

Протоколы GPRS и их тестирование

Р.Д. Рерле, И.М. Ехриель, И.В. Данилов

Введение

Первое поколение систем сотовой связи, известное по сетям стандарта AMPS, было основано на принципе коммутации каналов, аналоговой передаче речи и низкоскоростной сигнализации по радиointерфейсу. Системы второго поколения (2G) также основаны на коммутации каналов, но используют цифровые принципы временного (TDMA) и кодового (CDMA) разделения каналов, что дает возможность расширить спектр приложений сотовой связи дополнительными услугами при передаче речи и услугами низкоскоростной передачи данных (факс, SMS). Интерфейсы систем 2G основаны на системе сигнализации OKC-7. Концепция третьего поколения (3G) беспроводной связи предполагает постепенный переход от технологий, основанных на коммутации каналов, к технологиям пакетной передачи на основе ATM (в том числе и на радиointерфейсе) для поддержки услуг мультимедиа. В силу широкого распространения сетей 2G при разработке спецификаций систем 3G особое внимание было уделено максимальному использованию существующей инфраструктуры. Технология GPRS использует существующий в GSM радиointерфейс на основе TDMA для высокоскоростной передачи данных и является первым промежуточным шагом в создании систем третьего поколения.

Системы, поддерживающие технологию GPRS, получили название 2G+. Кроме расширения возможностей основанных на OKC-7 интерфейсов, в GPRS определены новые интерфейсы, основанные на IP, X.25 и FR. Анализ протоколов, используемых в GPRS, является в настоящее время одной из сложнейших задач в области тестирования телекоммуникационного оборудования и требует использования специализированных протокол-тестеров.

Интернет и его влияние на сети GSM

За последние годы сеть Интернет приобрела чрезвычайную популярность, и вырос спрос на доступ к Web-приложениям с помощью мобильных терминалов. Но Интернет - это сеть с коммутацией пакетов, а GSM - сеть с коммутацией каналов. Использование ресурсов сети с коммутацией каналов для передачи данных нецелесообразно, поскольку соединение в такой сети существует, даже когда данные не передаются. Это чрезвычайно дорого для конечного пользователя и делает неэффективным использование ресурсов радиointерфейса в сетях GSM.

Сети мобильной связи второго поколения накладывают ряд технических ограничений, которые должны быть преодолены, для того чтобы задействовать приложения Интернет:

- скорость передачи 9,6 кбит/с слишком мала, чтобы ее использовать в Интернет;
- для GSM установлено ограничение в 160 символов;
- длительное время установления соединения;
- когда качество передачи через воздушный интерфейс падает ниже определенного порогового значения, абонент получает непригодные фрагменты вместо полных файлов.

В силу этих обстоятельств передача данных по сети мобильной связи с коммутацией каналов оказывается ненадежной и дорогой, вследствие чего были разработаны новые стандарты, нацеленные на решение перечисленных проблем. В основу решения был положен принцип отделения трафика данных от голосового в точке сети, расположенной как можно ближе к абоненту, с тем чтобы не загружать трафиком данные ресурсы коммутации каналов. После отделения трафик данных маршрутизируется как к/от абонентов сетей GSM, так и к/от внешних сетей передачи данных (PDN) по внутренней сети передачи данных. Это решение получило название услуги пакетной передачи данных (GPRS, General packet radio service).

GPRS: Подготовка сетей GSM для работы с Интернет

В первом выпуске стандартов по GPRS в 1997 году институтом ETSI был специфицирован первый этап по созданию инфраструктуры для передачи данных в режиме коммутации пакетов в сетях GSM. На втором этапе в 1999 году стандарты были дополнены новыми возможностями и дополнительными услугами. Стандартами определены следующие основные идеи и функциональные возможности GPRS.

Методы коммутации пакетов применяются для передачи данных пользователя и сигнальной информации. Благодаря использованию метода туннелирования, данные прозрачно передаются между мобильными абонентскими установками и внешними сетями PDN. Непосредственный доступ к внешним сетям передачи пакетных данных снижает время установления соединения.

Повышенная эффективность радио интерфейса гарантируется благодаря использованию нескольких методов:

- Предоставление емкости по требованию, при котором физические каналы соты могут назначаться динамически для использования в режиме коммутации каналов и коммутации пакетов. Резервные ресурсы можно использовать для передачи трафика с коммутацией пакетов.
- Увеличение скорости передачи данных достигается путем объединения в пучки до 8 временных каналов на цикл TDMA и применения новых схем кодирования (CS). Определены четыре схемы кодирования: CS-1 (9.05 кбит/с), CS-2 (13.4 кбит/с), CS-3 (15.6 кбит/с), CS-4 21.4 кбит/с.
- Асимметричное назначение ресурсов, при котором ресурсы в направлениях к/от мобильной станции назначаются отдельно и могут различаться пропускной способностью и скоростью.

Архитектура сети GSM/GPRS

Элементы сети GPRS

Чтобы подготовить существующие сети GSM для GPRS, определены шесть новых элементов: мобильная станция GPRS, блок управления пакетами PCU, блок кодера каналов CCU, обслуживающий SGSN и шлюзовый GGSN узлы поддержки GPRS. Эталонная модель GPRS приведена на рисунке 1.

