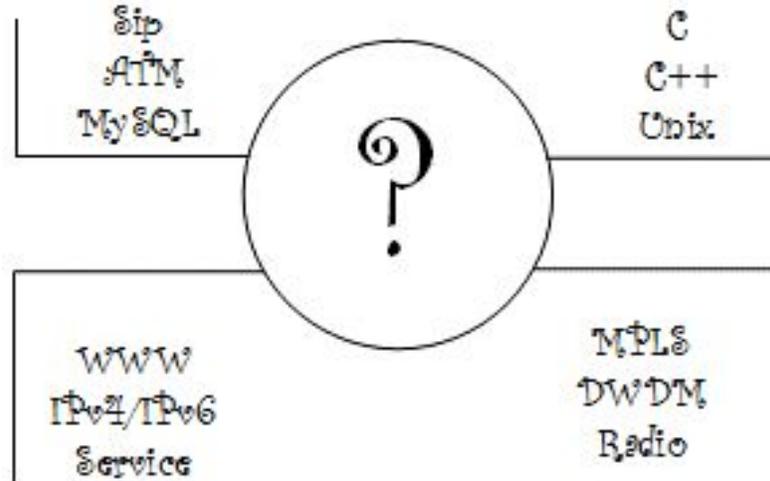




**Карьера  
после диплома**



Мобильный компьютерный радиосеть?! Не, не слышал...

Зозуля Сергей

# О докладчике

2005-2010

Военная академия связи им. С.М. Буденного, Санкт-Петербург  
Инженерный факультет, Сети связи и системы коммутации

2009 — 2010

ЗАО "РусТелКом" Санкт-Петербург  
Инженер отдела разработок программного обеспечения

2011-2014

ОАО Мобильные ТелеСистемы (МТС), Москва

- Технический специалист, группа мониторинга сети, отдел оперативного контроля и управления, департамент эксплуатации сети, МР "Москва"
- Старший технический специалист/ Отдел развития коммутационной подсистемы и сетевых платформ МРМ

