Поточковый трафик относится к однонаправленным услугам, использующим разные скорости передачи, и чувствителен к ошибкам в большей степени, чем к задержкам и джиттеру. Последнее связано с тем, что потоковые данные, как правило, записываются в буфер и только затем воспроизводятся пользователю. Типичными примерами трафика этого вида являются потоковое аудио и потоковые видео.
- Фоновый трафик характеризуется невысокими требованиями к задержке. Речь идет, например, о трафике электронной почты или SMS.

1.4. Общая модель протоколов UMTS

Общая модель протоколов UMTS показана на рис. 1.3. Она построена по принципу модели протоколов B-ISDN на основе взаимодействующих уровней и плоскостей.

Потоки информации, проходящие через UTRAN, логически делятся на две части:

- слой доступа (access stratum, AS) — информация, необходимая для взаимодействия UE и UTRAN;
- слой без доступа (non-access stratum, NAS) — информация, переносимая между CN и UE через UTRAN.

В состав слоя без доступа входят протоколы верхнего (пользовательского) уровня, которые не занимаются проблемами доступа, а связаны только с услугами

Плоскость управления - Протоколы плоскости управления (C-plan) определяют все функции сигнализации, установления, контроля и разъединения соединений. Кроме этого она включает в себя несколько прикладных протоколов, которые позволяют поддерживать сигнализацию на различных участках сети (рис. 1.3.).

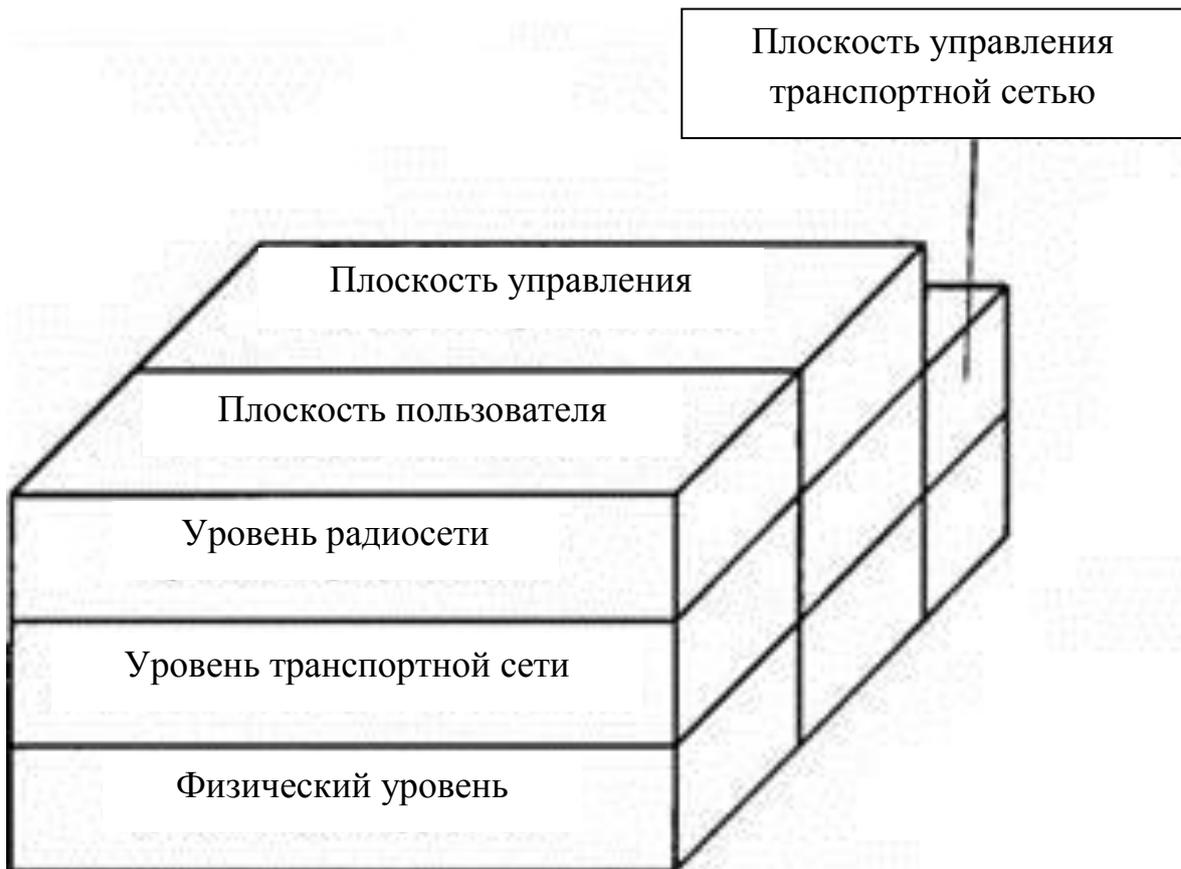


Рис.1.3.Модель протоколов UMTS

Это протоколы:

- RANAP (RAN Application), предназначенный для управления задачами сигнализации на участке радиодоступа (RNC-MSC), как часть интерфейса Iub;
- RNSAP (Radio Network System Application), предназначенный для управления задачами сигнализации на участке радиосети (на участке RNC-RNC), как часть интерфейса Iur;
- NBAP (Network Base station Application), предназначенный для управления задачами сигнализации на участке между базовыми станциями и RNC.

Плоскость пользователя - Плоскость пользователя (U-plane) включает транспортировку всех видов информации в совокупности с соответствующими механизмами защиты от ошибок, контроля и управления потоком. Вся информация, передаваемая и принимаемая пользователем, например, кодированная речь при речевом вызове или пакеты при соединении с Интернет, передается через плоскость пользователя. Каждый поток данных характеризуется одним или несколькими типами кадров, указанных в интерфейсе для конкретного типа информации.

Плоскость управления транспортной сетью - Поскольку сеть UTRAN рассчитана на передачу высокоскоростной информации, в наземной части она базируется на сети АТМ. Для этой сети характерно, что для сигнализации используется сеть отдельных виртуальных каналов (SVC — Signaling Virtual Channel), предназначенных только для передачи сигналов управления, взаимодействия и технического обслуживания. Некоторые приложения могут требовать создания нескольких (постоянных или временных) виртуальных каналов. Например услуги мультимедиа могут потребовать установления отдельных каналов сигнализации для услуг речи, видеоизображения и передачи данных. Каналы сигнализации могут быть одно- или двунаправленными, симметричными (одинаковая скорость в обоих

направлениях) и асимметричными (различные скорости в противоположных направлениях).

Виртуальные каналы могут быть:

- виртуальным каналом метасигнализации;
- общим широкополосным каналом;
- селективным широкополосным виртуальным каналом сигнализации;
- виртуальным каналом «точка-точка».

Плоскость управления транспортной сетью используется для управления организацией указанных выше каналов сигнализации на транспортном уровне. Она не охватывает уровня радиосети. Для сети UMTS в нее включается протокол управления звеном доступа ALCAP (Access Link Control Application), который необходим для установления транспортных В-каналов для плоскости пользователя. Например, для установления каналов сигнализации «точка-точка» и для установления канала сигнализации в соответствии с услугами, предоставляемыми данному пользователю.

Когда используется плоскость управления транспортной сетью, каналы сигнализации пользователя устанавливаются по входному сообщению (транзакции) от прикладного протокола на плоскости управления, которое запускает установление этих каналов с помощью одной из частей протокола ALCAP, специально предназначенного для передачи информации в плоскости пользователя. Следует отметить, что протокол ALCAP может и не потребоваться, например в случае, когда используются сети с заранее заданной конфигурацией каналов сигнализации. Тогда протокол ALCAP не запускается. Спецификации UMTS предполагают, что запуск системы по протоколам ALCAP всегда осуществляется с помощью действий персонала по эксплуатации и обслуживанию (O&M).

Устройство UE (User Equipment) применяет две группы протоколов:

- прикладные (управление мобильностью — MM, управление соединением — CC);

- управления радиоресурсами (RRC) — транспортные протоколы для организации передачи информации (управление радиоканалом (звеном) — RLC, управление доступом к среде — MAC).

Для сообщений этих протоколов узел В (BTS) "прозрачен" . Он передает их в RNC, преобразуя радиосигналы в сигналы сети АТМ. Уровень ААL2 предназначен для обеспечения эффективной пропускной способности для передачи трафика коротких пакетов с низкой битовой скоростью, требующего малой временной задержки.

RRC (Radio Resource Control) — протокол верхнего уровня. В RRC входят следующие протоколы:

- прикладные протоколы RRC;
- протоколы управления каналом связи (RLC);
- протоколы управления доступом к среде (MAC — Media Access Control).

Уровень RRC обеспечивает соединения сигнализации к верхним уровням с целью поддержания обмена информационными потоками между процессами верхнего уровня. Сигнальное соединение используется для передачи сообщений между пользовательским оборудованием и основной сетью, чтобы передать информацию верхнего уровня. Для каждой локальной области сети сигнальное соединение может обслуживать в каждый момент только один вызов для одного UE.

Радиопротокол управления каналом связи (RLC) обеспечивает 3 режима работы.

- Передача информации в режиме "прозрачного" обслуживания TrD (Transparent Mode Data).
- Передача информации в режиме без подтверждения правильного приема данных (UMD — Unacknowledged Mode Data).
- Передача и получение информации в режиме с подтверждением правильного приема данных (AMD — Acknowledged Mode Data).

Протокол управления доступом к среде (MAC — Media Access Control) обеспечивает услуги передачи данных по логическим каналам. Набор логических типов канала определяется различными видами услуг передачи данных. Каждый логический тип канала определен типом передаваемой информации.

Уровень MAC имеет несколько групп протоколов:

- MAC b — протоколы работы с ширококвещательными каналами (BCCH — Broadcast Channel);
- MAC c — протоколы работы с общими каналами управления (CCCH — Common Control Channels);
- MAC d — протоколы работы с выделенными каналами управления (DCCH — Dedicated Control Channel).

Прикладные протоколы - Управление соединением (CM — Connection Management) Управление соединением обрабатывает общий процесс управления установлением соединения и разъединения, а также управляет дополнительными услугами и службой передачи коротких сообщений. Он участвует в обслуживании следующих процедур:

- установление вызова;
- прекращение вызова (разъединение, освобождение оборудования);
- процедуры в фазе обмена информацией (хэндовер, переадресация соединения) и другие процедуры.

Выводы

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) — технология сотовой связи, разработанная Европейским институтом стандартов телекоммуникаций (ETSI). Сотовые сети, использующие данную технологию, относят к сетям третьего поколения (сетям 3G).

Архитектура системы UMTS включает в себя мобильную телефонную станцию в системе UMTS – UE, базовую телефонную станцию — узел B,

контроллер базовой станции (BSC) и центр коммутации мобильной связи (MSC). UE состоит из двух частей: подвижное оборудование (UE) и модуль идентификации абонента UMTS-SIM.

Все каналы разбиты на три категории:

- Логические;
- Транспортные;
- Физические;

Спецификации UMTS определяют четыре класса трафика сети UMTS:

- Речевой трафик;
- Трафик Интерактивных услуг;
- Поточковый трафик;
- Фоновый трафик;

2. SGSN – ОБСЛУЖИВАЮЩИЙ УЗЕЛ ПОДДЕРЖКИ GPRS – СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ

2.1. SGSN структура

SGSN (Serving GPRS SupportNode) - узел обслуживания абонентов пакетной сети передачи данных сетей GSM и UMTS для технологий GPRS, EDGE, HSPA. Это аналог MSC для пакетной сети передачи данных (см. рис. 2.1).

Функции, которые выполняет SGSN:

- Активация услуги передачи данных.
- Обновляет информацию о местоположении абонентов при их перемещении между RA и PLMN.
- Инициация пейджинга абонентов при входящем запросе из внешних сетей передачи данных.
- Начисление стоимости за оказанный объем услуг по пакетной передаче данных (биллинг).

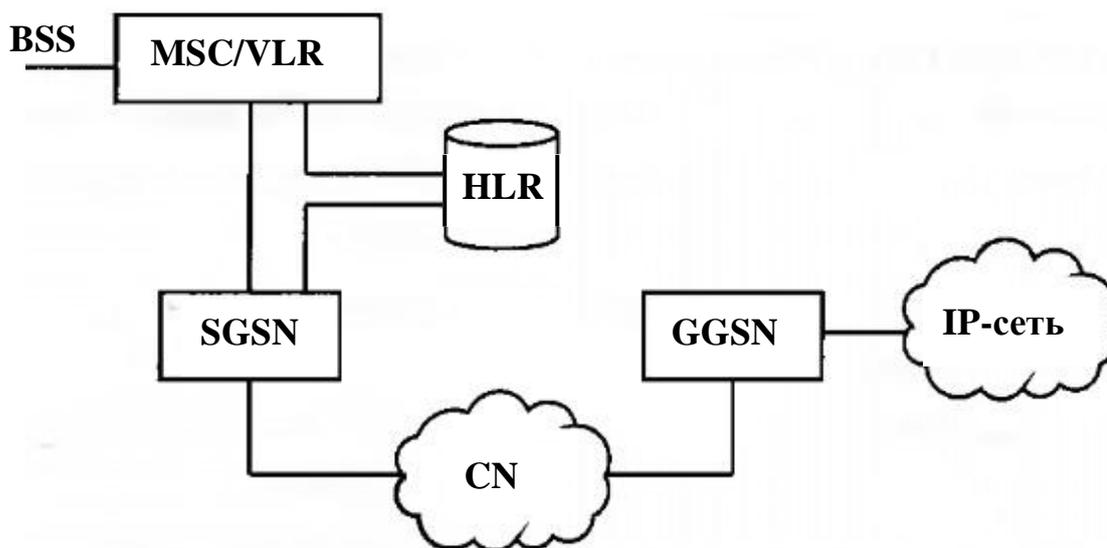


Рис. 2.1 SGSN в составе сети GSM

Один SGSN может обслуживать одну или несколько BSS. Иногда, при небольших размерах сети может использоваться один SGSN на всю сеть сотовой связи оператора.

Конструктивно SGSN в зависимости от конфигурации комплектуется в два или три станива (рис. 2.2.).

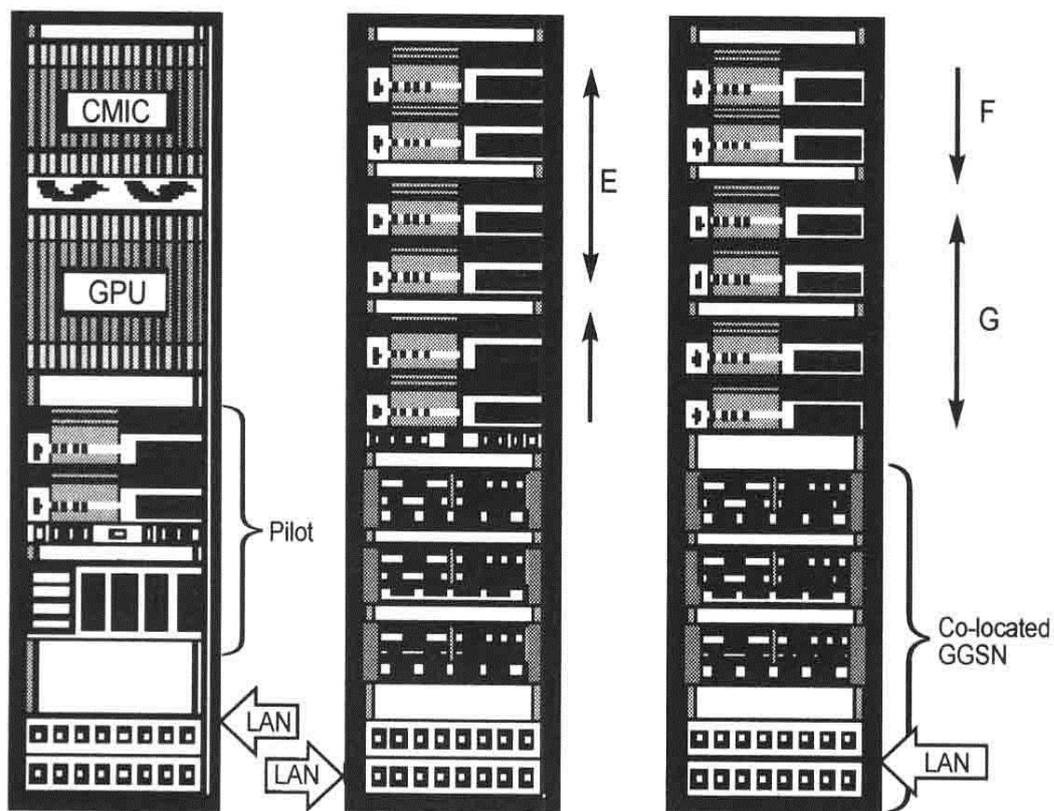


Рис. 2.2. Комплектация SGSN

При этом в зависимости от требуемой производительности возможны три конфигурации: E, F, G. Первый станив содержит одну полку интерфейсов ОКС № 7, одну полку блоков GPU, два коммутатора Ethernet, два сервера DS10. Второй станив включает от 2 до 6 серверов DS10, два коммутатора Ethernet, 2-3 блока маршрутизации. Третий станив может содержать до шести серверов DS10, два коммутатора Ethernet, до 3 маршрутизаторов GGSN (в случае, если SGSN и GGSN совмещаются в одном блоке).