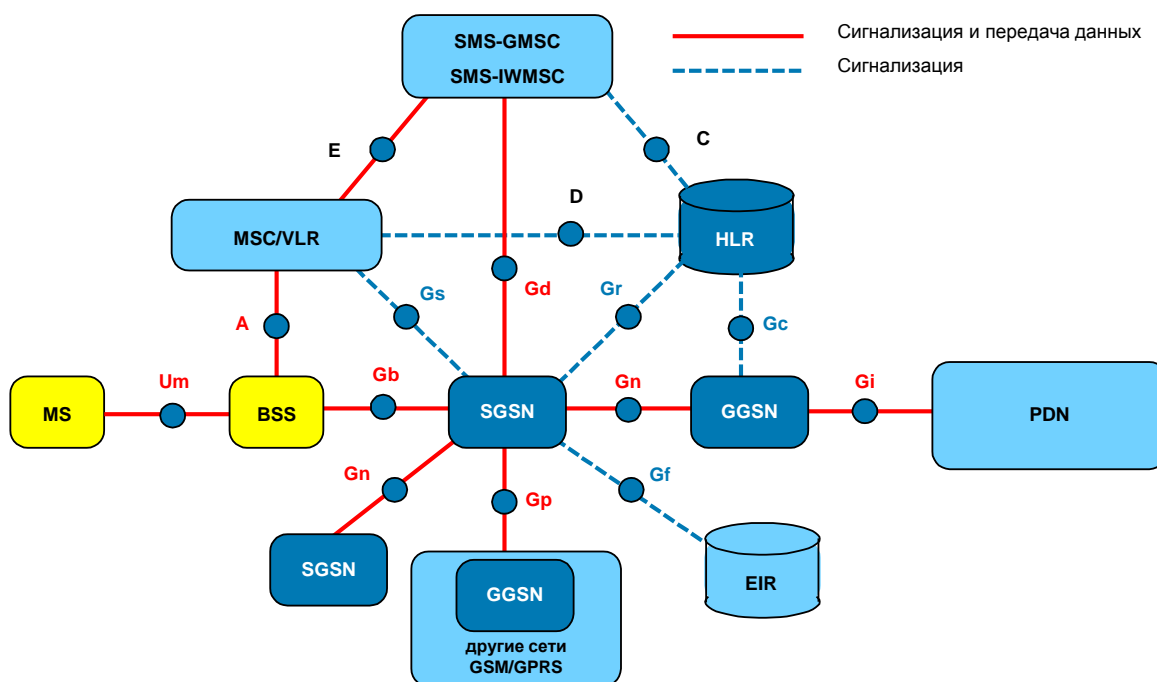


Рисунок 1: Эталонная модель GPRS

Мобильные станции GPRS бывают трех разных типов:

Терминалы **класса А** служат для доступа как к традиционным услугам GSM, так и к услугам GPRS одновременно. Такие терминалы одновременно выполняют сигнализацию и управление для GSM и для GPRS.

Терминалы **класса В** могут обрабатывать сигнализацию как GSM, так и GPRS, но в каждый момент времени может передаваться трафик только GSM или GPRS. Если абонент принимает вызов с коммутацией каналов во время загрузки информации из Интернет, передача данных GPRS

прерывается. Как только голосовой вызов заканчивается, загрузка данных продолжается, поскольку логическая связь между мобильным терминалом и сетью GPRS сохраняется.

Терминалы **класса С** могут обрабатывать только или вызов GSM, или вызов GPRS. Если мобильная станция обслуживает вызов GSM, то она недоступна для трафика GPRS и наоборот.

Блок управления пакетами PCU является модернизацией подсистемы BSS и отвечает за функцию предоставления емкости по требованию. PCU решает, какие радио ресурсы динамически назначаются для использования в режиме коммутации пакетов, а какие - в режиме коммутации каналов. Контроллер базовой станции BSC при этом управляет радио ресурсами, назначенными для использования в режиме коммутации каналов, а PCU управляет радио ресурсами для трафика GPRS. В функции PCU входят управление доступом к каналам, из связывание, а также сегментация и восстановление пакетов. Блок PCU может располагаться возле SGSN, возле или внутри BSC, либо в месте установки BTS.

Блок кодека каналов CCU также является модернизацией подсистемы BSS и реализует новые схемы кодирования, управление мощностью и процедуры упреждения синхронизации. Первоначально большинство операторов вводят кодеки CS-1 и CS-2, так как при этом требуется лишь модернизация программного обеспечения BTS, в то время как кодеки CS-3 и CS-4 требуют модификации самой BTS.

Обслуживающий узел SGSN является новым сетевым элементом, который находится на том же иерархическом уровне, что и MSC/VLR, и имеет интерфейсы с подсистемой BSS, соседними SGSN и шлюзовым узлом GGSN. Во время процесса управления доступом к сети узел SGSN принимает участие в процедурах аутентификации и санкционирования доступа. Управление мобильностью реализуется на основе тех же принципов, что и в MSC/VLR.