2014

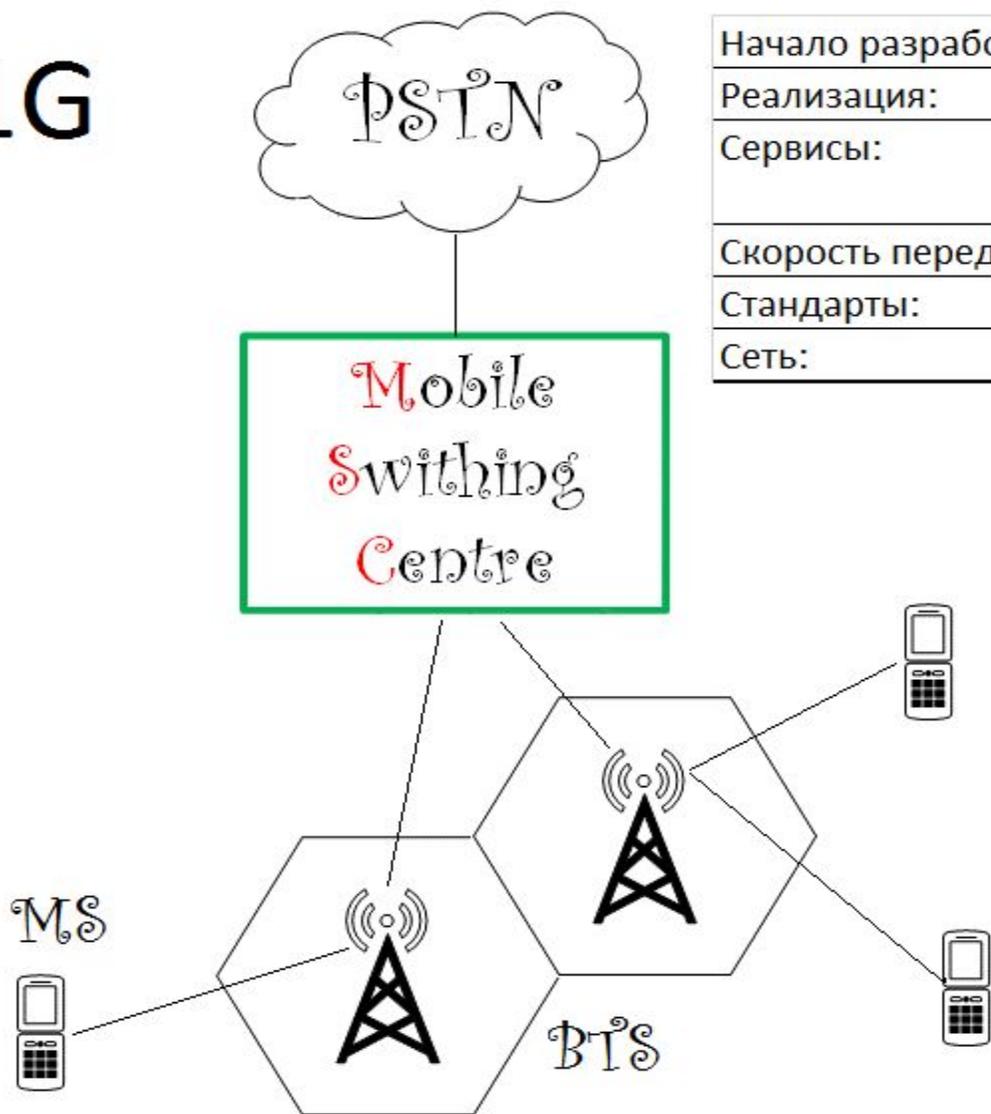
ОАО Мегафон, Москва

Инженер технического контроля



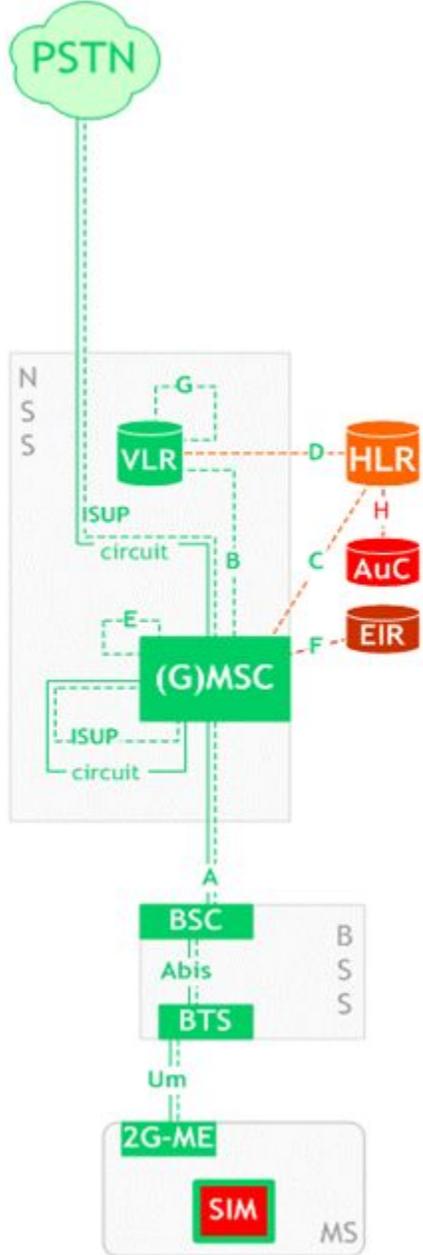
# Коротко о поколениях мобильных сетей связи

## 1G



Начало разработок:	1970
Реализация:	1984
Сервисы:	аналоговый стандарт, речевые сообщения
Скорость передачи:	1,9 кбит/сек
Стандарты:	AMPS, TACS, NMT
Сеть:	PSTN

# 2G



- AuC Authentication Centre
- BSC Base Station Controller
- BSS Base Station Subsystem
- BTS Base Transceiver Station
- EIR Equipment Identity Register
- GMSC Gateway MSC
- HLR Home Location Register
- ISUP ISDN User Part (SS7)
- ME Mobile Equipment
- MS Mobile Station
- MSC Mobile service Switching Centre
- NSS Network Sub-System
- PSTN Public Switched Telephone Network
- SIM Subscriber Identity Module
- SS7 Signaling System no. 7
- TDM Time Division Multiplexing
- VLR Visitor Location Register

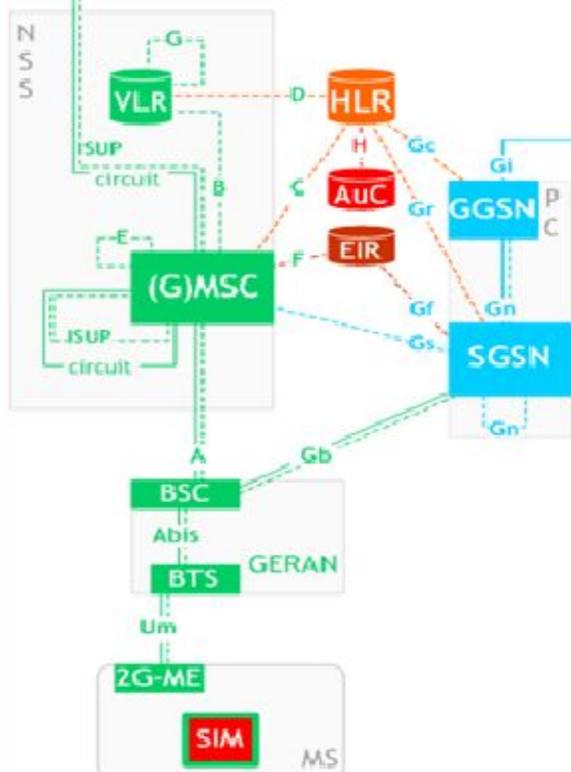
Начало разработок:	1980
Реализация:	1991
Сервисы:	цифровой стандарт, поддержка коротких сообщений (SMS), передача данных со скоростью до 9,6 кбит/с
Скорость передачи:	9,6 - 14.4 кбит/сек
Стандарты:	TDMA, CDMA, GSM, PDC
Сеть:	PSTN