2.2. Интерфейсы SGSN

Интерфейсы SGSN называются интерфейсы G (Gb, Gr и т.д.), все они определены стандартами ETSI. Стандартизация позволяет стыковать оборудование различных производителей.

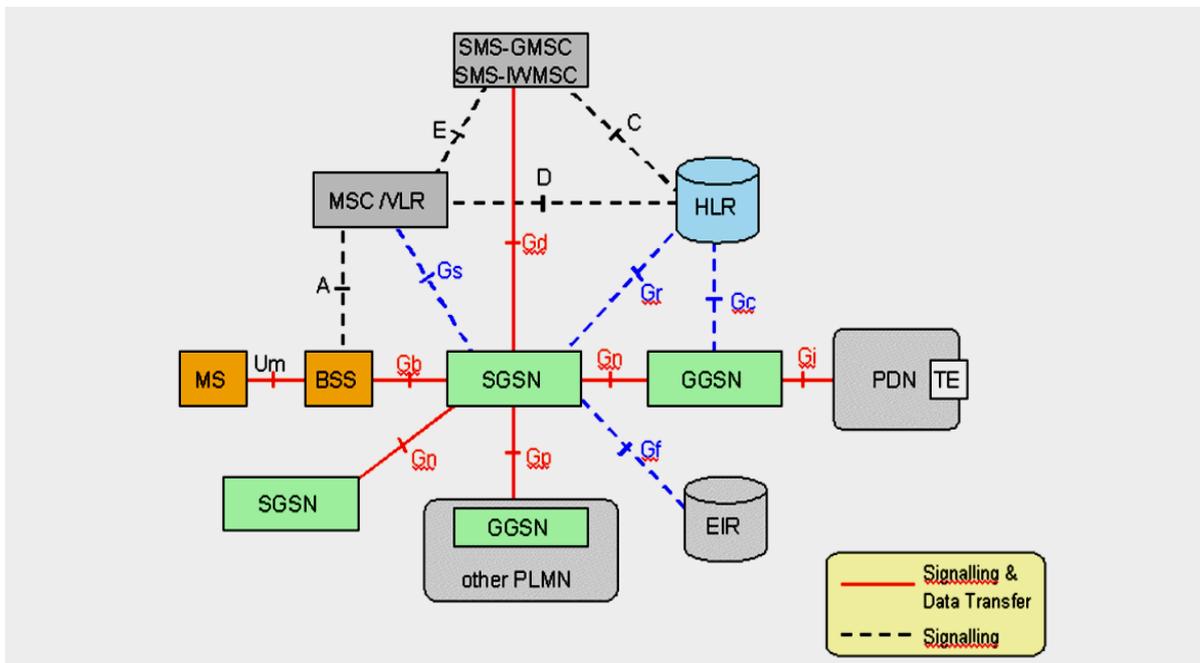


Рис.2.3. Расположение SGSN в сети GPRS

SGSN расположен в сети GPRS, как показано на рис. 2.3. Этот узел взаимодействует с BSS, MSC/VLR, SMS-G и HLR. Этот узел подключается к внутренней сети передачи данных (backbone network) для организации связи с GGSN и другими SGSN.

SGSN обслуживает всех абонентов GPRS, физически расположенных в пределах зоны обслуживания SGSN. SGSN выполняет в GPRS функции, аналогичные тем, которые выполняет MSC в сети GSM.

То есть этот узел управляет функциями подключения, отключения MS, обновления информации о местоположении и т.д. Абоненты GPRS могут быть обслужены любым узлом SGSN в сети в зависимости от их местоположения.

Gb interface - С помощью этого интерфейса осуществляется подключение контроллеров базовых станций непосредственно к SGSN'у. Причем фактически, каналы на контроллере базовых станций (BSC) организовываются на специальные платы — PCU[Packet Control Unit], которые осуществляют обработку именно пакетных данных абонентов. Интерфейс может быть реализован как на довольно распространенной схеме через PCM линии (E1 потоки), пользовательские данные которых будут «упакованы» во Frame Relay (FR) подключения к SGSN'у, так и непосредственно на одной из пакетных технологий—IP, например. Протокол стека Gb изображен на рис. 2.4. ниже:

Протокол стека Gb		
Transmission plane	Control plane	
Application		
SNDCP	SMS	GMM/SM
LLC		
BSSGP		
Network Service		
Frame Relay/Ipv4/Ipv6		

Рис. 2.4. Протокол стека Gb

Многие вендоры, производящие как контроллеры базовых станций, так и SGSN'ы предоставляют возможность реализовать Gb интерфейс на основании IP транспорта, т.е. — Gb over IP.

При этом нам следует не забывать, что в «чистом» виде Gb интерфейс реализуется лишь для 2G архитектуры, т.е. для реализации интерфейса между SGSN'ом и контроллером базовых станций — BSC, а для 3G (UMTS), т.е. для реализации интерфейса между SGSN'ом и RNC(en) контроллером,

используется Iu-PS интерфейс, при чем внутри его идет разделение плоскостей сигнализации (управления) — Control Plane (основывающийся на протоколе GTP-C) и плоскости передачи данных абонентов — User Plane (основывающийся на протоколе GTP-U).

Для Gb интерфейса также существует разделение плоскостей управления и передачи данных, только они не так сильно выражены как для Iu-PS интерфейса.

Плоскость передачи данных изображенана рис 2.5.

Плоскость управления по Gb интерфейсу изображена на рис. 2.6.

Gr interface - Интерфейс между SGSN'ом и HLR'ом, 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, а т.к. этот интерфейс является «чисто» сигнальным, т.е. предназначен лишь для передачи служебной информации, то он базируется на модели SS7, в качестве основного протокола верхнего уровня используется MAP смотрите рис. 2.7. Протокол стека Gr

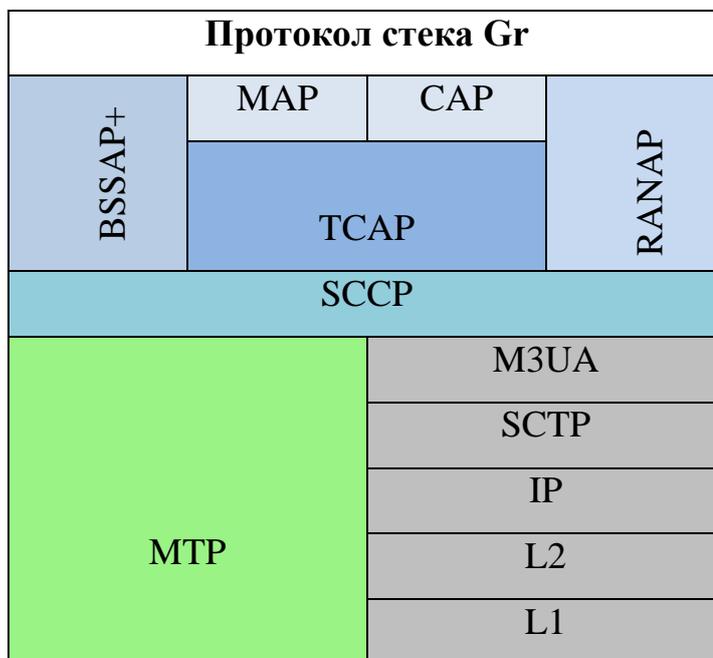


Рис. 2.7. Протокол стека Gr

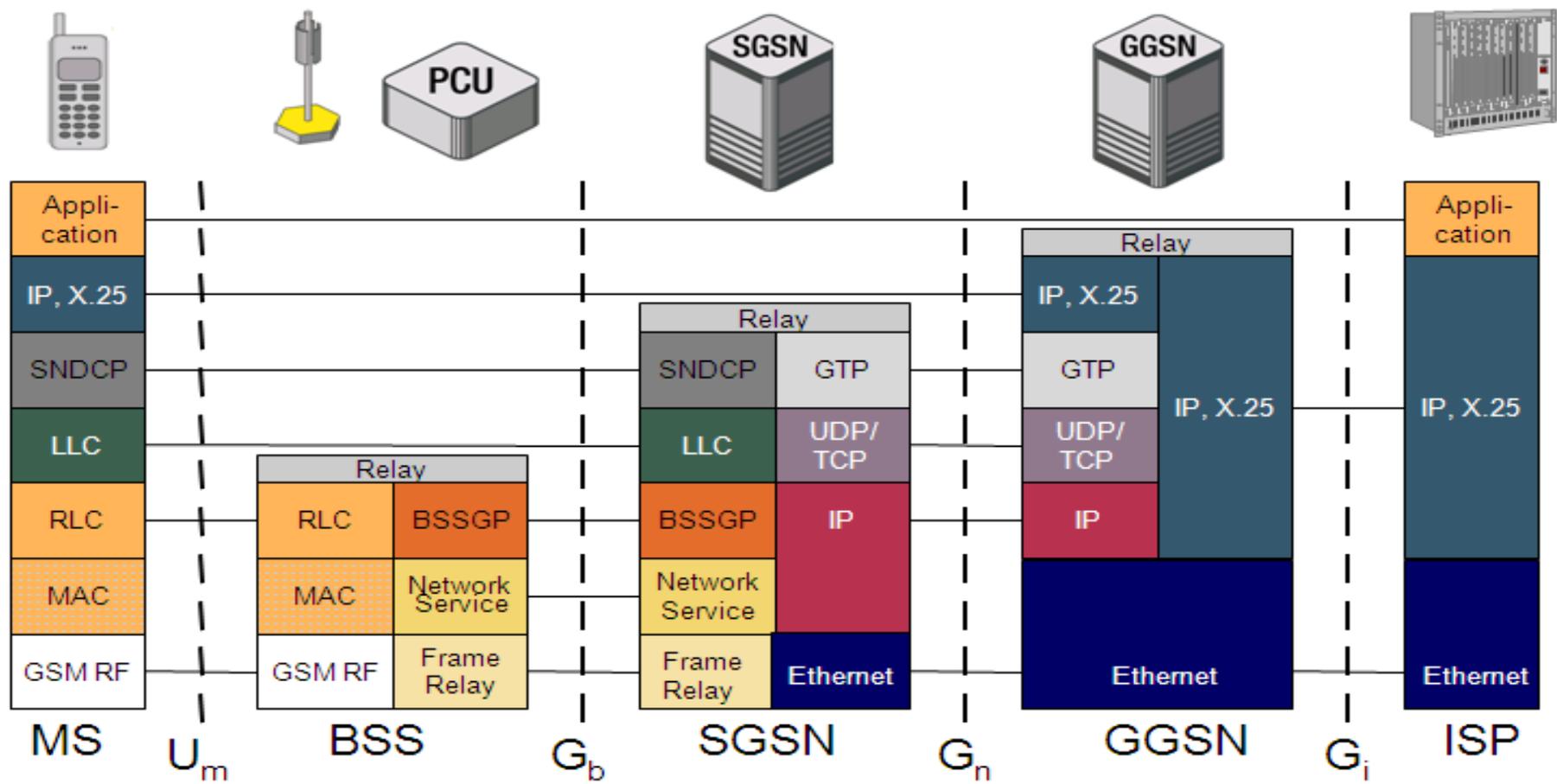


Рис.2.5.Плоскость передачи данных.

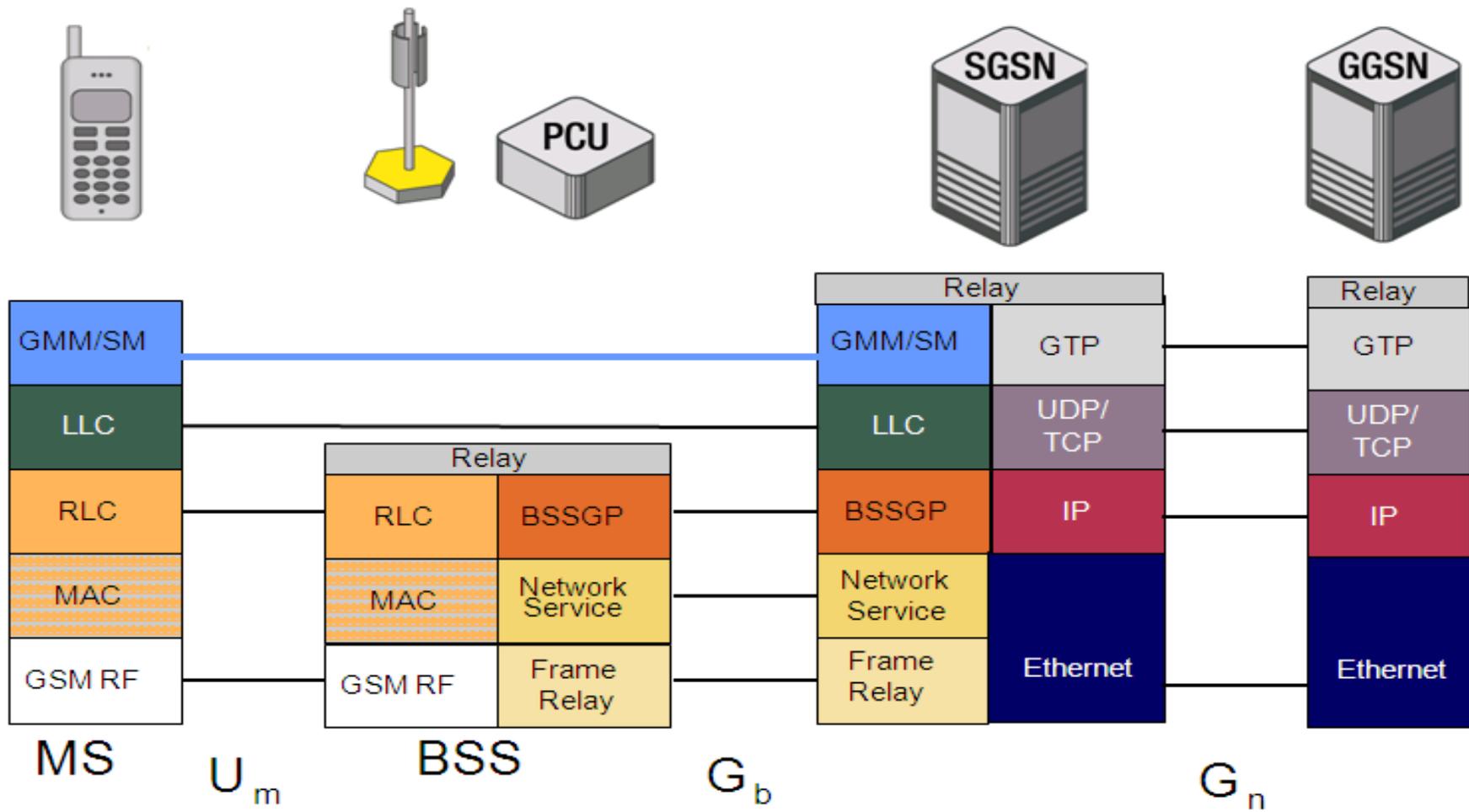


Рис. 2.6.Плоскость управления по Gb интерфейсу

Gd interface - Это интерфейс между SGSN'ом и SMS-GMSC, т.е. центром отправки коротких сообщений, он является опциональным и не обязательным, но вносит в пакетную сеть дополнительную функциональность по отправке коротких сообщений через пакетные каналы. Стек протоколов для этого интерфейса ничем не отличается от стека на интерфейсе Gr (между SGSN'ом и HLR'ом), т.к. используются все те же процедуры SS7 MAP протокола (см. рис.2.7.стека протоколов к Gr интерфейсу).

Gf interface - Еще один опциональный интерфейс, между SGSN'ом и EIR'ом, позволяющий совершать проверку легитимности использования мобильного терминала абонента по его IMEI коду, выполняя запросы к базам данных IMEI кодов (Grey, Black, White Lists) оператора, находящиеся в базах данных сетевого элемента EIR. Стек протоколов аналогичен Gr, Gd интерфейсов — используется MAP (см. рис. 2.7. к Gr интерфейсверсияMAP-E.)

Эффективность использования проверки IMEI кодов существенно повышается в случае использования центральной международной базы данных, либо же в стране должна существовать своя внутренняя база IMEI кодов, к которой будут подключены все мобильные операторы, что не всегда реализуется на практике. Поэтому многие операторы используют платформы EIR (к которым осуществляются запросы на проверку IMEI кодов) элементов в качестве платформ сопоставления пары значений IMSI/MSISDN и IMEI, т.е. в случае когда абонент меняет SIM карту или вставляет ее в другой аппарат — ему автоматически приходят настройки.