SGSN отвечает за коммутацию входящего трафика к подсистеме BSS и исходящего к сетевым элементам, которые устанавливают связь с внешними сетями PDN. Таким образом, узел SGSN выполняет также задачи обычного маршрутизатора пакетов.

Шлюзовый узел GGSN является новым сетевым элементом, служащим для взаимодействия между внешними сетями PDN и подсистемой коммутации пакетов сети GSM. Он расположен на том же иерархическом уровне, что и шлюзовый центр коммутации GMSC в сети GSM. Узел GGSN отвечает за маршрутизацию входящих пакетов данных, при поступлении которых он передает запрос в опорный регистр местонахождения HLR, чтобы определить узел SGSN, который в данное время обслуживает абонента.

Расширение функций HLR требуется для хранения новых абонентских данных, связанных с услугой GPRS. Расширение HLR обычно представляет собой новую версию программного обеспечения. Как и в GSM, регистр HLR принимает участие в процедурах регистрации, аутентификации, авторизации, шифрования и управления мобильностью.

Интерфейсы GPRS

Для поддержки функций GPRS специфицировано 9 новых интерфейсов. Эталонная модель GPRS, изображенная на рисунке 1, показывает основные сетевые элементы GSM и GPRS, а также интерфейсы между ними.

Интерфейс Gi является эталонной точкой между внешними сетями PDN и сетью GSM/GPRS. Операторы GPRS и PDN должны согласовать технологию передачи на уровнях 1 и 2, используемую для соединений своих сетей. Действующими стандартами GPRS специфицировано взаимодействие по протоколам X.25 и IPv4.

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 G_n применяются специальные методы, известные как формирование пакетов и туннелирование.

Интерфейс Gb служит для соединения SGSN с BSS (PCU) и управления логической связью с мобильной станцией GPRS. Блок PCU принимает инструкции с указанием качества обслуживания, которое должно предоставляться пакету данных пользователя при передаче через радио интерфейс.

Интерфейсы Gp и Gd являются опциональными и используются между SGSN разных сетей и между SGSN и шлюзом SMS (SMS-GMSC/SMS-IWMSC), соответственно.

В дополнение к уже упомянутым интерфейсам, которые используются для передачи пользовательских данных и сигнализации, определены четыре чисто сигнальных интерфейса.

Интерфейс G_r между узлом SGSN и регистром HLR - единственно обязательный интерфейс из этих четырех. Если абонент оказывается в области обслуживания SGSN, то SGSN может запросить информацию об абоненте из HLR через интерфейс G_r.

Интерфейс G_c между узлом GGSN и регистром HLR служит для запроса текущего местоположения абонента при поступлении первого пакета данных в GGSN. При отсутствии интерфейса G_c, запрос может быть передан через интерфейс G_n на SGSN, который затем переправляет запрос в HLR через интерфейс G_r. После этого HLR доставляет информацию маршрутизации в SGSN, который пропускает ее в GGSN.

Интерфейс G_f между узлом SGSN и регистром EIR - необязательный, поскольку регистр EIR является опциональным элементом в любых сетях GSM.

Интерфейс G_s связывает MSC/VLR и SGSN и может использоваться для общих процедур, например, обновления местоположения. Если интерфейс G_s не существует, то процедуры обновления выполняются через радио интерфейс. Использование интерфейса G_s экономит ресурсы радио интерфейса.

Протоколы плоскости передачи

Плоскость передачи служит для пересылки информации пользователя и управления пересылкой: обнаружения и исправления ошибок, управления потоком, мультиплексирования и демultipлексирования, сегментации и сборки.

Как показано на рисунке 2, верхний уровень - приложений пользователя - расположен над стеком протоколов мобильной станции. Услуга GPRS предоставляет логическую связь для передачи пакета данных приложения пользователя. В рекомендациях GSM упоминаются два типа пакетов: IP и X.25.