PSTN

# 2,5G

PDN



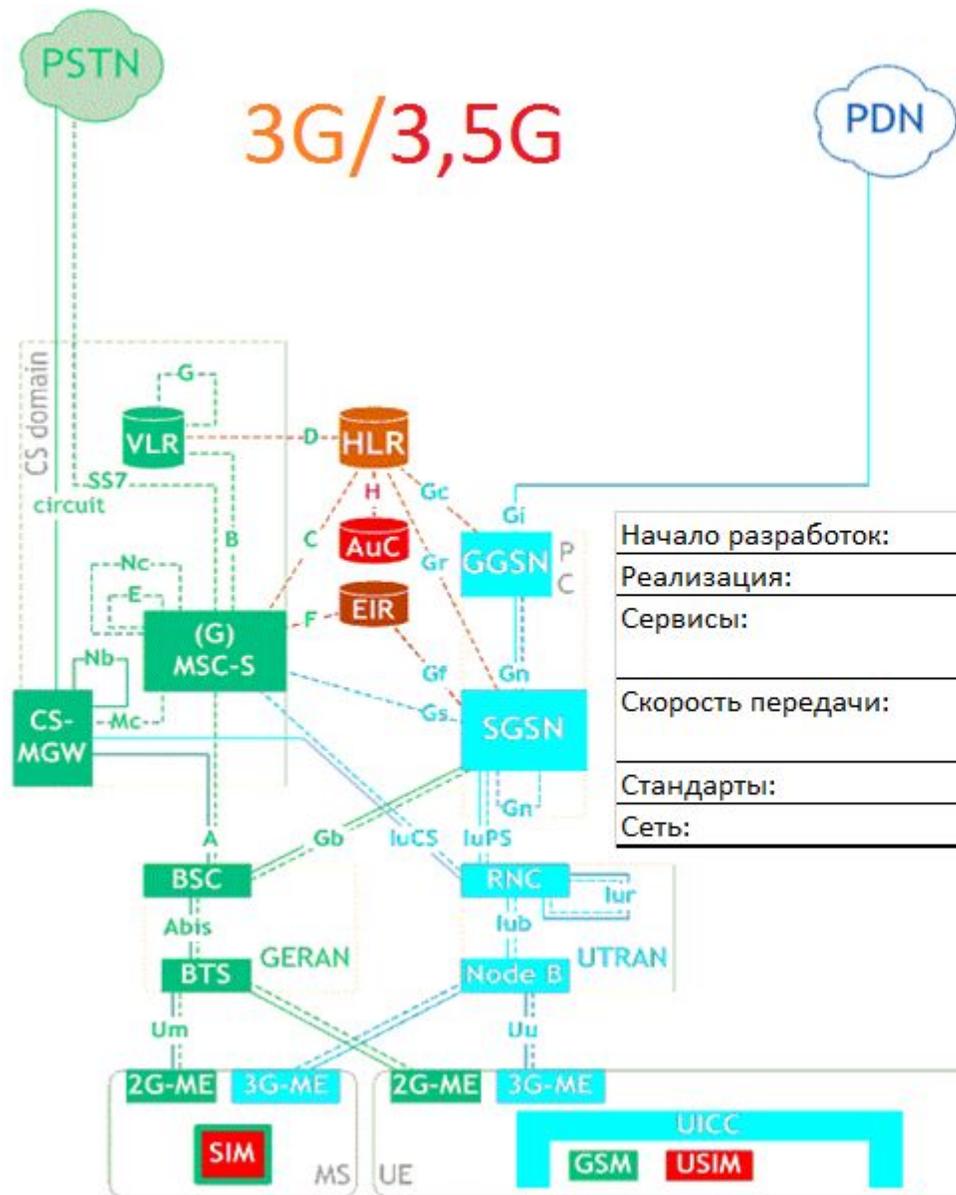
Начало разработок:	1985
Реализация:	1999
Сервисы:	большая ёмкость, пакетная передача данных, увеличение скорости сетей второго поколения
Скорость передачи:	115 кбит/сек (1 фаза) 384 кбит/сек (2 фаза)
Стандарты:	GPRS, EDGE (2,75G), 1xRTT
Сеть:	PSTN, сеть пакетной передачи данных