Gs interface - Еще один опциональный интерфейс между SGSN'ом и коммутатором MSC, который вносит функциональность по приему и возможности совершения CS (Circuit Services) сервисов во время активной GPRS/EDGE сессии. Это довольно нужный интерфейс, т.к. позволяет абоненту чувствовать себя более комфортно, не заморачиваясь по поводу своей доступности во время активной GPRS/EDGE сессии. По своему опыту

могу сказать, что к сожалению, если сеть оператора построена на оборудовании разных вендоров, то порой не всегда удается совместить интерфейс с обеих сторон коммутатора (MSC) и SGSN'a, поэтому даже в одной сети оператора, возможно существование зон, где можно реализовать Gs интерфейс, а также тех зон где это невозможно.

Ge interface - Интерфейс с помощью которого осуществляется передача биллинговых данных для проведения расчетных операций с абонентами, он реализуется между SGSN'ом и биллинг платформой — SCP. В качестве основного протокола используется приложение CAP модели SS7 (см.рис. 2.7. к Gt интерфейсу).

Процесс взаиморасчетов абонента с оператором по использованию пакетных услуг. Есть два типа абонентов:

- Pre-paid — абоненты предоплаченного сервиса.
- Post-paid — контрактные абоненты.

Для pre-paid абонентов биллинг осуществляется в режиме реального времени, т.е. при поднятии (а также перед активацией) PDP Context'ов от SGSN'a через Ge интерфейс происходит запрос по CAP протоколу на IN платформы (SCP) – платформы биллинга, о текущем остатке на балансе абонента, а затем (в случае наличия необходимого остатка на счету) через определенные интервалы времени (таймеры, которые устанавливает оператор) производятся повторные запросы на возможное продолжение активной PDP сессии абонента предоплаченного сервиса.

Для post-paid абонентов, т.е. контрактных абонентов, сбор биллинг данных в основном осуществляется на самом SGSN'е (хотя есть системы биллинга, осуществляющие сбор данных и на GGSN'е), т.е. на SGSN по каждому абоненту генерируются т.н. CDR файлы, которые затем по tftp/ftp протоколу передаются на системы биллинга и по которым происходит расчет счетов абонентов, хотя для post-paid абонентов также существуют системы online биллинга. Таким образом, главное отличие этих двух типов абонентов в том, что для pre-paid производится т.н. online биллинг, а для post-

paid–offline-биллинг.

Ga interface - Фактически интерфейс в его полной реализации сейчас является опциональным, т.к. многие операторы используют Ge интерфейс для pre-paid абонентов, а CDR файлы для контрактных абонентов генерируются на самом SGSN'е, но тем не менее с помощью Ga интерфейса возможно реализовать биллинговые расчеты на GGSN'е. В его истинной реализации, этот интерфейс связывает SGSN, либо GGSN с CG [Charging Gateway] и в большинстве реализаций является пакетным интерфейсом (TCP/IP), использующим в качестве верхнего уровня GTP протокол(см.рис.2.8.ниже).

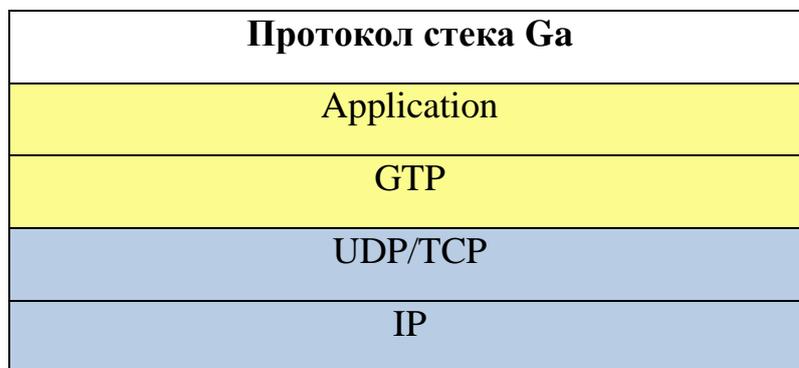


Рис. 2.8. Протокол стека Ga

Если сеть строиться на оборудовании одного вендора, т.е. SGSN/GGSN и CG поставляются одним вендором, то Ga интерфейс может быть использовать «на полную», при этом он будет основываться на собственных проприетарных разработках вендора, т.е. будет закрытым для самого оператора.

Gn, Gp interfaces - Два довольно похожих интерфейса, которые необходимы для реализации связности SGSN'а и GGSN'а. При чем Gn используется, если эти два сетевых элемента находятся в одной и той же PLMN(en), а Gp — если элементы находятся в различных PLMN, т.е. абонент пользуется услугами GPRS/EDGE в роуминге.

На интерфейсах используются две разновидности GTP протокола:

- GTP-U — для передачи пользовательских данных
- GTP-C — для передачи служебной информации*

*например, при активировании PDP Context'a, SGSN передает запрос PDP Context Activation к GGSN'у с помощью как раз GTP-C протокола. (см. рис.2.9)

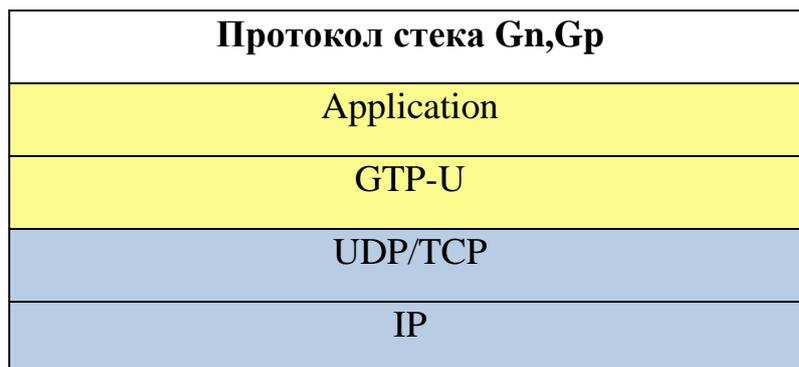


Рис. 2.9.Протокол стека Gn,Gp

Gi interface - Один из самых простых, но в тоже время и самых важных интерфейсов для пакетной сети, т.к. именно через него у оператора есть выход на внешние сети Internet/Intranet. В основном интерфейс является полностью пакетным (IP) и часто представляет из себя гигабитные линки на роутеры мобильного оператора. (см. рис. 2.10.)

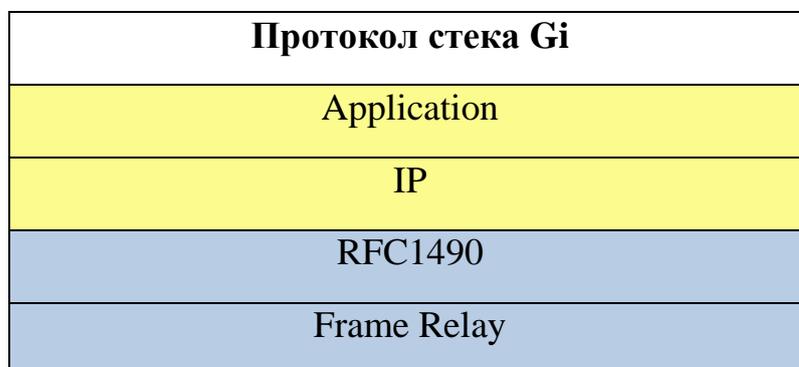


Рис. 2.10. Протокол стека Gi

2.3. Функции SGSN

SGSN выполняет следующие функции:

- контроль доставки пакетов данных пользователям;
- взаимодействие с реестром собственных абонентов сети HLR или аутентификация (проверка разрешения на запрос пользователями услуги); механизм совпадает с механизмом аутентификации в GSM;
- мониторинг находящихся в режиме online пользователей;
- преобразование кадров GSM в форматы, используемые протоколами TCP/IP глобальной компьютерной сети Internet;
- регистрация или «прикрепление» (attachment) абонентов, вновь «появившихся» в зоне действия сети;
- шифрование данных; алгоритм шифрования в технологии GPRS (GEA1, GEA2, GEA3) отличаются от алгоритмов шифрования в GSM (A5/1, A5/2, A5/3), но разработаны на их основе;
- сбор поступающей биллинговой информации, пересылка её в главный офис и т. п.

SGSN подключается к узлу межсетевого перехода GPRS (GGSN), а также к другим SGSN через IP сеть. SGSN не ограничивается соединением с одним узлом GGSN, на практике таких узлов может быть несколько, включая GGSN которые находятся за пределами мобильной сети данного SGSN.

SGSN имеет динамическую базу данных текущей информации о подключенных мобильных устройствах.

Эта информация содержит:

- местонахождение мобильного устройства в Routing Area (RA) или соте;
- информация о безопасности подключения, такая как используемый ключ шифрования;
- текущее состояние подключения;
- использование QoS и др.

Пакетный коммутатор призван разгрузить GSM коммутатор, обеспечивая обработку пакетной информации, оставляя обычному коммутатору лишь голосовой трафик.

В составе сети GPRS узел SGSN выполняет следующие функции. Управление передвижением MS (MM – Mobility Management). Процедуры MM, поддерживаемыми по этому интерфейсу, являются подключение IMSI как для вызовов GPRS, так и для вызовов с коммутацией каналов, обновление зоны местоположения, комбинированное обновление зоны местоположения для GSM и GPRS, передача сигналов пейджинга. Процедуры MM позволяют сети контролировать перемещающихся абонентов. MM позволяет MS перемещаться из одной соты в другую, перемещаться из одной зоны маршрутизации SGSN в другую, перемещаться между узлами SGSN в пределах сети GPRS. Понятие Location Area не используется в GPRS. Аналогом этого понятия в GPRS является зона

Routing Area - RA. Оба этих термина означают зону местоположения, но LA - для GSM, а RA – для GPRS. RA состоит из нескольких сот и может быть меньше или равна LA. MM позволяет абонентам передавать и получать данные во время перемещения в пределах своей сети PLMN, а также при перемещении в другую сеть PLMN. SGSN поддерживает стандартный интерфейс Gs в направлении MSC/VLR для MS классов A и B, что позволяет выполнять следующие процедуры:

Комбинированные подключение/отключение GPRS/IMSI. Процедура регистрации «attach» осуществляется через SGSN, а потом SGSN сам сообщает в MSC/VLR о местоположении и состоянии абонента. Это позволяет объединять действия и таким образом экономить радиоресурсы. Эти действия зависят от класса MS и наличия Gs интерфейса.

Комбинированный пейджинг. Если MS зарегистрирована одновременно как GSM/GPRS терминал, MSC/VLR выполняет пейджинг через SGSN. Сеть также может координировать предоставление сервисов с коммутацией каналов или с коммутацией пакетов. Координация пейджинга

означает, что сеть передает пейджинговые сообщения для служб с коммутацией каналов через пейджинговый канал GPRS

Комбинированное обновление местоположения (зоны местоположения LA или RA) для служб с коммутацией каналов GSM и служб с коммутацией пакетов GPRS. MS выполняет функции обновления местоположения отдельно, передавая информацию о новой LA в MSC и новой RA в SGSN. Существует возможность производить обновление только RA, а SGSN по интерфейсу Gs будет передавать на MSC информацию о новой LA. Это позволяет экономить на функциях сигнализации по радиointерфейсу.

Управление сеансами (Session Management – SM). Создание сеанса связи с передачей пакетов в GPRS называется активация PDP контекста. Процедуры SM включают в себя активацию контекста протокола пакетной передачи данных (PDP), деактивацию этого контекста и его модификацию.

PDP контекст используется для установления и разъединения виртуального канала передачи данных между терминалом, подключенным к MS и GGSN. SGSN затем сохраняет данные, которые включают в себя:

Идентификатор PDP контекста - индекс, используемый для указания на конкретный PDP контекст;

Тип PDP. Это тип PDP контекста. В настоящее время поддерживается IPv4;

Адрес PDP. Фиксированный или динамически назначаемый IP адрес для MS;

APN (Access Point Name. Имя сервера услуги, разделенное точками например: wap.beeline.kg;

QoS (Quality of Service) - качество обслуживания. В QoS, как правило, входит большое количество параметров, описывающих скорость и качество передачи данных (количество проверок на приеме).

PDP контекст должен быть активным в SGSN до того, как какой-либо PDU (пакет данных) может быть передан в MS или получен от MS.

Когда в SGSN поступает сообщение о запросе на активизацию PDP контекста, он запрашивает функцию управления разрешением доступа.

Эта функция ограничивает количество зарегистрированных пользователей в пределах одного узла SGSN и контролирует качество в пределах каждой зоны. Затем SGSN проверяет, разрешен ли абоненту доступ к конкретной сети ISP или корпоративной сети передачи данных (посредством проверки списка разрешенных APN).

Функции маршрутизации интегрированы в оба узла: SGSN и GGSN. Это стандартные функции маршрутизатора IP и дополнительные функции для распределения внутренней нагрузки, как для полезной, так и для трафика управления.

Маршрутизатор таким образом способен обрабатывать как общий трафик IP, так и специальные протоколы GPRS. Функции маршрутизации, строго говоря, не являются частью стандарта GPRS, но они составляют существенную часть сети GPRS. GPRS поддерживает следующие протоколы маршрутизации: RIP, OSPF, BGP. SGSN выбирает GGSN (включая сервер доступа) на основе данных PDP контекста, APN и данных о конфигурации сети. Он использует сервер доменных имен (Domain Name Server - DNS) во внутренней сети для установления GGSN, обслуживающего запрашиваемый APN. Затем SGSN устанавливает туннель с помощью GTP протокола (GPRS tunneling protocol) для подготовки GGSN к дальнейшей обработке информации

Выводы

SGSN (Serving GPRS SupportNode) - узел обслуживания абонентов пакетной сети передачи данных сетей GSM и UMTS для технологий GPRS, EDGE, HSPA. Это аналог MSC для пакетной сети передачи данных.

SGSN 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 взаимодействие с MSC/VLR и HLR;

Интерфейсы SGSN называются интерфейсы G (Gb, Gr и т.д.), все они определены стандартами ETSI. Стандартизация позволяет стыковать оборудование различных производителей.

3. РАСЧЁТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ G_n/G_p ИНТЕРФЕЙСА ПАКЕТНОЙ СЕТИ UMTS

3.1. Взаимодействие нескольких SGSN-SGSN между собой (G_n/G_p интерфейс

G_n/G_p interfaces - Два довольно похожих интерфейса, которые необходимы для реализации связности SGSN'а и GGSN'а. При чем G_n используется, если эти два сетевых элемента находятся в одной и той же PLMN(en), а G_p — если элементы находятся в различных PLMN, т.е. абонент пользуется услугами GPRS/EDGE в роуминге.

Интерфейс G_n - служит для передачи полученного из внешней сети пакета данных от GGSN к SGSN, в зоне обслуживания которого в данное время находится абонент. Данные пользователя передаются прозрачно между внешней сетью PDN и станцией мобильной связи GPRS. Для этого на интерфейсе G_n применяются специальные методы, известные как формирование пакетов и туннелирование.

Интерфейс G_p — между двумя GSN различных сетей. G_p-интерфейс обеспечивает поддержку GPRS при перемещении MS из одной сети в другую. G_p интерфейс функционирует подобно интерфейсу G_n. Однако на него дополнительно возложены функции поддержания процедур безопасности при межсетевом взаимодействии в соответствии с соглашением о роуминге.

Интерфейсы G_n/G_p предназначены для передачи как сигнализации, так и абонентских данных. (см. рис.3.1.)

На интерфейсах используются две разновидности GTP протокола:

- GTP-U — для передачи пользовательских данных
- GTP-C — для передачи служебной информации
- При активировании PDP Context'а, SGSN передает запрос PDP Context Activation к GGSN'у с помощью как раз GTP-C протокола.

Протоколы стека Gn/Gp

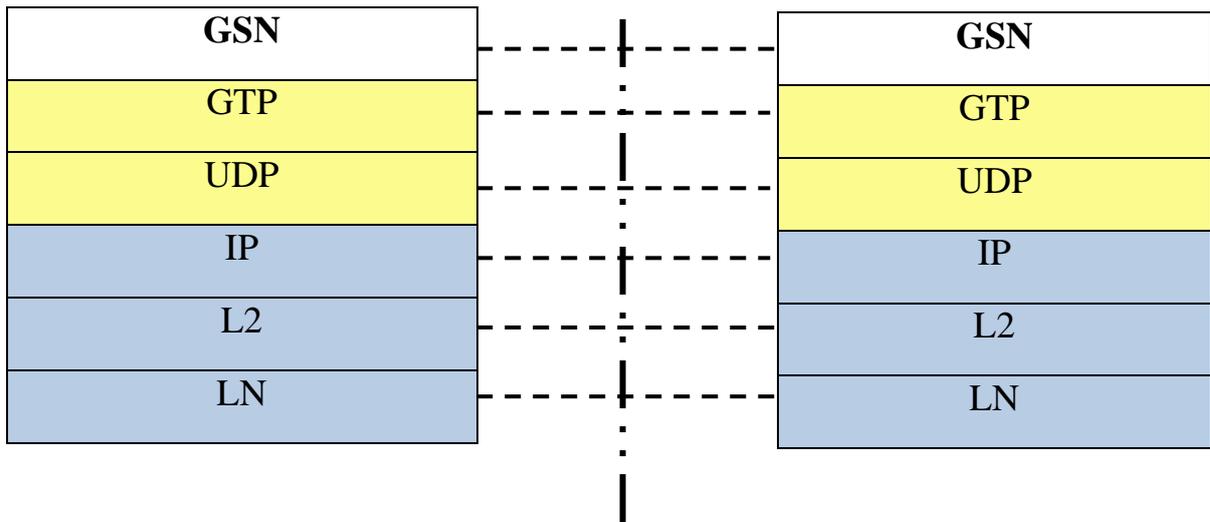


Рис. 3.1. Протокол стека Gn,Gp

3.2. Факторы влияющие на пропускную способность Gn/Gp интерфейса.