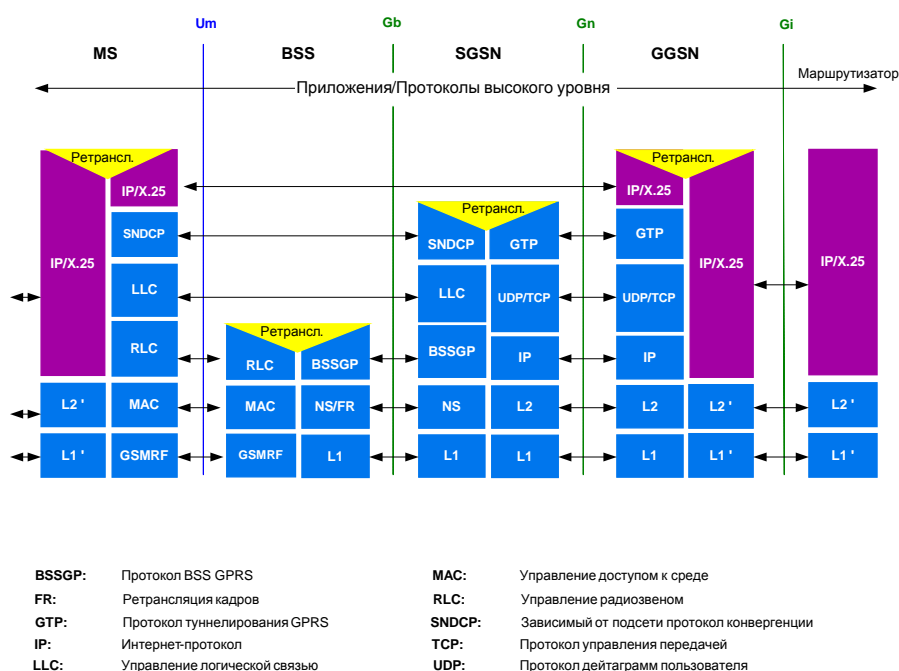


Рисунок 2: Транспортные протоколы GPRS

Задача GPRS состоит в том, чтобы принять пакет данных пользователя в одном пункте доступа (узел GGSN) и доставить его в другой пункт доступа (мобильная станция GPRS).

Через **интерфейс G_i** пакет данных пользователя доставляется из внешней сети PDN в шлюзовый узел GGSN, который для PDN представляет собой обычный маршрутизатор, способный работать с ней по протоколам IPv4 или X.25.

Обмен пакетами данных пользователя, сигнализацией и управляющей информацией на **интерфейсе Gn (Gp)** между узлами GSN производится через опорную сеть IP. На этом интерфейсе используются следующие протоколы:

- Протокол туннелирования GPRS (GTP) [GSM 09.60].

Протокол GTP используется для туннелирования (прозрачного переноса) пакетов разных типов между узлами GSN. В качестве идентификатора каждого абонента в коммутационной подсистеме сети используется IMSI, а для идентификации приложений пользователя используется идентификатор точки доступа к сетевым услугам NSAPI. Идентификаторы IMSI и NSAPI формируют идентификатор туннеля TID, который однозначно определяет звено, назначенное для передачи данных абонента между узлами GSN, и является частью заголовка протокола GTP.

- Интернет-протокол (IP) [RFC 791], протокол дейтаграмм пользователя (UDP) [RFC 768], протокол управления передачей (TCP) [RFC 793].

Участок сети GSM/GPRS между двумя пунктами доступа G_i и U_m является лишь одним из участков общего тракта передачи данных пользователя. Если в качестве протокола передачи данных во внешней сети PDN используется IP, то звено между узлами GSN может быть ненадежным и использовать протокол UDP. Если применяется протокол данных пользователя X.25, в котором надежность передачи данных гарантируется в каждом звене, то надежность должна гарантироваться и на участке между узлами GSN. В этом случае должен использоваться протокол TCP.

Большинство новых протоколов определены для **интерфейса Gb**. Этот интерфейс позволяет мультиплексировать соединения нескольких пользователей в одних и тех же физических ресурсах. Два верхних уровня (протоколы SNDCP и LLC) используются для связи от звена к звену между узлом SGSN и мобильной станцией GPRS, в то время как нижние уровни применяются между SGSN и BSS (PCU).

- Зависимый от подсети протокол конвергенции (SNDCP) [GSM 04.65]

Уровень SNDCP расположен выше уровня LLC в SGSN и мобильной станции GPRS. Для повышения эффективности использования канала уровень SNDCP сжимает информацию заголовка и данные пользователя. Чтобы удовлетворить ограничениям на максимальную длину кадра уровня LLC, уровень SNDCP сегментирует большие пакеты данных пользователя и восстанавливает их на приемном конце. Уровень SNDCP может также мультиплексировать несколько “небольших” пакетов данных пользователя в один кадр LLC и демупльтиплексировать их на приемном конце.

- Управление логическим звеном (LLC) [GSM 04.64]

Уровень LLC отвечает за поддержку виртуального соединения между SGSN и мобильной станцией GPRS. Уровень LLC обеспечивает поддержку нескольких протоколов в одном звене, используя для каждого из них отдельный идентификатор точки доступа к услуге SAPI (данные пользователя, SMS или GMM/SM).

- Протокол GPRS подсистемы базовых станций (BSSGP) [GSM 08.18]

Протокол BSSGP обеспечивает передачу информации, относительно качества обслуживания на радио звене и маршрутизации данных между уровнем MAC/RLC блока PCU и узлом SGSN. Уровень BSSGP также выполняет функции передачи данных управления между блоком PCU, расположенным в BSS, и узлом SGSN.

- Сетевая услуга (NS) [GSM 08.16]

Уровень NS отвечает за передачу и прием пакетов уровня BSSGP и базируется на соединениях ретрансляция кадров FR.

- L1_{bis} [GSM 08.14]

На физическом уровне могут применяться ITU G.703/G.704, X.21, ANSI T1.403 или V35.

На **интерфейсе Um** используются протоколы управления радио звеном и управления доступом к среде (RLC/MAC) [GSM 04.60]. Уровень RLC отвечает за сегментацию и восстановление пакетов уровня LLC, уровень MAC обслуживает процедуры, связанные с общим управлением ресурсами передачи. Физические характеристики радио интерфейса GSM RF специфицированы в [GSM 05.50].