На пропускную способность Gn/Gp интерфейсов влияют несколько факторов:

- Количество абонентов в сети ;
- Количество абонентов при различных скоростях;
- Количество абонентов при различных значениях процента активности в сети;

Плоскость управления Gn/Gp интерфейса приведена на рис.3.2.

Расчет плоскости управления для интерфейса Gn

Процедура сигнализации интерфейса Gn имеет 5 видов сообщений и каждая из процедур характеризуется определённой стандартной длиной передаваемого сообщения, выраженной в байтах (см таб. 3.1). Длину передаваемого сообщения для одного абонента можно найти по формуле (3.1)

$$\begin{array}{ccccccc}
 & \text{Сообщений на 1} & & \text{Длина} & & \text{Байт на 1} & (3.1) \\
 \text{Gn} = & \text{пользователя в ЧНН} & * & \text{сообщения} & = & \text{пользователя} &
 \end{array}$$

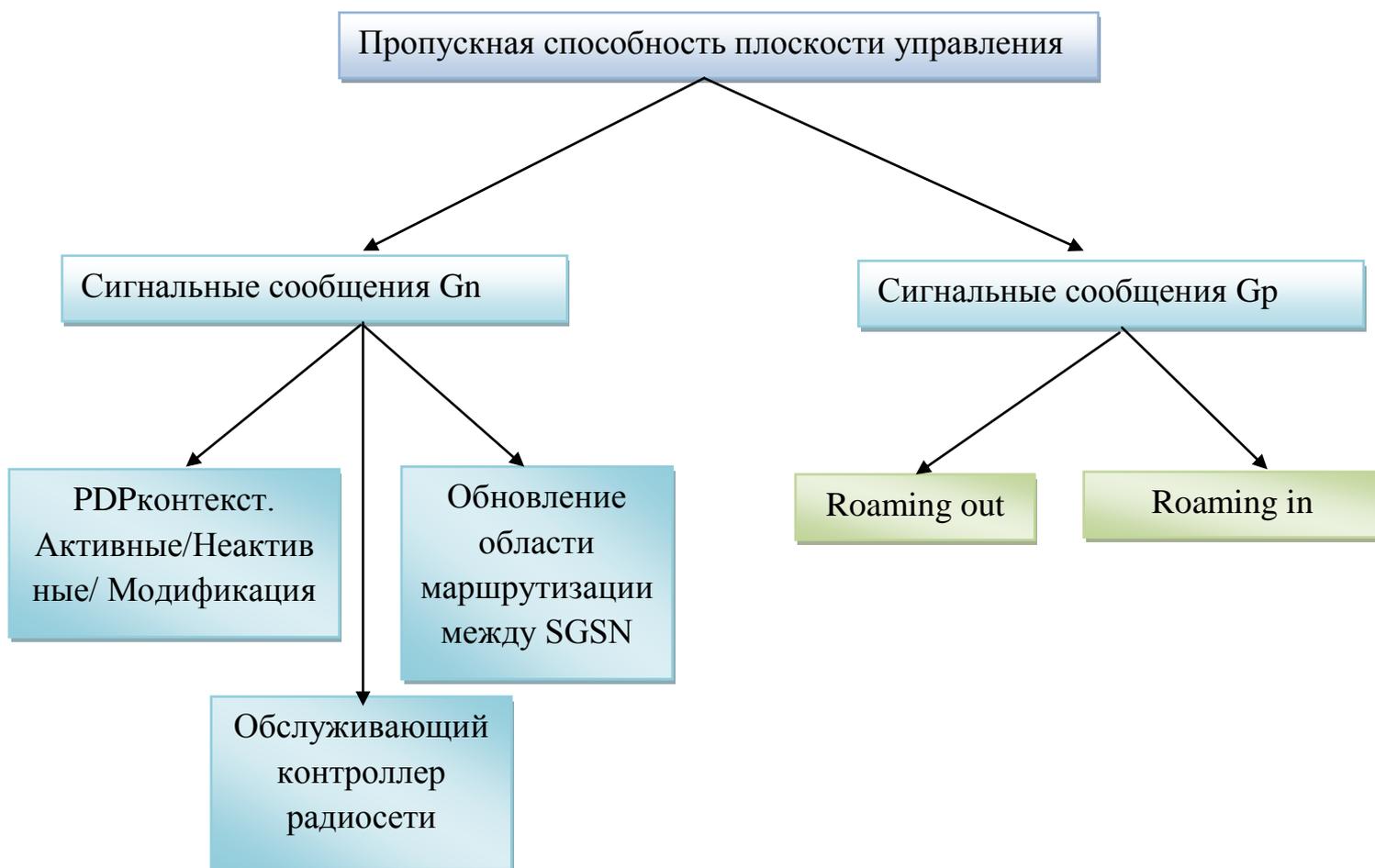


Рис. 3.2. Плоскость управления Gn/Gp интерфейса

Таблица. 3.1

процедура сигнализации Gn	Сообщений на 1 пользователя в ЧНН	Длина сообщения	Байт на 1 пользователей ЧНН
PDP context activation	1,5	319	478,5
PDP context modification	0,15	319	47,85
PDP context deactivation	1,5	319	478,5
Routing area updating	0,1	2012	210,2
Serving RNC relocation	0,01	6512	65,12
Всего в байтах			1280,17
Удельная пропускная способность интерфейса Gn(бит /с)			2,84

PDP context activation- активизация контекста PDP. Процедура, выполняемая GPRS MS в рамках функции SM. В ходе этой процедуры возникает связь между GPRS MS и PDN через SGSN и GGSN.

PDP context modification - изменение PDP-контекста. Может запускаться HLR или в ходе процедур по корректировке зоны маршрутизации.

PDP context deactivation - деактивизация PDP-контекста. Процедура, выполняемая функцией SM, в ходе которой отдельный зарегистрированный PDP-контекст определенного мобильного абонента GPRS удаляется из GGSN и деактивизируется в SGSN.

Routing area updating - корректировка зоны маршрутизации. Функция, инициируемая GPRS MS через SGSN при перемещении ее в другую зону маршрутизации. Определяется зона маршрутизации мобильного абонента GPRS (SGSN-адрес) для HLR и аутентификационные параметры этого абонента для затронутого SGSN.

Serving RNC relocation – сервис перемещение контроллера радиосети

Расчет плоскости управления для интерфейса Gp

Интерфейс Gp высчитывается как процент от интерфейса Gn и включает в себе 2 процедуры (см таб. 3.2)

Таблица. 3.2

процедура сигнализации Gp	Сообщений на 1 пользователя в ЧНН	Длина сообщения, байт	Байт на 1 пользователя в ЧНН
Roaming out	5%	X	X
Roaming in	5%	X	X
Удельная пропускная способность интерфейса Gn(бит /с)			0,28

$$Gp = Gn * 10\% = \text{байт на 1 абонента в ЧНН} \quad (3.2)$$

Сигнальный трафик Gn/Gp (бит /с на 1 абонента)

$$Gn/Gp = Gn * Gp \quad (3.3)$$

$$Gn/Gp = 2,84 + 0,28 = 3,12 \text{ бит /с}$$

Gn/Gp интерфейс зависит от числа абонента.

Всего абонентов 500.000

Средний процент активных абонентов 80%

$$\begin{matrix} \text{Плоскости} & \text{Сигнальный} & \text{Всего} & \text{Средний процент} \\ \text{управления} & \text{трафик} & \text{абонентов} & \text{активных} \\ Gn/Gp & Gn/Gp & * & \text{абонентов} \end{matrix} \quad (3.4)$$

$$3,12 * 500.000 * 80\% = 1.248.000 \text{ бит/с} \approx 1,25 \text{ Мбит /с}$$

Расчет Gn/Gp интерфейса через плоскость пользователя

В плоскости пользователя используется 4 вида протокола которые приведении в таблице 3.3.

Таблица.3.3

Протоколы	Заголовок (байт)
GTP v1	8
UDP	8
IP	20
Ethernet	26
Всего в байтах	62

Для расчета нам понадобятся следующие данные которые приведены в таб. 3.4.

Таблица. 3.4.

Средняя длина IP пакета, байт	420
Скорость передачи данных на 1 абонента, бит/с	300
Средний % активных PDP context	0,5
Data rate uplink: donlink 1/3 в %	75

Всего абонентов 500.000

Процент активных абонентов 80%

Средний процент активных PDPcontext 0,5

Теперь считаем коэффициент конвертации

$$\text{Convert ration} = \frac{\text{Средняядлина IP пакета} + \text{Заголовок}}{\text{Средняядлина IP пакета}} \quad (3.5)$$

$$\text{Convert ration} = \frac{420+62}{420} = 1,15$$

После этого считаем скорость передачи данных активных active PDP context

$$\text{Active PDP context} = \text{Скорость передачи данных} * \text{Процент активных абонентов} * \text{коэффициент конвертации} \quad (3.6)$$

$$\text{Active PDP context} = 300 * 75\% * 1,15 = 259$$

Когда есть все нужные данные можно считать плоскость пользователя Gn/Gp интерфейса

Плоскость пользователя Gn/Gp	=	Active PDP context	*	Количество абонентов	*	Процент активных абонентов	*	Процент PDP context	(3.7)
------------------------------------	---	--------------------------	---	-------------------------	---	----------------------------------	---	---------------------------	-------

На основе этих данных и формул мы можем рассчитать объем пакета на одного абонента и для нескольких групп абонентов. С помощью можно создать имитационную модель и понять характер потока пакетов в интерфейсах Gn/Gp. (см. таб.3.5)

3.3. Разработка программы расчёта пропускной способности Gn/Gp

Для расчета пропускной способности Gn/Gp выберем среду программирования Delphi. Система программирования Delphi версии 7 фирмы Enterprise (Borland) предоставляет наиболее широкие возможности для программирования приложений ОС Windows. Delphi – это продукт Borland International для быстрого создания приложений. Высокопроизводительный инструмент визуального построения приложений включает в себя настоящий компилятор кода и предоставляет средства визуального программирования, несколько похожие на те, что можно обнаружить в Microsoft Visual Basic (она не является RAD - системой) или в других инструментах визуального проектирования. В основе Delphi лежит язык Object Pascal, который является расширением объектно - ориентированного языка Pascal. В Delphi также входят локальный SQL - сервер, генераторы отчетов, библиотеки визуальных компонентов, и прочее, необходимое для того, чтобы чувствовать себя совершенно уверенным при профессиональной разработке информационных систем или просто программ для Windows - среды. Прежде всего Delphi предназначен для профессиональных разработчиков, желающих очень быстро разрабатывать приложения в архитектуре клиент - сервер. Delphi производит небольшие по размерам высокоэффективные исполняемые модули (.exe и .dll), поэтому в Delphi должны быть, прежде всего, заинтересованы те, кто разрабатывает продукты на продажу. С другой стороны небольшие по размерам и быстро исполняемые модули означают, что требования к клиентским рабочим местам существенно снижаются – это имеет немаловажное значение и для конечных пользователей.

Преимущества Delphi по сравнению с аналогичными программными продуктами:

- быстрота разработки приложения (RAD);
- высокая производительность разработанного приложения;

- низкие требования разработанного приложения к ресурсам компьютера;
- наращиваемость за счет встраивания новых компонент и инструментов в среду Delphi;
- возможность разработки новых компонент и инструментов собственными средствами Delphi (существующие компоненты и инструменты доступны в исходных кодах);
- удачная проработка иерархии объектов.

Система программирования Delphi рассчитана на программирование различных приложений и предоставляет большое количество компонентов для этого. К тому же разработчиков интересует, прежде всего, скорость и качество создания программ, а эти характеристики может обеспечить только среда визуального проектирования, способная взять на себя значительные объемы рутинной работы по подготовке приложений, а также согласовать деятельность группы постановщиков, кодировщиков, тестеров и технических писателей. Возможности Delphi полностью отвечают подобным требованиям и подходят для создания систем любой сложности.

Для расчета пропускной способности Gn/Gp от количества абонентов сети разработан алгоритм расчета блок - схема которой приведена на рис.3.1.

На основе данного алгоритма разработана программа расчета пропускной способности Gn/Gp на языке программирования Delphi. Листинг программы приведен в приложении.

После запуска программы на дисплей компьютера выводится главное меню, вид которой приведена на рис.3.2. На интерфейсе программы имеются 13 окошек для ввода исходных параметров для расчета пропускной способности

Во всех окошка записаны предварительные данные значения, которых можно изменить на любое другое значение. Далее в отдельной окошке справа выбирается тип расчетной зависимости.

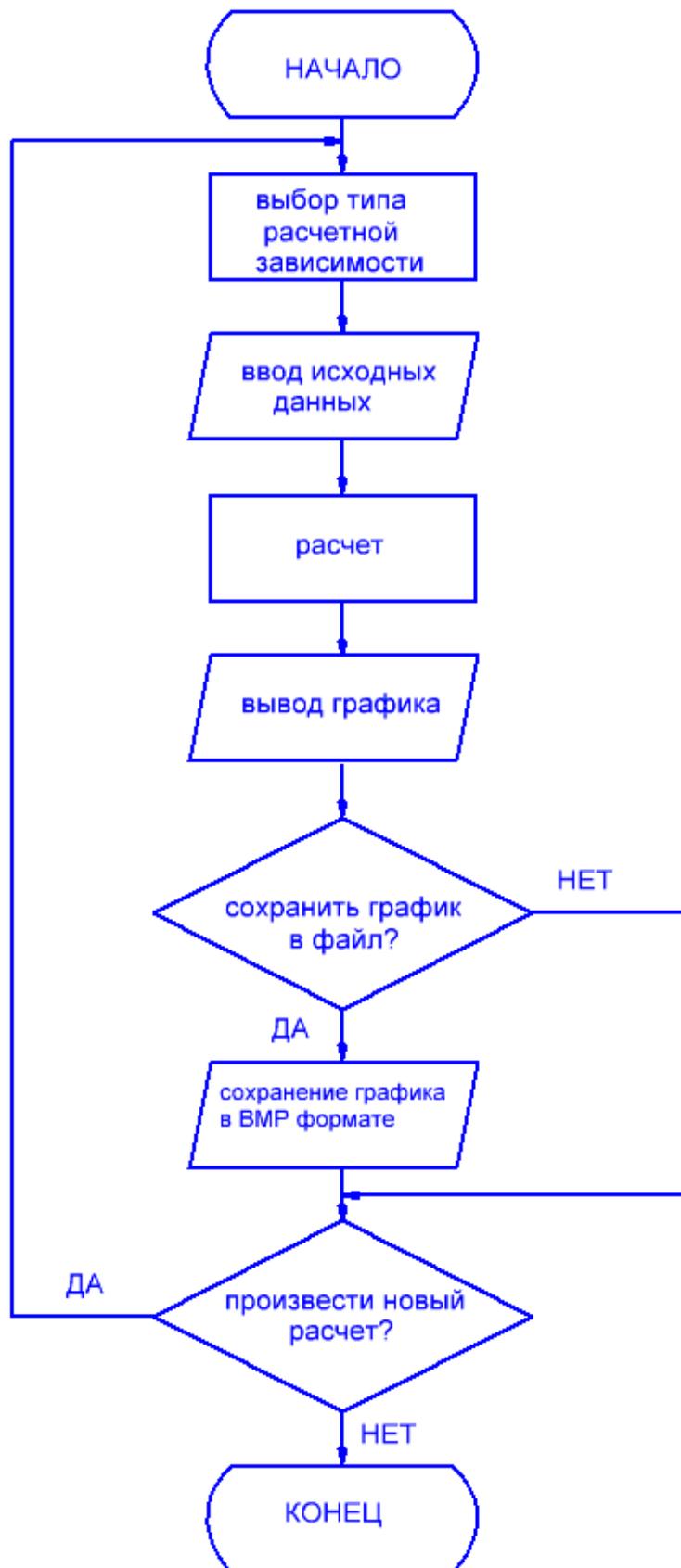


Рис.3.1. Блок - схема алгоритма работы программы расчета пропускной способности G_n/G_p

Кроме того можно задавать максимальное количество абонентов сети и шаг расчета.