Некоторые аспекты **интерфейса Abis** [GSM 08.60], который связывает BTS и BSC, имеют отношение к поддержке GPRS. В частности, когда PCU удален от BTS, из BSC в BTS передаются кадры фиксированной длины по 320 бит (20 мс). В GSM их называют кадрами TRAU; в GPRS - кадрами PCU. Кадры PCU содержат как данные пользователя, так и управляющую информацию, ассоциированную с RLC/MAC.

Плоскость сигнализации

Плоскость сигнализации обеспечивает дополнительные услуги и поддерживает функции плоскости передачи посредством управления соединениями доступа к сети GSM/GPRS, атрибутами установления сетевых соединений, маршрутизацией для поддержки мобильности пользователей и назначением сетевых ресурсов.

Протокол туннелирования (GTP) через **интерфейсы Gn и Gp** используется не только для передачи информации пользователя в плоскости передачи, но и передает информацию плоскости сигнализации. В сетях GSM протоколы управления мобильностью (MM) и управления соединениями (CM) реализованы в MSC/VLR и в мобильной станции, в то время как BSS только ретранслирует соответствующие сообщения. Аналогичный принцип применяется для функций управления мобильностью/управление сеансами (GMM/SM) в GPRS, которые расположены выше LLC, и для адресации которых используются отдельные NSAPI.

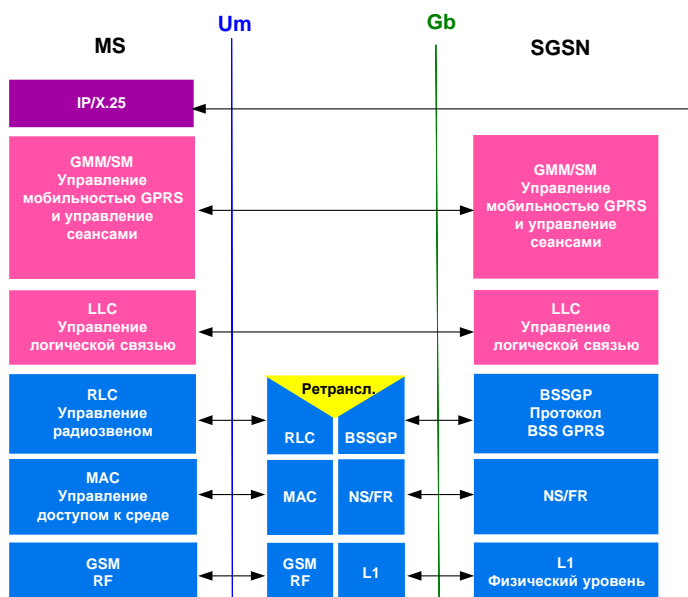


Рисунок 3: Плоскости сигнализации между SGSN и мобильной станцией

Оставшиеся функции плоскости сигнализации, реализуемые на **интерфейсах Gr, Gc, Gf и Gd** между SGSN и HLR, GGSN и HLR, SGSN и SMS-GMSC/SMS-IWMSC, основаны на стеке протоколов ОКС-7, в котором используются:

- ❑ прикладной протокол подсистемы мобильных приложений (MAP) [GSM 09.02], поддерживающий сигнализацию между MSC и базами данных (HLR, VLR, EIR), расширенный за счет включения специальных функций GPRS.
- ❑ прикладная подсистема возможностей транзакций (TCAP) [ITU-T Q.771-Q.774], поддерживающая протокол MAP при организации диалогов между базами данных.
- ❑ подсистема управления соединением сигнализации (SCCP) [ITU-T Q.711-Q.714], обеспечивающая для коммутаторов и баз данных услуги организации сигнальных связей.
- ❑ подсистема передачи сообщений (MTP) [ITU-T Q.702-Q.704], отвечающая за управление звеньями, маршрутами и трафиком сигнализации в сетях ОКС-7.

Интерфейс Gs - единственный интерфейс сигнальной плоскости, который использует ОКС-7, но не базируется на протоколе MAP. Его используют для общих процедур GSM/GPRS, таких как обновление местоположения. Поверх протоколов SCCP и MTP системы ОКС-7 на интерфейсе Gs находится прикладная подсистема базовой станции плюс (BSSAP+) [GSM 09.18, GSM 03.60], который является подмножеством BSSAP интерфейса A.