Программа расчета пропускной способности Gn/Gp

ВВЕДИТЕ ДАННЫЕ

Скорость передачи данных на 1 абонента, бит/с - 300

Процент активных абонентов, % - 80

Средний процент активных PDP context, % - 0,5

Data rate uplink : downlink 1/3 в % - 75

Среднее число попыток от 1 абонента в ЧНН по сообщениям:

PDP context activation - 1,5

PDP context modification - 0,15

PDP context deactivation - 1,5

Routing area updating - 0,1

Serving RNC relocation - 0,01

Процедуры Gp:

Routing out, % - 5

Rouming in, % - 5

Количество абонентов сети, тысяч:

Максимальное количество - 500

Шаг расчета - 50

Выбор типа расчетной зависимости

ВВОД

ВЫХОД

Рис.3.2. Интерфейс программы расчета после запуска

Для расчета и вывода на экран графика пропускной способности Gn/Gp нажимается кнопка «ввод» и только после этого появляется кнопка «расчет». На рис.3.3 приведен интерфейс программы после ввода исходных данных, выбора расчетной зависимости и нажатия кнопки «ввод».

После нажатия кнопки «Расчет» производится расчет и вывод графиков на экран дисплея компьютера. Рассчитанные графические зависимости можно сохранить в виде BMP файла. Для этого нажимают кнопку «Сохранить график» в левом нижнем углу интерфейса программы. В этом случае внизу интерфейса программы появляется окошко для ввода имени файла (рис.3.4.). После ввода имени файла нажимают кнопку «Ввод» и сохраняют графические зависимости.

Программа расчета пропускной способности Gn/Gp

ВВЕДИТЕ ДАННЫЕ

Скорость передачи данных на 1 абонента, бит/с -

Процент активных абонентов, % -

Средний процент активных PDP context, % -

Data rate uplink : downlink 1/3 в % -

Среднее число попыток от 1 абонента в ЧИИ по сообщениям:

PDP context activation -

PDP context modification -

PDP context deactivation -

Routing area updating -

Serving RNC relocation -

Процедуры Gp:
 Rounding out, % -
 Rounding in, % -

Количество абонентов сети, тысяч:
 Максимальное количество -
 Шаг расчета -

Рис.3.3. Интерфейс программы после ввода исходных данных, выбора расчетной зависимости и нажатия кнопки «ВВОД»

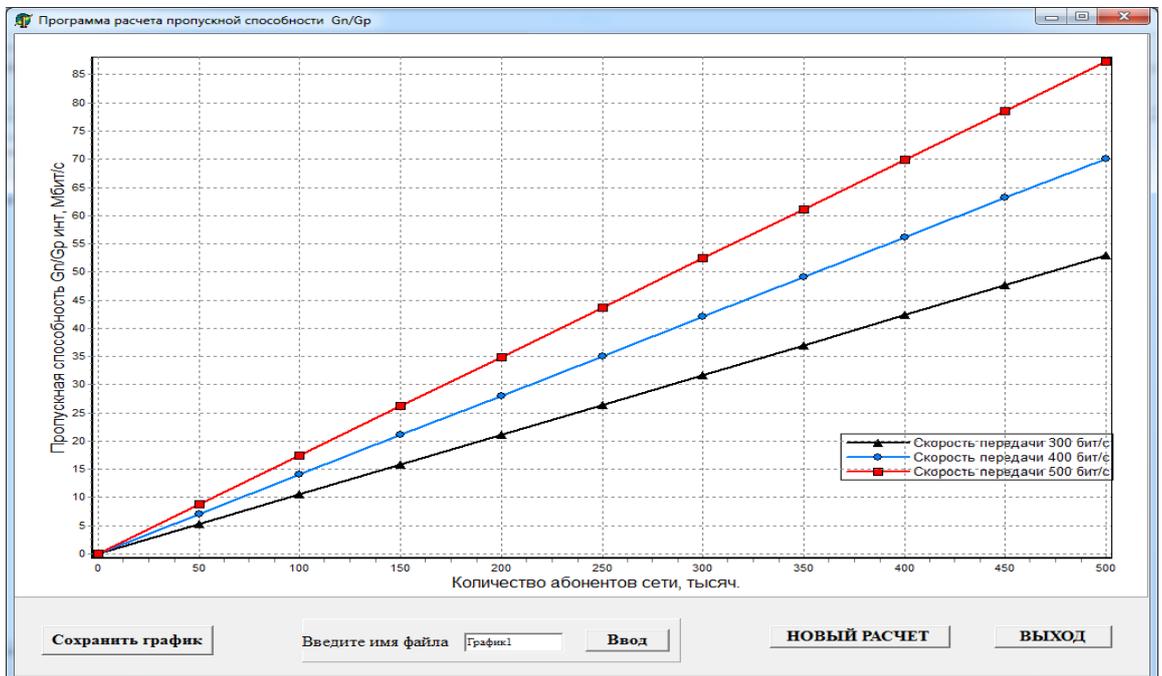


Рис.3.4. Пример интерфейса программы с рассчитанными графическими зависимостями

Для вычисления новых графиков пропускной способности нажимают кнопку «новый расчет» и программа выдаёт первоначальный интерфейс.

Исследуем зависимости пропускной способности Gn/Gp от количества абонентов сети. Для расчета воспользуемся следующими исходными данными:

- PDP context activation - 319;
- PDP context modification - 319;
- PDP context deactivation - 319;
- Routing area updating - 2012;
- ServingRNCrelocation - 6512;
- всего байтов в заголовке протокола - 62;
- средняя длина IP пакета, байт - 420;
- скорость передачи данных на 1 аб, бит/с - 300;
- % активных абонентов - 80;
- средний процент % активных PDP context - 0,5;
- Data rate uplink : downlink 1/3 в % - 75;
- максимальное количество абонентов сети - 500 тыс.;
- шаг изменения количество абонентов сети – 50тыс.;
- Среднее число попыток от 1 аб в ЧНН по сообщениям:
- PDP context activation - 1.5;
- PDP context modification - 0.15;
- PDP context deactivation - 1.5;
- Routing area updating - 0.1;
- Serving RNC relocation - 0.01;
- Всего байт от 1 аб в ЧНН по процедурам:
- PDP context activation - 319;
- PDP context modification - 319;
- PDP context modification - 319;
- Routing area updating - 2012;

- Serving RNC relocation - 6512;
- Roving out % - 5;
- Roving in % - 5.

На рис.3.5 приведены результаты расчета программы в виде графиков зависимостей пропускной способности Gn/Gp от количества абонентов сети.

Из результатов расчётов и графика видно, что с увеличением числа абонентов, использующих пакетные сервисы, от 50 тыс. до 500 тыс. абонентов возрастают требования к пропускной способности Gn/Gp интерфейса от 5,28 Мбит/с до 52,88 Мбит/с.

На рис.3.6 приведены графики зависимости пропускной способности Gn/Gp от количества абонентов сети при различных скорости передачи данных на 1 абонент (300 бит/сек, 400 бит/сек, и 500 бит/сек)

Из результатов расчётов и графика видно, что с увеличением скорости передачи данных на 1 абонент (300 бит/сек, 400 бит/сек, и 500 бит/сек) увеличивается пропускная способность Gn/Gp интерфейса до десяти раз (300 бит/сек – 5,288 до 52,88; 400 бит/сек – 7,01 до 70,1; 500 бит/сек – 8,73 до 87,3)

На рис.3.7 приведены графики зависимости пропускной способности Gn/Gp от количества абонентов сети при различных значениях процента активности абонентов (60%, 70% и 80%).

Из результатов расчётов и графика видно, что с увеличением пропускной способности Gn/Gp от количества абонентов сети при различных значениях процента активности абонентов (60%, 70% и 80%) возрастают требования к пропускной способности Gn/Gp интерфейса.

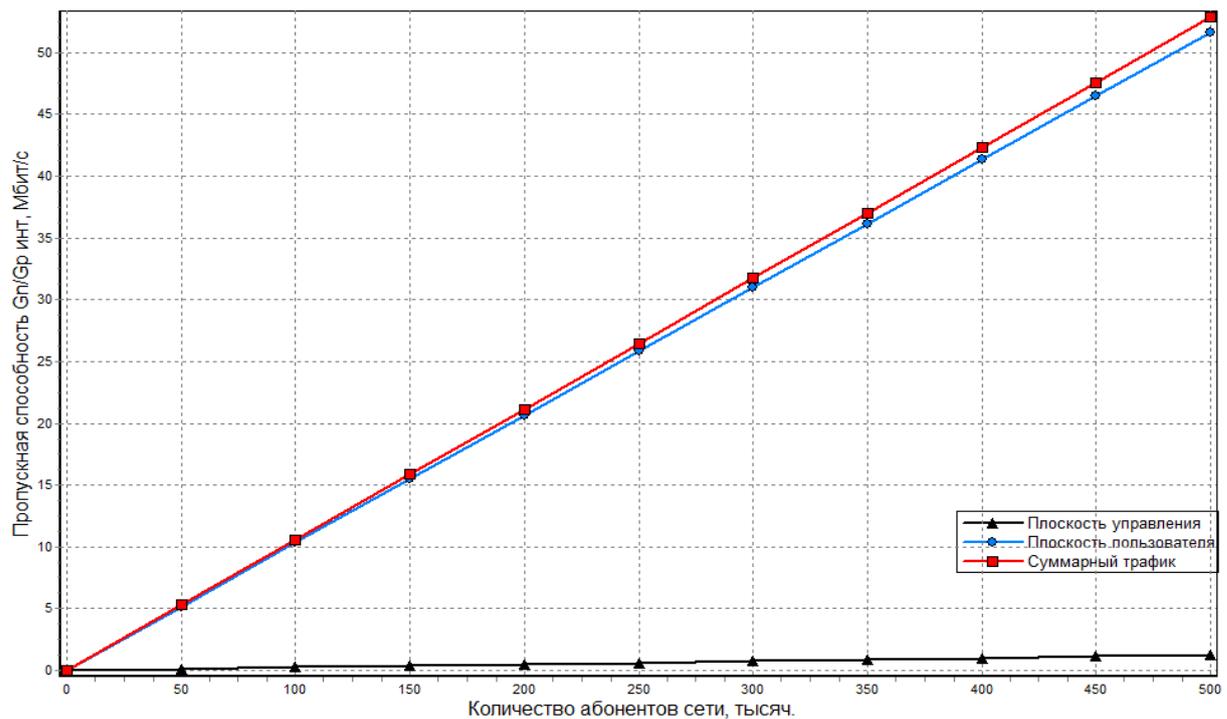


Рис.3.5. График зависимости пропускной способности G_n/G_r от количества абонентов сети

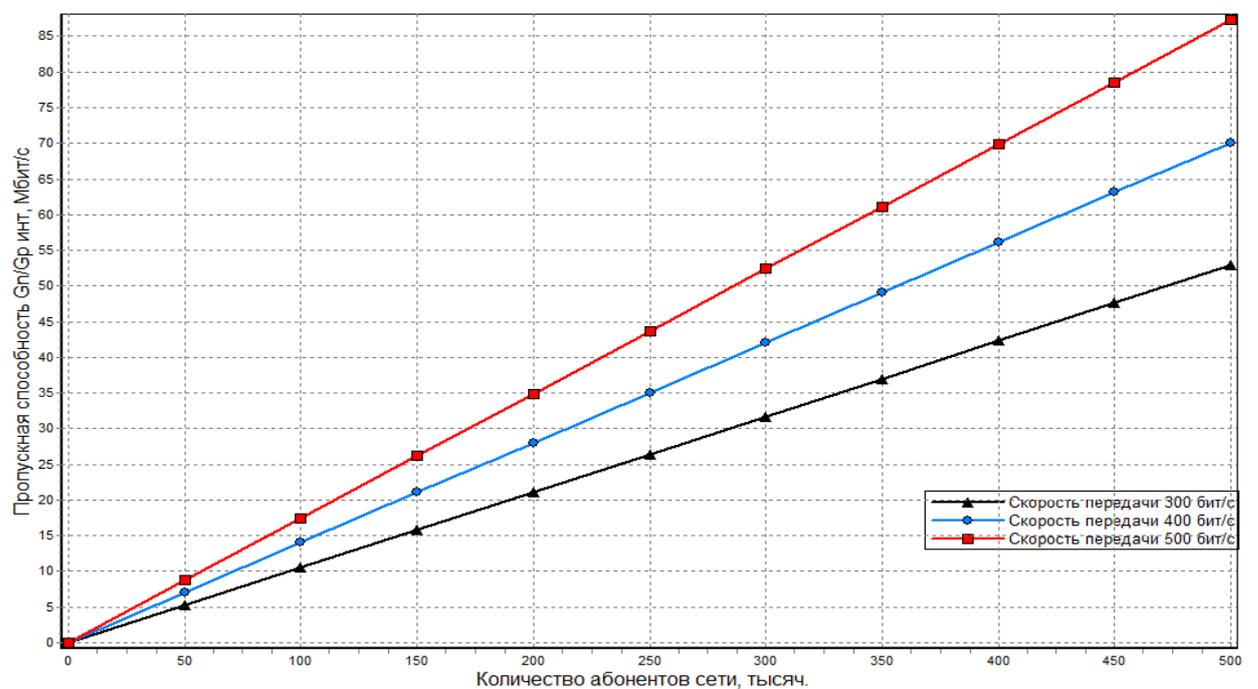


Рис.3.6. График зависимости пропускной способности G_n/G_r от количества абонентов сети при различных скорости передачи данных на 1 абонент (300 бит/сек, 400 бит/сек, и 500 бит/сек)

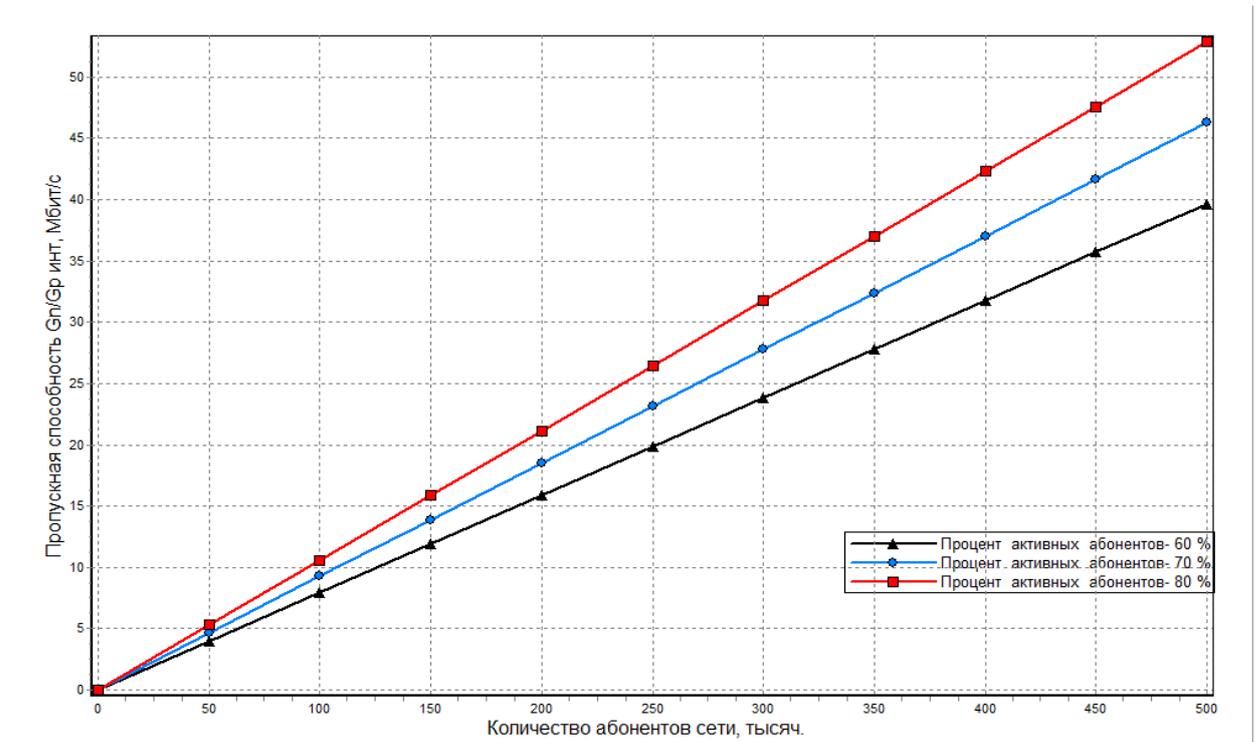


Рис.3.7. График зависимости пропускной способности Gn/Gr от количества абонентов сети при различных значениях процента активности абонентов (60%, 70% и 80%)

Выводы

Интерфейс Gn - служит для передачи полученного из внешней сети пакета данных от GGSN к SGSN, в зоне обслуживания которого в данное время находится абонент. Данные пользователя передаются прозрачно между внешней сетью PDN и станцией мобильной связи GPRS. Для этого на интерфейсе Gn применяются специальные методы, известные как формирование пакетов и туннелирование.

Интерфейс Gr — между двумя GSN различных сетей. Gr-интерфейс обеспечивает поддержку GPRS при перемещении MS из одной сети в другую. Gr интерфейс функционирует подобно интерфейсу Gn. Однако на него дополнительно возложены функции поддержания процедур

безопасности при межсетевом взаимодействии в соответствии с соглашением о роуминге.

На пропускную способность Gn/Gp интерфейсов влияют несколько факторов:

- Количество абонентов в сети ;
- Количество абонентов при различных скоростях;
- Количество абонентов при различных значениях процента активности в сети;

Процедура сигнализации интерфейсаGn имеет 5 видов сообщений и каждая из процедур характеризуется определённой стандартной длиной передаваемого сообщения, выраженной в байтах.

На основе этих данных и формул мы можем рассчитать объем пакета на одного абонента и для нескольких групп абонентов. С помощью можно создать имитационную модель и понять характер потока пакетов в интерфейсах Gn/Gp.

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИИ

4.1. Определение допустимых уровней шума для помещения.

Шум как гигиенический фактор это совокупность звуков различной частоты и интенсивности, которые воспринимаются органами слуха человека и вызывают неприятное субъективное ощущение. Шум как физический фактор представляет собой волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение упругой среды, носящее обычно случайный характер.

Производственным шумом называется шум на рабочих местах, на участках или на территориях предприятий, который возникает во время производственного процесса. Следствием вредного действия производственного шума могут быть профессиональные заболевания, повышение общей заболеваемости, снижение работоспособности, повышение степени риска травм и несчастных случаев, связанных с нарушением восприятия предупредительных сигналов, нарушение слухового контроля функционирования технологического оборудования, снижение производительности труда.

По характеру нарушения физиологических функций шум разделяется на такой, который мешает (препятствует языковой связи), раздражающий (вызывает нервное напряжение и вследствие этого снижения работоспособности, общее переутомление), вредный (нарушает физиологические функции на длительный период и вызывает развитие хронических заболеваний, которые непосредственно связаны со слуховым восприятием: ухудшение слуха, гипертония, туберкулез, язва желудка), травмирующий (резко нарушает физиологические функции организма человека). Характер производственного шума зависит от вида его источников. Механический шум возникает в результате работы различных механизмов с неуравновешенными массами вследствие их вибрации, а также одиночных

или периодических ударов в сочленениях деталей сборочных единиц или конструкций в целом. Аэродинамический шум образуется при движении воздуха по трубопроводам, вентиляционным системам или вследствие стационарных или нестационарных процессов в газах. Шум электромагнитного происхождения возникает вследствие колебаний элементов электромеханических устройств (ротора, статора, сердечника, трансформатора и т. д.) под влиянием переменных магнитных полей. Гидродинамический шум возникает вследствие процессов, которые происходят в жидкостях (гидравлические удары, кавитация, турбулентность потока и т.д.).

Шум как физическое явление это колебание упругой среды. Он характеризуется звуковым давлением как функцией частоты и времени. Для человека область слышимых звуков определяется в интервале от 16 до 20 000 Гц. Наиболее чувствителен слуховой анализатор к восприятию звуков частотой 1000—3000 Гц (речевая зона).

Источники производственного шума.

По природе возникновения шумы машин или агрегатов делятся на:

- Механические;
- аэродинамические и гидродинамические;
- электромагнитные.

При работе различных механизмов, агрегатов, оборудования одновременно могут возникать шумы различной природы.

Прибор шумомер для измерения уровня звука, шума

Для измерения уровня шума применяется прибор шумомер, который производят в разных модификациях: бытовые (ориентировочная цена - 3-4 т.р, диапазоны измерения: 30-130 дБ, 31,5 Гц - 8 кГц, фильтры А и С), промышленные (интегрирующие и т.д.) Наиболее распространённые модели: SL, октава, svan. Для измерений инфразвуковых и ультразвуковых шумов - применяются широкодиапазонные шумомеры.

Частотные диапазоны звука

Поддиапазоны спектра звуковых частот, на которые настроены фильтры двух- или трёхполосных акустических систем: низкочастотный – колебания до-400герц;
среднечастотный - 400-5000 Гц;
высокочастотный - 5000-20000Гц
нормирование шума

Шум оказывает негативное влияние на весь организм человека. Шумы средних уровней (менее 80 дБА) не вызывают потери слуха, но тем не менее оказывают утомляющее неблагоприятное влияние, которое складывается с аналогичными влияниями других вредных факторов и зависит от вида и характера трудовой нагрузки на организм.

4.2.Средство индивидуальной защиты от производственного шума.

Слух позволяет человеку воспринимать звуковую информацию. Вместе с тем, насыщение окружающего пространства шумами повышенной интенсивности может привести к искажению звуковой информации и нарушению слуховой активности человека.Проявление вредного воздействия шума на организм человека весьма разнообразно.

Наиболее опасно длительное воздействие интенсивного шума на слух человека, которое может привести к частичной или полной потере слуха. Медицинская статистика показывает, что тугоухость в последние годы выходит на ведущее место в структуре профессиональных заболеваний и не имеет тенденции к снижению.

Поэтому важно знать особенности восприятия звука человеком, допустимые с точки зрения обеспечения здоровья, высокой производительности и комфортности уровни шума, а также средства и способы борьбы с шумом.

Эффективная защита работающих от неблагоприятного влияния шума требует осуществления комплекса организационных, технических и

медицинских мер на этапах проектирования, строительства и эксплуатации производственных предприятий, машин и оборудования. В целях повышения эффективности борьбы с шумом введены обязательный гигиенический контроль объектов, генерирующих шум, регистрация физических факторов, оказывающих вредное воздействие на окружающую среду и отрицательно влияющих на здоровье людей.

Эффективным путем решения проблемы борьбы с шумом является снижение его уровня в самом источнике за счет изменения технологии и конструкции машин. К мерам этого типа относятся замена шумных процессов бесшумными, ударных — безударными, например замена клепки — пайкой,ковки и штамповки обработкой давлением; замена металла в некоторых деталях незвучными материалами, применение виброизоляции, глушителей, демпфирования, звукоизолирующих кожухов и др. При невозможности снижения шума оборудование, являющееся источником повышенного шума, устанавливают в специальные помещения, а пульт дистанционного управления размещают в малозвучном помещении. В некоторых случаях снижение уровня шума достигается применением звукопоглощающих пористых материалов, покрытых перфорированными листами алюминия, пластмасс. При необходимости повышения коэффициента звукопоглощения в области высоких частот звукоизолирующие слои покрывают защитной оболочкой с мелкой и частой перфорацией, применяют также штучные звукопоглотители в виде конусов, кубов, закрепленных над оборудованием, являющимся источником повышенного шума. Большое значение в борьбе с шумом имеют архитектурно-планировочные и строительные мероприятия. В тех случаях, когда технические способы не обеспечивают достижения требований действующих нормативов, необходимо ограничение длительности воздействия шума и применение противозумов.

Проведение мероприятий по снижению уровня громкости шума не исключает необходимости в ряде случаев применения индивидуальных

приспособлений для защиты органов слуха. К этим средствам относятся вкладыши, наушники и шлемы (рис. 4.1).

Эффективность противошумных средств зависит от их конструкции, использованных материалов, силы прижима, правильности ношения. Одно из наиболее простых средств индивидуальной защиты от шума — вкладыши. Они представляют собой: кусочки ваты, пропитанные воском, глицерином, вазелином; кусочки ультратонкого стекловолокна; пробочки из губчатой резины; эластичные резиновые капсулы, заполненные воском, и т. д. При плотном прилегании к уху вкладыши снижают шум до 15—30 дБ.

Наружные противошумные средства (наушники) закрывают всю ушную раковину; они более гигиеничны и эффективны, чем вкладыши. При весьма интенсивном шуме (120 дБ и выше) используются специальные шлемы с вмонтированными в них наушниками.

В качестве индивидуальных средств защиты от вибраций и сотрясений рекомендуется применять обувь на войлочной или толстой пористой резиновой подошве.

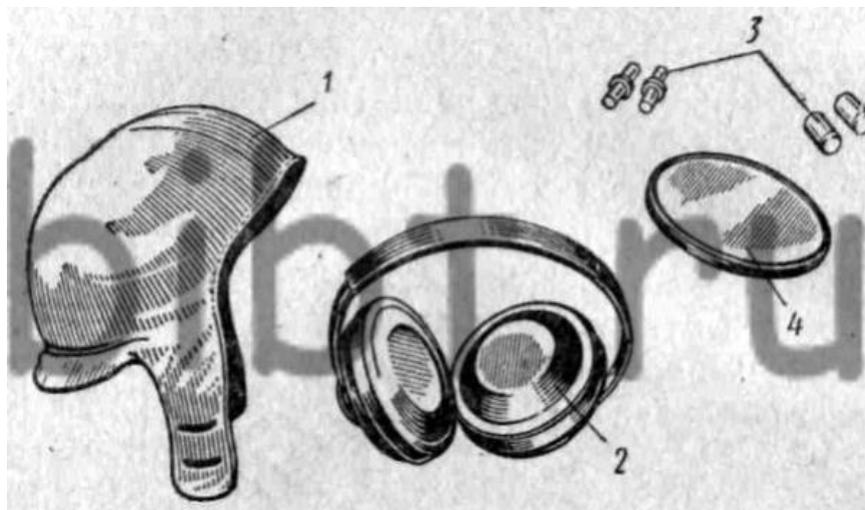


Рис. 4.1. Индивидуальные средства защиты:

1 — шлем; 2 - наушники; 3 — вкладыши; 4 — ультратонкое стекловолокно для вкладышей

4.3. Гигиеническое значение основных факторов воздушной среды.

Важнейшие компоненты воздуха обеспечивают жизнедеятельность организма человека, участвуя в окислительно - восстановительных процессах на разных уровнях организации организма: клетка – ткань – орган – организм.

Воздух принимает все продукты газообмена человека с окружающей средой. Воздух является основной средой, в которой происходит тепловой обмен организма человека с окружающей средой: конвекционная отдача тепла и испарение влаги из легких, выделяемой при дыхании.

Кроме того, воздух выполняет еще одну, чрезвычайно важную для жизни человека функцию, а именно: разбавление до безопасных концентраций ряда химических загрязнителей, что снижает возможное вредное влияние внешней среды на организм человека.

Воздух- это высокоэффективное и наиболее экологичное оздоровительное средство. Он используется как мощный закалывающий фактор в различных оздоровительных системах.

Основные гигиенические показатели качества воздушной среды:

- Физические свойства воздуха (температура, влажность, скорость движения, атмосферное давление, уровень солнечной радиации, электрическое состояние, уровень ионизирующей радиации)
- Химический состав (концентрация и соотношение химических постоянных составляющих, наличие или отсутствие химических загрязнителей – посторонних газов, уровень ионизации)
- Наличие или отсутствие механических примесей (органической пыли, дыма, сажи)
- Уровень бактериального загрязнения (наличие или отсутствие микроорганизмов).

Гигиеническое значение физических свойств воздуха

Основные физические свойства воздуха: температура, влажность, скорость движения, барометрическое давление.

Основное гигиеническое значение температуры воздуха состоит в ее влиянии на тепловой обмен организма с окружающей средой: высокая температура затрудняет отдачу тепла, низкая, наоборот, повышает ее.

Основные показатели влажности воздуха:

- Абсолютная влажность – абсолютное количество водяных паров, находящихся в 1 м^3 воздуха в конкретное время при конкретной температуре
- Максимальная влажность – количество водяных паров, обеспечивающих полное насыщение 1 м^3 воздуха влагой при конкретной температуре воздуха
- Относительная влажность – отношение абсолютной влажности воздуха к максимальной (%)
- Дефицит насыщения – разность между абсолютной и максимальной влажностью воздуха

Движение воздуха. Воздух почти всегда находится в движении из-за неравномерного его нагревания. И это характеризуется двумя показателями: направлением и скоростью. Направление движения воздуха зависит от того, с какой стороны света дует ветер, и обозначается румбами- начальными буквами сторон света: север (С), юг (Ю), восток(В), запад(З). Существуют еще и промежуточные румбы. Таким образом, весь горизонт делится на восемь румбов: север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад.

Скорость движения воздуха. Гигиеническое значение движения воздуха заключается в его влиянии на тепловой баланс организма. Движение воздуха определяет уровень теплоотдачи путем конвекции (более холодные массы воздуха удаляют с поверхности тела нагретые его слои) и испарения.

Химический состав воздуха.

Чистый атмосферный воздух у поверхности Земли имеет следующий химический состав:

- Кислород- 20,93%

- Углекислота- 0,03-0,04
- Азот- 78,1
- Аргон
- Гелий
- Криптон и другие около 1%

В воздушную среду они поступают в виде дыма, сажи, измельченных частиц почвы и других твердых веществ. В совокупности все это и формирует то, что называют воздушной пылью.

По мере увеличения частоты и глубины дыхания, например при физической работе, в легкие попадает больше пыли.

Проветривание помещений во время уборки нецелесообразно, т.к. токи воздуха могут привести к значительному рассеиванию пыли; проветривать помещение нужно после их уборки. Необходимо принимать меры против занесения пыли с улицы в помещение с обувью и верхней одеждой. Поэтому в спортивных залах нужно всегда быть в специальной одежде и обуви. В жилых помещениях и спортивных залах при недостаточной вентиляции и избыточном скоплении людей бактериальная загрязненность воздуха может быть значительной.

Выводы

Шум как гигиенический фактор это совокупность звуков различной частоты и интенсивности, которые воспринимаются органами слуха человека и вызывают неприятное субъективное ощущение. Следствием вредного действия производственного шума могут быть профессиональные заболевания, повышение общей заболеваемости, снижение работоспособности, повышение степени риска травм и несчастных случаев, связанных с нарушением восприятия предупредительных сигналов, нарушение слухового контроля функционирования технологического оборудования, снижение производительности труда.

По характеру нарушения физиологических функций шум разделяется на такой, который мешает (препятствует языковой связи), раздражающий (вызывает нервное напряжение и вследствие этого снижения работоспособности, общее переутомление), вредный (нарушает физиологические функции на длительный период и вызывает развитие хронических заболеваний, которые непосредственно связаны со слуховым восприятием: ухудшение слуха, гипертония, туберкулез, язва желудка), травмирующий (резко нарушает физиологические функции организма человека).

ЗАКЛЮЧЕНИ

В настоящее время основными направлениями развития систем мобильной связи являются увеличение скорости передачи данных и улучшение качества связи. На мировом рынке постоянно появляются прогрессивные технологии и стандарты. Соответственно, возникают новые названия и обозначения. Мировой рынок систем мобильной связи является одним из наиболее выгодных. В нем задействован практически каждый человек в любой стране. Конкуренция на этом рынке очень жесткая. Технологии мобильной связи непрерывно совершенствуются. Основное направление развития этой области связано с увеличением скорости передачи и улучшением качества связи. Ведущие мировые производители комплектующих и оборудования для систем мобильной связи вкладывают огромные средства в новые разработки.

Сети 3G (third generation) — это третье поколение сетей мобильной связи, разработанное на базе технологии пакетной передачи данных. Их появление было вызвано необходимостью удовлетворить возрастающий мировой спрос на высокоскоростные технологии. Современные сети 3G используются в следующих областях:

- интерактивный обмен мультимедийными данными;
- видеотелефонная связь;
- передача изображений и больших объемов информации;
- асимметричная передача мультимедийных данных;
- работа с Интернетом и интрасетями.

Технологию UMTS часто рассматривают, как переходный вариант между существующими 2G и разрабатываемыми 3G-4G-технологиями. Иными словами, UMTS позволяет осуществить более мягкий переход на следующий этап развития сетей мобильной связи без заметного изменения существующего оборудования. В этой технологии в качестве базовой магистральной сети используется GSM MAP, а в качестве сетей радиодоступа применяются комбинированные сети GSM/EDGE и WCDMA.

Сети WCDMA надстраиваются над существующими сетями GSM, при этом они работают параллельно.

Почва для развития стандарта UMTS была заложена еще в 1992 году ИМТ-2000, организацией занимающейся стандартизацией и сертификацией. Однако позже разработки и исследования были возложены на 3GPP. Запуск дебютной сети UMTS, эксплуатируемой с целью получения прибыли, состоялся в 2001 году в Норвегии. Уже к лету 2010 года количество пользователей стандартом достигло 540 миллионов человек по всему миру.

Стандарт третьего поколения обеспечивает следующие основные услуги: речь, голосовая почта, передача сообщений, коммутация пакетов, коммутируемые данные, мультимедиа (средней скорости), мультимедиа (высокой скорости), диалоговое (интерактивное) мультимедиа (высокой скорости).

Совместимость с другими системами может быть достигнута с помощью: прямой модернизации, роуминга, хэндовера (передачи соединения).

В настоящее время разработаны несколько систем третьего поколения. Их свойства ориентированы на состояние мобильной связи и применяемые системы в различных странах.