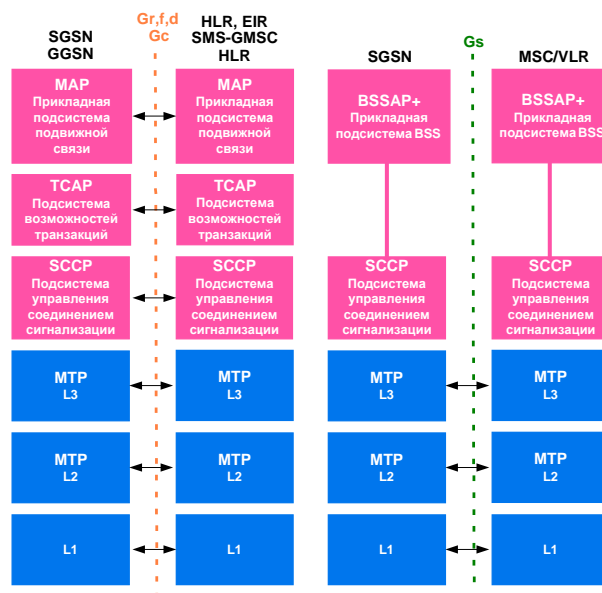


Рисунок 4: Плоскости сигнализации GPRS, основанные на ОКС-7

Анализ протоколов GPRS

Мониторинг и измерение рабочих характеристик

Основная причина, по которой операторы сетей собирают эксплуатационные данные, - необходимость поиска информации, помогающей принимать решения при оценке рабочих характеристик сети. Задачи по сбору данных нацелены на то, чтобы:

- ❑ получить представление о реальном уровне рабочих характеристик элемента сети, части сети или всей сети. Полученная информация используется при решении вопросов о мерах, которые нужно предпринять в процессе эксплуатационного управления.
- ❑ определить возможную необходимость в улучшении технических характеристик объекта наблюдения.
- ❑ определить потенциальные проблемы и меры, которые нужно предпринять в процессе планирования развития сети для их устранения.

В случае GPRS мониторинг становится важной и неотъемлемой задачей из-за сложного характера и большого числа интерфейсов. Как и при работе с другими протоколами, задача состоит в быстром обнаружении проблем и неисправностей. При этом тестовое оборудование должно обеспечивать два основных способа представления результатов:

- ❑ анализ данных в режиме реального времени: полученные данные могут быть отфильтрованы, чтобы сосредоточить внимание на конкретных аспектах связи.
- ❑ статистическая обработка: подсчет появления специфических событий, таких как количество отказов по различным причинам, количество вызовов на заданные номера и т.д.

Система тестирования SNT-7531

Система тестирования SNT-7531 является универсальной платформой для проведения всех видов тестирования сетевых элементов, использующих для взаимодействия между собой протоколы и системы сигнализации различных типов. SNT-7531 предназначена для проведения всех видов тестирования, включая функциональное тестирование, тестирование на соответствие, тестирование производительности, совместимости и взаимодействия. Функциональная архитектура SNT-7531 представлена на рисунке 5.

Сервисные функции дают возможность автоматизировать процесс тестирования, вместе с тем оставляя пользователю возможность изменять необходимые параметры протокола с целью полной имитации реального окружения тестируемого оборудования. Наличие различных библиотек кодирования/декодирования сообщений позволяет проводить тестирование реализации как национальных российских, так и международных версий. К уже зарекомендовавшим себя опциям

тестирования протоколов ОКС-7 (MTP, ISUP, SCCP, TCAP), ISDN PRI и BRI, V5.2, FR, TCP/IP и протоколам поддержки GSM фазы 2 (MAP v6, BSSAP, DTAP, Abis RSL) теперь добавлены опции анализа протоколов GPRS (BSSGP, LLC, SMDCP, GTP, BSSAP+, MAP v.7).

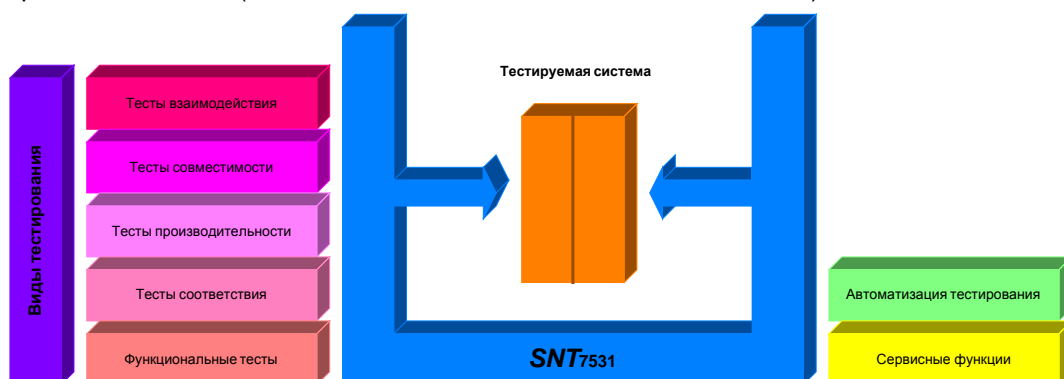


Рисунок 5: Функциональная архитектура SNT-7531

Прибор предназначен для проведения пуско-наладочных работ, сертификационных, лабораторных и заводских испытаний, а также для решения оперативных и среднесрочных задач эксплуатационного управления. Протокол-тестер SNT-7531 построен на базе промышленного персонального компьютера, на шину которого подключаются до 4 интерфейсных модулей различных типов. Имеются интерфейсные модули для подключения к интерфейсам E1/T1, первичного доступа ISDN PRI и базового доступа ISDN BRI. Кроме того, система может иметь до двух интерфейсов локальной сети Ethernet.