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., Попантонопуло 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
9. Чиртик А.А. : Программирование в Delphi. - СПб: Питер, 2010
10. Фаронов В.В.: Delphi. Программирование на языке высокого уровня. - СПб.: Питер, 2008
11. Архангельский А.Я.: Программирование в Delphi для Windows. - М.: Бином-Пресс, 2007

- 12.Фаронов В.В.: Система программирования Delphi. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006
- 13.Флёнов М.Е.: Delphi 2005. Секреты программирования.. - СПб.: Питер, 2006
- 14.Муравий Л.А. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для студентов ВУЗов/ ред. Л. А. Муравий, 2002.
- 15.Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. М.: Высшая школа. 2003.
- 16.Ёрматов Ғ.Ё., Исамухамедов Ё.У. Мехнатни мухофаза қилиш. Дарслик. Ўзбекистан нашриёти. Тошкент 2002.
- 17.http://www.wireless-e.ru/articles/technologies/2011_01_4.php
- 18.<http://3gclub.ict-online.ru/tags/umts/>
- 19.<http://www.technosphaera.ru/lib/book/165?read=1>
20. <http://www.intuit.ru/studies/courses/551/407/lecture/9340?page=4>

Слайды презентации

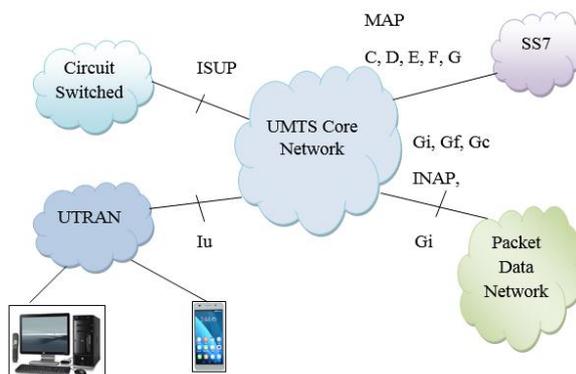
МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

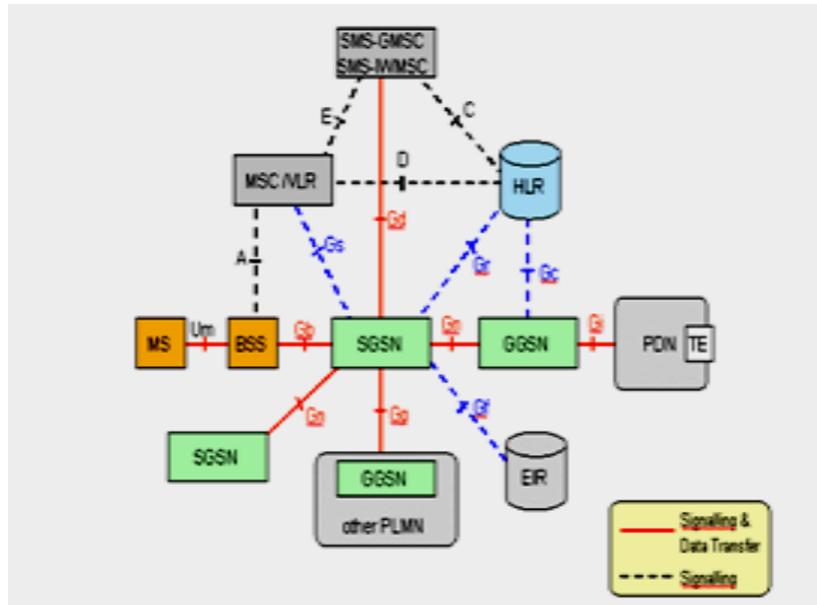
РАСЧЁТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ GN/GP ИНТЕРФЕЙСА
ПАКЕТНОЙ СЕТИ UMTS

Выпускник: Фозилжонова Л.И.
Группа: 410-12
Руководитель: Садчикова С.А.

Архитектура системы UMTS включает в себя мобильную телефонную станцию в системе UMTS – UE, базовую телефонную станцию — узел В, контроллер базовой станции (BSC) и центр коммутации мобильной связи (MSC). UE состоит из двух частей: подвижное оборудование (UE) и модуль идентификации абонента UMTS-SIM.

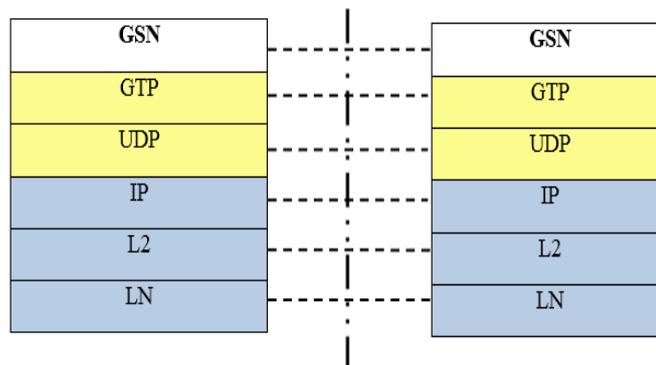


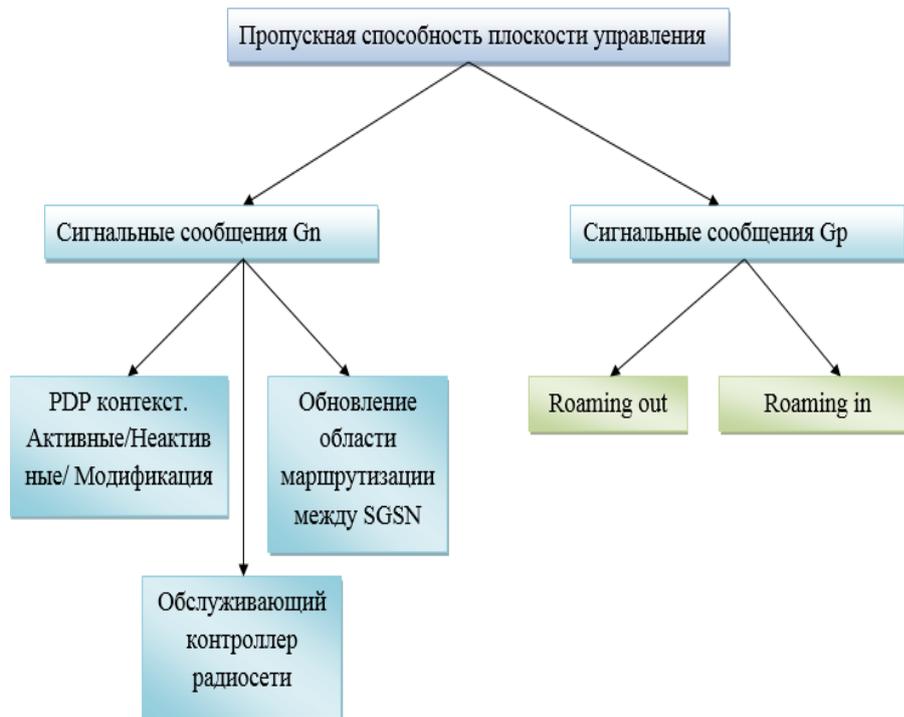
SGSN (Serving GPRS Support Node)



Gn/Gp interfaces - Два довольно похожих интерфейса, которые необходимы для реализации связности SGSN'a и GGSN'a.

Протоколы стека Gn/Gp





Расчет плоскости управления для интерфейса Gn

$$Gn = \text{Сообщений на 1 пользователя в ЧНН} * \text{Длина сообщения} = \text{Байт на 1 пользователя}$$

процедура сигнализации Gn	Сообщений на 1 пользователя в ЧНН	Длина сообщения	Байт на 1 пользователя в ЧНН
PDP context activation	1,5	319	478,5
PDP context modification	0,15	319	47,85
PDP context deactivation	1,5	319	478,5
Routing area updating	0,1	2012	210,2
Serving RNC relocation	0,01	6512	65,12
Всего в байтах			1280,17
Удельная пропускная способность интерфейса Gn (бит /с)			2,84

Расчет плоскости управления для интерфейса Gp

процедура сигнализации Gp	Сообщений на 1 пользователя в ЧНН	Длина сообщения, байт	Байт на 1 пользователя в в ЧНН
Roaming out	5%	X	X
Roaming in	5%	X	X
Удельная пропускная способность интерфейса Gp(бит /с)			0,28

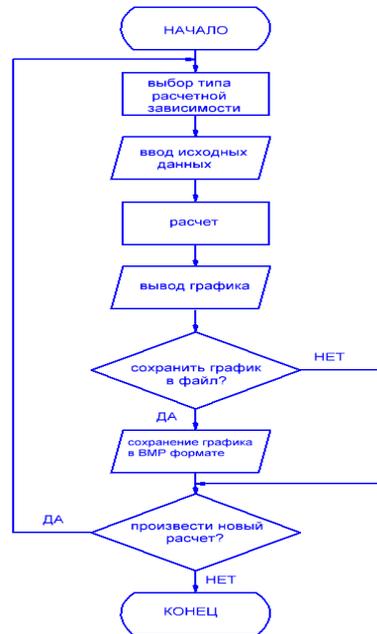
Расчет Gn/Gp интерфейса через плоскость пользователя

В плоскости пользователя используется 4 вида протокола

Протоколы	Заголовок (байт)
GTP v1	8
UDP	8
IP	20
Ethernet	26
Всего в байтах	62

Средняя длина IP пакета, байт	420
Скорость передачи данных на 1 абонента, бит/с	300
Средний % активных PDP context	0,5
Data rate uplink: donlink 1/3 в %	75

Блок - схема алгоритма работы программы расчета пропускной способности Gn/Gp



Интерфейс программы расчета после запуска

Программа расчета пропускной способности Gn/Gp

ВВЕДИТЕ ДАННЫЕ

Скорость передачи данных на 1 абонента, бит/с -	<input type="text" value="300"/>	Процедуры Gp:	
Процент активных абонентов, % -	<input type="text" value="80"/>	Roaming out, % -	<input type="text" value="5"/>
Средний процент активных PDP context, % -	<input type="text" value="0,5"/>	Roaming in, % -	<input type="text" value="5"/>
Data rate uplink : downlink 1/3 в % -	<input type="text" value="75"/>	Количество абонентов сети, тысяч:	
Среднее число попыток от 1 абонента в ЧНН по сообщениям:		Максимальное количество -	<input type="text" value="500"/>
PDP context activation -	<input type="text" value="1,5"/>	Шаг расчета -	<input type="text" value="50"/>
PDP context modification -	<input type="text" value="0,15"/>		
PDP context deactivation -	<input type="text" value="1,5"/>	Выбор типа расчетной зависимости	<input type="text" value=""/>
Routing area updating -	<input type="text" value="0,1"/>		
Serving RNC relocation -	<input type="text" value="0,01"/>		

Интерфейс программы после ввода исходных данных, выбора расчетной зависимости и нажатия кнопки «ВВОД»

Программа расчета пропускной способности Gn/Gp

ВВЕДИТЕ ДАННЫЕ

Скорость передачи данных на 1 абонента, бит/с -	<input type="text" value="300"/>	Процедуры Gp:	
Процент активных абонентов, % -	<input type="text" value="80"/>	Routing out, % -	<input type="text" value="5"/>
Средний процент активных PDP context, % -	<input type="text" value="0,5"/>	Routing in, % -	<input type="text" value="5"/>
Data rate uplink : downlink 1/3 в % -	<input type="text" value="75"/>	Количество абонентов сети, тысяч:	
Среднее число попыток от 1 абонента в ЧНН по сообщениям:		Максимальное количество -	<input type="text" value="500"/>
PDP context activation -	<input type="text" value="1,5"/>	Шаг расчета -	<input type="text" value="50"/>
PDP context modification -	<input type="text" value="0,15"/>		
PDP context deactivation -	<input type="text" value="1,5"/>		
Routing area updating -	<input type="text" value="0,1"/>		
Serving RNC relocation -	<input type="text" value="0,01"/>		

расчет суммарной Gn/Gp и её составляющих

График зависимости пропускной способности Gn/Gp от количества абонентов сети

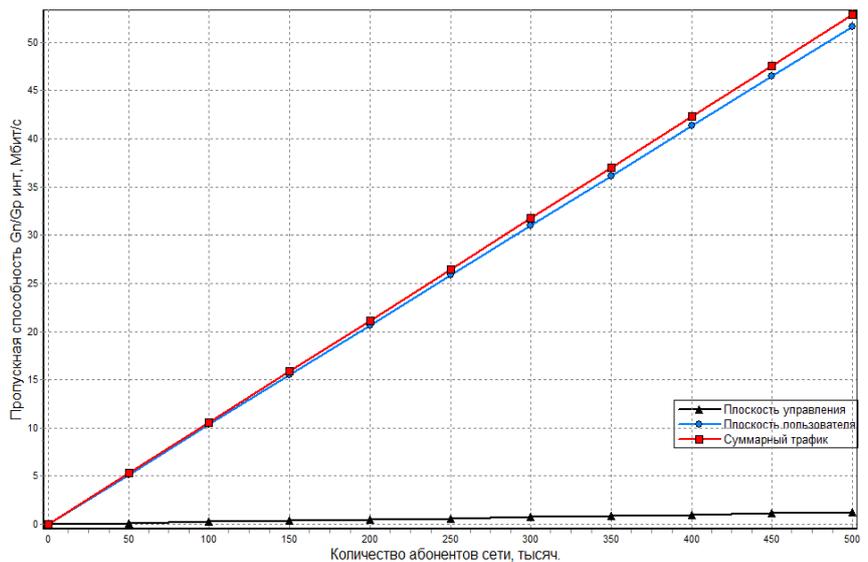


График зависимости пропускной способности G_n/G_p от количества абонентов сети при различных скорости передачи данных на 1 абонент (300 бит/сек, 400 бит/сек, и 500 бит/сек)

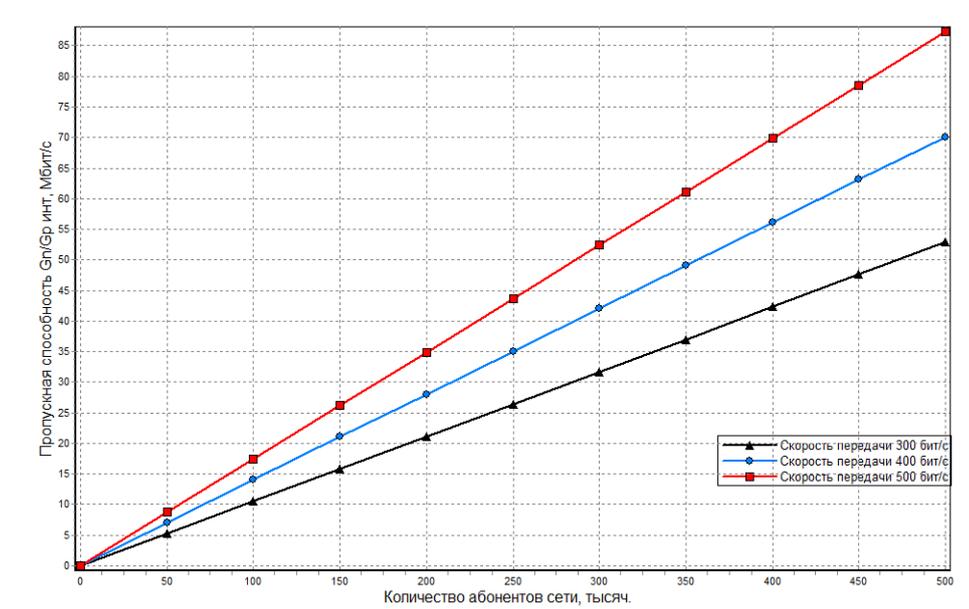
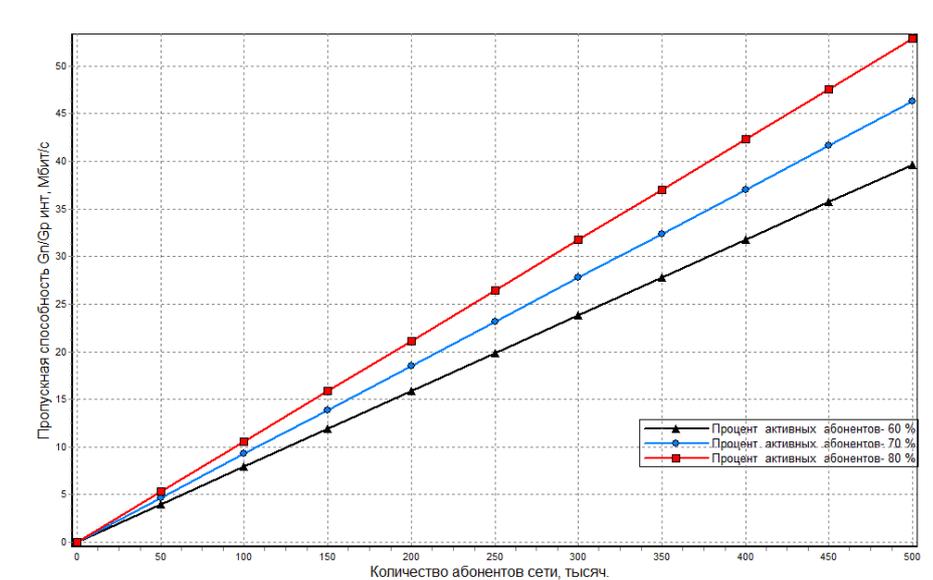


График зависимости пропускной способности G_n/G_p от количества абонентов сети при различных значениях процента активности абонентов (60%, 70% и 80%)



Выводы

Интерфейс Gn - служит для передачи полученного из внешней сети пакета данных от GGSN к SGSN, в зоне обслуживания которого в данное время находится абонент. Данные пользователя передаются прозрачно между внешней сетью PDN и станцией мобильной связи GPRS. Для этого на интерфейсе Gn применяются специальные методы, известные как формирование пакетов и туннелирование. Интерфейс Gp — между двумя GSN различных сетей.