Каждый интерфейсный модуль E1/T1 способен работать в режиме одновременного мониторинга двух или симуляции (генерации) по четырем первичным трактам, содержит 2 автономных процессора ADSP и коммутационное поле. Аппаратно-программная конфигурация SNT-7531 изображена на рисунке 6.

Анализатор SNT-7531 работает под управлением многозадачной операционной системы Windows NT. Программное обеспечение прибора состоит из драйверов интерфейсных плат, передающих данные источникам пакетов. После синхронизации данные от различных плат и интерфейсов по внутренней программной шине CORBA передаются системным функциям и библиотекам. Перечень пользовательских приложений включает анализаторы, симуляторы, генераторы вызовов разных типов и позволяет проводить работы по любому из видов тестирования.

При конфигурации прибора пользователь SNT-7531 устанавливает рабочий режим интерфейсных плат, выбирая будет ли он тестировать интерфейсы, основанные на системе ОКС-7 (начиная с MTP), или интерфейсы, основанные на FR. Интерфейс Ethernet обеспечивает средства для подсоединения прибора к внешней сети PDN.

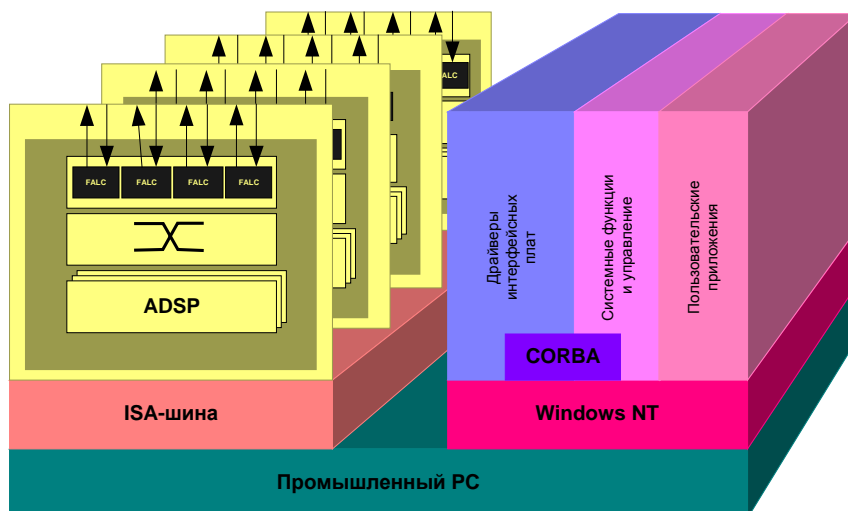


Рисунок 6: Аппаратно-программная конфигурация SNT-7531

Если принято решение в пользу ОКС-7, то могут тестироваться как интерфейсы G_r (MAP), так и интерфейс G_s (BSSAP+). В режиме FR по значению DLCI заголовка кадра система определяет являются ли принимаемые данные сообщениями стека протоколов интерфейса G_b, или же в кадрах содержатся инкапсулированные в соответствии с RFC1490 блоки данных интерфейсов G_i и G_n. Пример использования SNT-7531 при тестировании протоколов GSM/GPRS приведен на рисунке 7.