Gp-интерфейс обеспечивает поддержку GPRS при перемещении MS из одной сети в другую. Gp интерфейс функционирует подобно интерфейсу Gn. Однако на него дополнительно возложены функции поддержания процедур безопасности при межсетевом взаимодействии в соответствии с соглашением о роуминге.

На пропускную способность Gn/Gp интерфейсов влияют несколько факторов:

- Количество абонентов в сети ;
- Количество абонентов при различных скоростях;
- Количество абонентов при различных значениях процента активности в сети;

Листинг программы расчёта пропускной способности Gn/Gp

```
unit UnitLobar;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, TeEngine, Series, ExtCtrls, TeeProcs, Chart, ComCtrls,
  Grids, jpeg;
type
  TForm1 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Button6: TButton;
    Panel6: TPanel;
    Edit44: TEdit;
    Button7: TButton;
    Label1: TLabel;
    Chart1: TChart;
    Series1: TLineSeries;
    Series2: TLineSeries;
    Series3: TLineSeries;
    Panel1: TPanel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Label8: TLabel;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    Label12: TLabel;
    Label13: TLabel;
    Label14: TLabel;
```

Label15: TLabel;
Edit1: TEdit;
Edit2: TEdit;
Edit3: TEdit;
Edit4: TEdit;
Edit5: TEdit;
Edit6: TEdit;
Edit7: TEdit;
Edit8: TEdit;
Edit9: TEdit;
Edit10: TEdit;
Button2: TButton;
Button3: TButton;
Edit11: TEdit;
Button4: TButton;
Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
Label18: TLabel;
Edit12: TEdit;
Label19: TLabel;
Edit13: TEdit;
ComboBox1: TComboBox;
Panel2: TPanel;
Label20: TLabel;
Edit14: TEdit;
Edit15: TEdit;
Edit16: TEdit;
Panel3: TPanel;
Label21: TLabel;
Edit17: TEdit;
Edit18: TEdit;
Edit19: TEdit;
Panel4: TPanel;
Label22: TLabel;
Edit20: TEdit;
Edit21: TEdit;
Edit22: TEdit;
Panel5: TPanel;
Edit23: TEdit;

```

Edit24: TEdit;
Edit25: TEdit;
Label23: TLabel;
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Button7Click(Sender: TObject);
procedure Button6Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure Button4Click(Sender: TObject);
procedure ComboBox1Change(Sender: TObject);
procedure Panel2Click(Sender: TObject);
{

```

КОНСТАНТЫ-----
L1 - PDP context activation=319
L2 - PDP context modification=319
L3 - PDP context deactivation=319
L4 - Routing area updating=2012
L5 - Serving RNC relocation=6512
LN - всего байтов в заголовке протокола =62

переменные-----
LIP - средняя длина IP пакета, байт =420
V1 - скорость передачи данных на 1 аб, бит/с =300
Pак - % активных абонентов=80
Pакс - средний процент % активных PDP context =0,5
Dru - Data rate uplink : downlink 1/3 в % = 75
Nabmax - максимальное количество абонентов сети =500000
sr - шаг расчета

Среднее число попыток от 1 аб в ЧНН по сообщениям:

```

n1 - PDP context activation=1.5
n2 - PDP context modification=0.15
n3 - PDP context deactivation=1.5
n4 - Routing area updating=0.1
n5 - Serving RNC relocation=0.01

```

Всего байт от 1 аб в ЧНН по процедурам:
B1 - PDP context activation=319
B2 - PDP context modification=319
B3 - PDP context modification=319
B4 - Routing area updating=2012

B5 - Serving RNC relocation=6512
 Bs - всего сообщений в ЧНН в байтах
 Rgn - удельная пропускная способность Gn на 1 аб, бит/сек
 Pout - Rounting out %
 Pin - Rounting in %
 Rgp - удельная пропускная способность Gp на 1 аб, бит/сек
 Rs - удельная пропускная способность Gn/Gp на 1 аб, бит/сек
 Rsm[I]- пропускная способность Gn/Gp Control Plane от числа аб, Мбит/сек
 Pkon - Convert Ratio коэф. конвертации
 Vd - скорость передачи данных active PDP context на 1 аб, бит/с
 Rsup[I]- пропускная способность Gn/Gp User Plane от числа аб, Мбит/сек
 Rss[I] - общая пропускная способность Gn/Gp User Plane от числа аб,
 Мбит/сек
 }
 private
 G,J,v,VVOD1,sigg:integer;
 L1,L2,L3,L4,L5,LH,LIP,V1,Pak,Nabmax,Nabx,sr:integer;
 n1,n2,n3,n4,n5,B1,B2,B3,B4,B5,Bs,Paks,Dru:real;
 Rgn,Rgp,Pout,Pin,Rs,Pkon,Vd:real;
 Rsm,Rsup,Rss: array [1..1000000] of real;
 Nab: array [1..1000000] of integer;
 ST,IMIAF:string;
 { Private declarations }
 public
 filename:string;
 { Public declarations }
 end;
 var
 Form1: TForm1;
 implementation
 {\$R *.dfm}
 procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
 begin
 Close;
 end;
 procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
 var
 k,n,mm:integer;
 W,H:integer;

```
kk:integer;
label m1,m2,m3,m4,m5,m6,m7,m8,m9,m10;
begin
W:=Screen.Width;
H:=Screen.Height;
Form1.Top:=0;
Form1.Left:=Trunc(W/2)-Trunc(Form1.Width/2);
L1:=319;
L2:=319;
L3:=319;
L4:=2012;
L5:=6512;
LH:=62;
LIP:=420;
Dru:=75;
if sigg=2 then
begin
Panel2.Visible:=true;
Panel3.Visible:=false;
Panel4.Visible:=false;
Panel5.Visible:=false;
end;
if sigg=3 then
begin
Panel2.Visible:=false;
Panel3.Visible:=true;
Panel4.Visible:=false;
Panel5.Visible:=false;
end;
if sigg=4 then
begin
Panel2.Visible:=false;
Panel3.Visible:=false;
Panel4.Visible:=true;
Panel5.Visible:=false;
end;
if sigg=5 then
begin
Panel2.Visible:=false;
```

```

Panel3.Visible:=false;
Panel4.Visible:=false;
Panel5.Visible:=true;
end;
if sigg=3 then Panel3.Visible:=true;
if sigg=4 then Panel4.Visible:=true;
if sigg=5 then Panel5.Visible:=true;
if G<>1 then goto m1;
chart1.LeftAxis.automatic:=true;
chart1.BottomAxis.automatic:=true;
chart1.LeftAxis.minimum:=0;
chart1.BottomAxis.maximum:=(1.1*Nabmax/1000);
if sigg=1 then goto m2;
if sigg=2 then goto m3;
if sigg=3 then goto m4;
if sigg=4 then goto m5;
if sigg=5 then goto m6;
goto m1;
m2:

    for n:=0 to 2 do begin
chart1.SeriesList[n].Clear;
end;
Chart1.Series[0].Title:='Плоскость управления';
Chart1.Series[1].Title:='Плоскость пользователя';
Chart1.Series[2].Title:='Суммарный трафик';
    k:=1;
    Nabx:=0;
while Nabx<=Nabmax do
begin
Nab[k]:=Nabx;
B1:=L1*n1;
B2:=L2*n2;
B3:=L3*n3;
B4:=L4*n4;
B5:=L5*n5;
Bs:=B1+B2+B3+B4+B5;
Rgn:=(Bs*8)/3600;
Rgp:=((Pout+Pin)/100)*Rgn;

```

```

Rs:=Rgn+Rgp;
Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(Pak/100))/1000000;
chart1.SeriesList[0].AddXY(Nab[k]/1000,Rsm[k]);
Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
chart1.SeriesList[1].AddXY(Nab[k]/1000,Rsup[k]);
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[2].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Nabx:=Nabx+sr;
if (Nabx>Nabmax) and (Nabx<Nabmax+sr) then Nabx:=Nabmax;
  k:=k+1;
end;
//ShowMessage(Format('%.3f',[Vd]));
  goto m1;
m3:
  for n:=0 to 2 do begin
chart1.SeriesList[n].Clear;
end;
  Chart1.Series[0].Title:='Скорость передачи '+Edit14.Text+' бит/с';
  Chart1.Series[1].Title:='Скорость передачи '+Edit15.Text+' бит/с';
  Chart1.Series[2].Title:='Скорость передачи '+Edit16.Text+' бит/с';
  k:=1;
  Nabx:=0;
while Nabx<=Nabmax do
  begin
Nab[k]:=Nabx;
  B1:=L1*n1;
  B2:=L2*n2;
  B3:=L3*n3;
  B4:=L4*n4;
  B5:=L5*n5;
  Bs:=B1+B2+B3+B4+B5;
  Rgn:=(Bs*8)/3600;
  Rgp:=((Pout+Pin)/100)*Rgn;
  Rs:=Rgn+Rgp;
  Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(Pak/100))/1000000;
  Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
  Vd:=StrToFloat(Edit14.Text)*(Dru/100)*Pkon;

```

```

Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[0].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Vd:=StrToFloat(Edit15.Text)*(Dru/100)*Pkon;
Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[1].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Vd:=StrToFloat(Edit16.Text)*(Dru/100)*Pkon;
Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[2].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Nabx:=Nabx+sr;
if (Nabx>Nabmax) and (Nabx<Nabmax+sr) then Nabx:=Nabmax;
  k:=k+1;
end;
goto m1;
m4:
for n:=0 to 2 do begin
chart1.SeriesList[n].Clear;
end;
Chart1.Series[0].Title:='Процент активных абонентов- '+Edit17.Text+' %';
Chart1.Series[1].Title:='Процент активных абонентов- '+Edit18.Text+' %';
Chart1.Series[2].Title:='Процент активных абонентов- '+Edit19.Text+' %';
  k:=1;
  Nabx:=0;
while Nabx<=Nabmax do
  begin
Nab[k]:=Nabx;
  B1:=L1*n1;
  B2:=L2*n2;
  B3:=L3*n3;
  B4:=L4*n4;
  B5:=L5*n5;
  Bs:=B1+B2+B3+B4+B5;
  Rgn:=(Bs*8)/3600;
  Rgp:=((Pout+Pin)/100)*Rgn;
  Rs:=Rgn+Rgp;
  Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(StrToFloat(Edit17.Text)/100))/1000000;
  Pkon:=(LH+LIP)/LIP;

```

```

Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(StrToFloat(Edit17.Text)*Paks/100))/1000000;
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[0].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(StrToFloat(Edit18.Text)/100))/1000000;
Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(StrToFloat(Edit18.Text)*Paks/100))/1000000;
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[1].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(StrToFloat(Edit19.Text)/100))/1000000;
Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(StrToFloat(Edit19.Text)*Paks/100))/1000000;
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[2].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Nabx:=Nabx+sr;
if (Nabx>Nabmax) and (Nabx<Nabmax+sr) then Nabx:=Nabmax;
k:=k+1;
end;
goto m1;
m5:
for n:=0 to 2 do begin
chart1.SeriesList[n].Clear;
end;
Chart1.Series[0].Title:='Rouming out- '+Edit20.Text+' %';
Chart1.Series[1].Title:='Rouming out- '+Edit21.Text+' %';
Chart1.Series[2].Title:='Rouming out- '+Edit22.Text+' %';
k:=1;
Nabx:=0;
while Nabx<=Nabmax do
begin
Nab[k]:=Nabx;
B1:=L1*n1;
B2:=L2*n2;
B3:=L3*n3;
B4:=L4*n4;
B5:=L5*n5;
Bs:=B1+B2+B3+B4+B5;

```

```

Rgn:=(Bs*8)/3600;
Rgp:=((StrToFloat(Edit20.Text)+Pin)/100)*Rgn;
Rs:=Rgn+Rgp;
Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(Pak/100))/1000000;
Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[0].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Rgp:=((StrToFloat(Edit21.Text)+Pin)/100)*Rgn;
Rs:=Rgn+Rgp;
Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(Pak/100))/1000000;
Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[1].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Rgp:=((StrToFloat(Edit22.Text)+Pin)/100)*Rgn;
Rs:=Rgn+Rgp;
Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(Pak/100))/1000000;
Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
chart1.SeriesList[2].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
Nabx:=Nabx+sr;
if (Nabx>Nabmax) and (Nabx<Nabmax+sr) then Nabx:=Nabmax;
  k:=k+1;
end;
goto m1;
m6:
for n:=0 to 2 do begin
chart1.SeriesList[n].Clear;
end;
Chart1.Series[0].Title:='Rouming in- '+Edit23.Text+' %';
Chart1.Series[1].Title:='Rouming in- '+Edit24.Text+' %';
Chart1.Series[2].Title:='Rouming in- '+Edit25.Text+' %';
  k:=1;
  Nabx:=0;

```

```

while Nabx<=Nabmax do
  begin
Nab[k]:=Nabx;
  B1:=L1*n1;
  B2:=L2*n2;
  B3:=L3*n3;
  B4:=L4*n4;
  B5:=L5*n5;
  Bs:=B1+B2+B3+B4+B5;
  Rgn:=(Bs*8)/3600;
  Rgp:=((StrToFloat(Edit23.Text)+Pout)/100)*Rgn;
  Rs:=Rgn+Rgp;
  Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(Pak/100))/1000000;
  Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
  Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
  Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
  Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
  chart1.SeriesList[0].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
  Rgp:=((StrToFloat(Edit24.Text)+Pout)/100)*Rgn;
  Rs:=Rgn+Rgp;
  Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(Pak/100))/1000000;
  Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
  Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
  Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
  Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
  chart1.SeriesList[1].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
  Rgp:=((StrToFloat(Edit25.Text)+Pout)/100)*Rgn;
  Rs:=Rgn+Rgp;
  Rsm[k]:=(Nab[k]*Rs*(Pak/100))/1000000;
  Pkon:=(LH+LIP)/LIP;
  Vd:=V1*(Dru/100)*Pkon;
  Rsup[k]:=(Nab[k]*Vd*(Pak*Paks/100))/1000000;
  Rss[k]:=Rsm[k]+Rsup[k];
  chart1.SeriesList[2].AddXY(Nab[k]/1000,Rss[k]);
  Nabx:=Nabx+sr;
  if (Nabx>Nabmax) and (Nabx<Nabmax+sr) then Nabx:=Nabmax;
  k:=k+1;
  end;
  goto m1;

```

```

m1:
G:=0;
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
G:=1;
  Panel1.Visible:=false;
  Button4.Visible:=true;
  Button6.Visible:=true;
  ComboBox1.ItemIndex:=0;
  FormCreate(self);
end;
procedure TForm1.Button7Click(Sender: TObject);
begin
ST:=Edit44.text;
  If ST<>" then
  begin
  IMIAF:=ST+'.bmp';
  filename:=IMIAF;
  chart1.savetobitmapfile(filename);
  end;
Panel6.Visible:=false;
  FormCreate(self);
end;
procedure TForm1.Button6Click(Sender: TObject);
begin
  Panel6.Visible:=true;
  FormCreate(self);
end;
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
  V1:=StrToInt(Edit1.Text);
  Pak:=StrToInt(Edit11.Text);
  Paks:=StrToFloat(Edit2.Text);
  Dru:=StrToInt(Edit3.Text);
  n1:=StrToFloat(Edit4.Text);
  n2:=StrToFloat(Edit5.Text);
  n3:=StrToFloat(Edit6.Text);
  n4:=StrToFloat(Edit7.Text);

```

```

n5:=StrToFloat(Edit8.Text);
Pout:=StrToFloat(Edit9.Text);
Pin:=StrToFloat(Edit10.Text);
Nabmax:=StrToInt(Edit12.Text)*1000;
sr:=StrToInt(Edit13.Text)*1000;
  if (V1<=0)or (Pak<=0) or (Paks<=0) or (Dru<=0) or (n1<=0) or (n2<=0) or
(n3<=0) or
  (n4<=0) or (n5<=0) or (Pout<=0) or (Pin<=0) or ( Nabmax<=0) or (sr<=0) then
  begin
    ShowMessage('Введите все данные. Не должно быть - 0 или
отрицательными');
    end
  else
  begin
    Button2.Visible:=true;
    end;
    FormCreate(self);
end;
procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
  sigg:=0;
  Panel2.Visible:=false;
  Panel3.Visible:=false;
  Panel4.Visible:=false;
  Panel5.Visible:=false;
  Panel1.Visible:=true;
  Button4.Visible:=false;
  Button6.Visible:=false;
  Panel6.Visible:=false;
  ComboBox1.Text:='Выбор режима расчета';
  FormCreate(self);
end;
procedure TForm1.ComboBox1Change(Sender: TObject);
begin
  case ComboBox1.ItemIndex of
  0:sigg:=1;
  1:sigg:=2;
  2:sigg:=3;
  3:sigg:=4;

```

```
4:sigg:=5;
end;
FormCreate(self);
end;
procedure TForm1.Panel2Click(Sender: TObject);
begin
FormCreate(self);
end;
end.
```