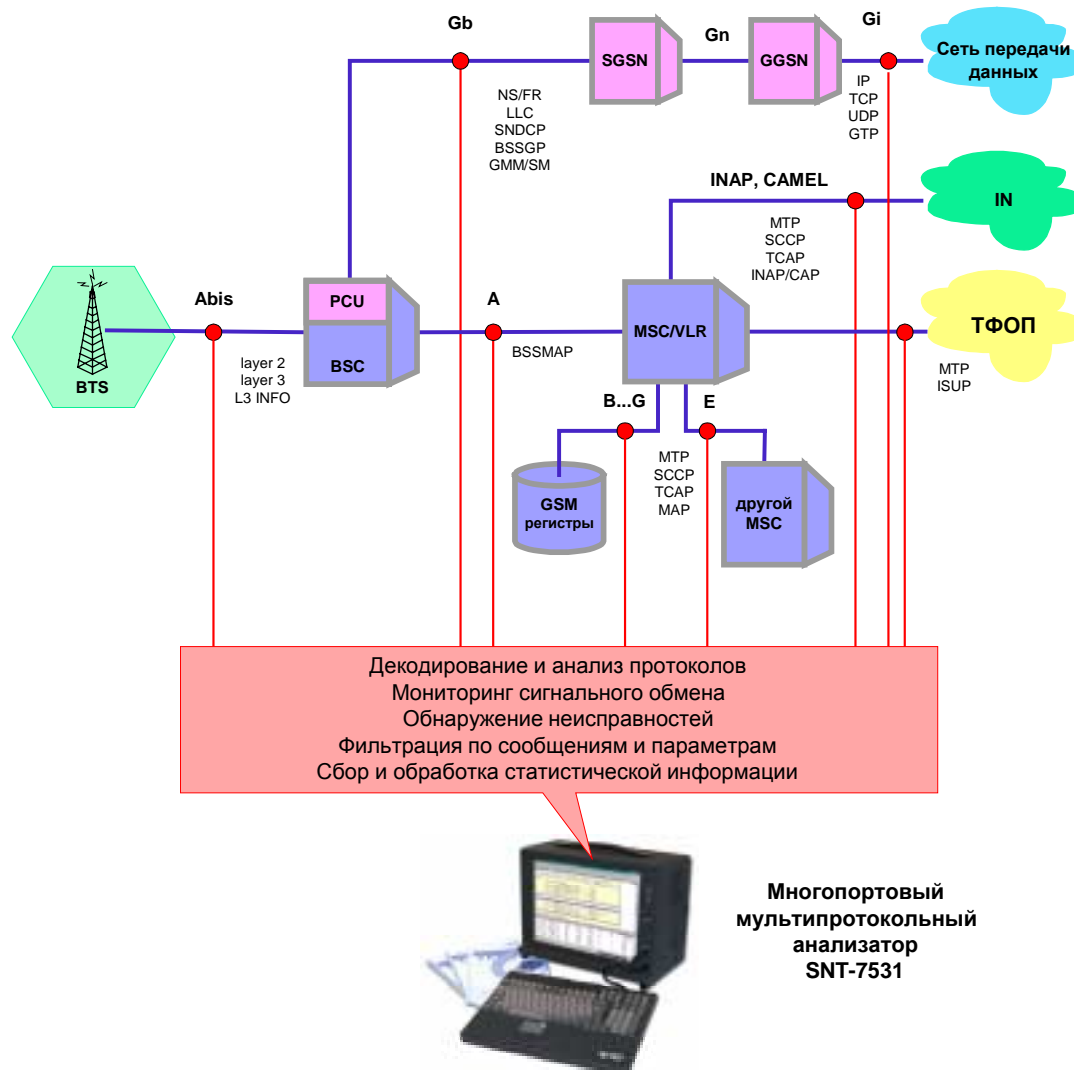


Рисунок 7: Тестирование протоколов GSM/GPRS

В случае интерфейса G_b для мониторинга LLC и высших уровней LLC по значению SAPI система определяет передаются данные пользователя (SNDCP), короткие сообщения (SMS) или же сообщения протокола управления мобильностью (GMM/SM). В случае мониторинга интерфейсов, использующих Ethernet в качестве нижних уровней, полный стек протоколов IP находится выше уровня MAC.

Интерфейсы, основанные на IP

При тестировании интерфейсов G_n и G_p проверке подвергаются возможности уровня GTP. Применение технологии IP-передачи обуславливает специфический перечень статистических данных. Одним из новых статистических параметров интерфейсов G_n, G_p и G_i является средняя задержка пакета, в сетевых элементах SGSN, GGSN и PCU, производящих их обработку. Средняя задержка пакета зависит от сетевого элемента. Зная среднюю задержку пакета в каждом сетевом элементе, можно определить общую среднюю задержку между точками доступа сети оператора. В качестве других специфических для IP статистических показателей можно назвать объем пропущенных данных, среднюю длину пакета и объем данных в расчете на пользователя.

Интерфейс, основанный на FR

Большинство новых протоколов GPRS определены для интерфейса G_b. В плоскости передачи двумя верхними уровнями протокола являются уровни SNDCP и LLC. В плоскости сигнализации интерфейс Gb обеспечивает управление мобильностью GMM и управление сеансами SM. GMM/SM размещается над LLC в подсистеме BSSGP. Услуга SMS реализована непосредственно над LLC.

При проведении тестирования оборудования необходимы функции мониторинга и тестирования рабочих характеристик. Следующие примеры показывают тестовые приложения SNT-7531 на интерфейсе Gb.

При запросе от мобильной станции GPRS в сети производятся следующие действия. Во-первых, определяются состояние по умолчанию для сигнального соединения и одно соединение точка-точка. Далее производится подсоединение к услуге GPRS, которое включает обмен сообщениями BSSGP, а также сообщениями присоединения на уровне GMM/SM. Вслед за присоединением начинается процесс активизации контекста путем запроса контекста PDP. Анализ корректности реализации процедур требует побитного декодирования сообщений протоколов всех уровней.

В режиме мониторинга с помощью SNT-7531 на каждой плате может контролироваться до 4 двунаправленных каналов. После выбора физического канала и режима FR пользователь SNT-7531 может применить опции фильтрации, чтобы отыскать специальную информацию, включающую элементы, принадлежащие запросу присоединения GMM/SM, IP-пакеты определенного размера и т.д.

Интерфейсы, основанные на OKC-7

Интерфейсы, основанные на OKC-7, для работы в GSM/GPRS расширены в части подсистемы MAP, которая дополнена поддержкой передачи новых абонентских профилей услуги GPRS. Остальные уровни OKC-7 (MTP, SCCP и TCAP) не требуют модификации и выполняют те же задачи, что и в GSM.

Для анализа уровней MTP, SCCP и TCAP в протокол-тестере может быть использовано имеющееся программное обеспечение для тестирования GSM, в то время как для декодирования протокола MAP требуются новые опции.

На верхнем уровне стека протоколов интерфейса G_s между SGSN и MSC/VLR особое внимание должно быть уделено тестированию протокола BSSAP+, реализованного поверх MTP и SCCP.