SGSN Serving GPRS Support Node  
 GGSN Gateway GPRS Support Node  
 GPRS General Packet Radio Service  
 PC GPRS Packet Core  
 PDN Packet Data Network

New components (not shown)

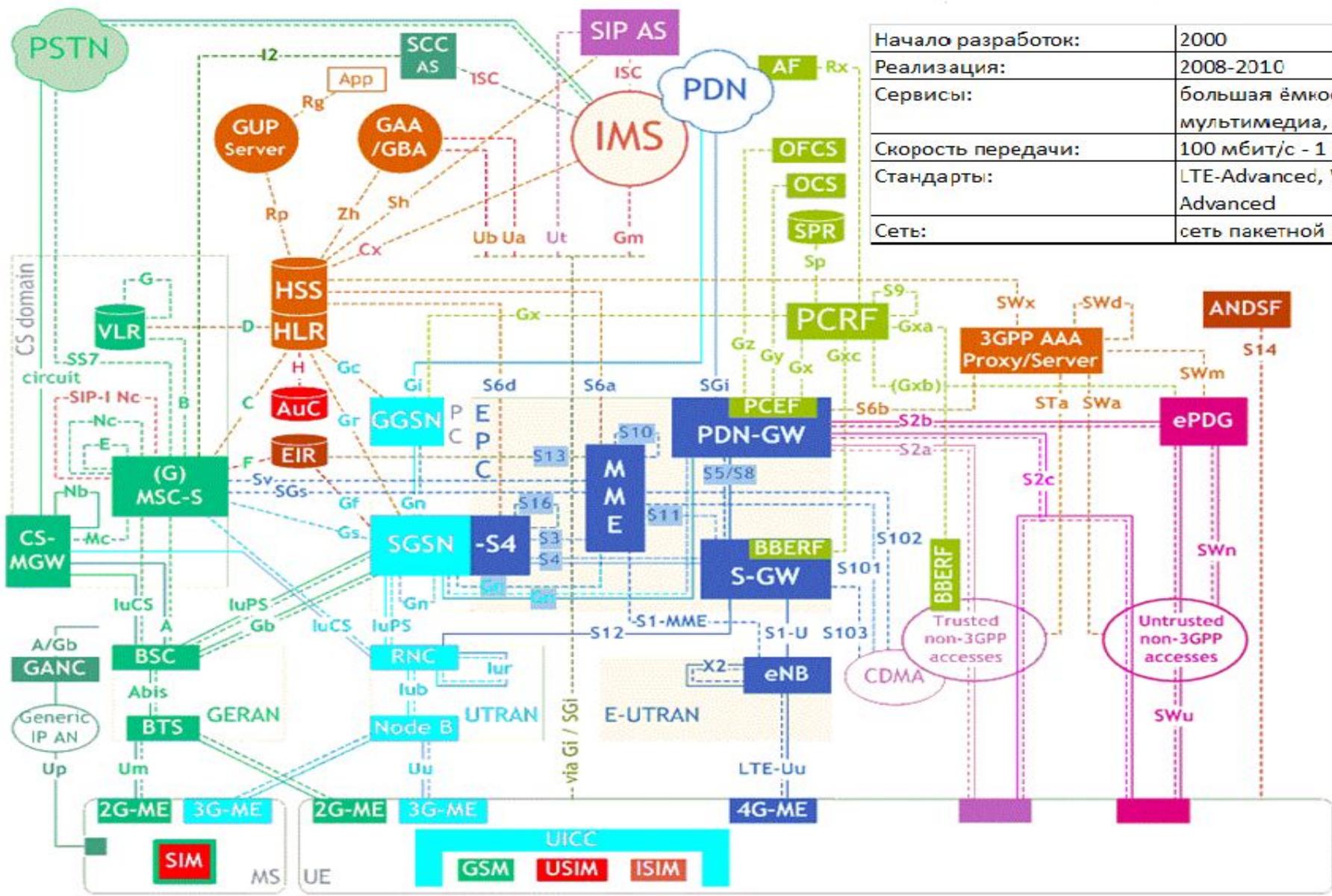
GMLC Gateway Mobile Location Center  
 SMLC Serving Mobile Location Center  
 LMU Location Measurement Unit  
 CBC Cell Broadcast Service





Начало разработок:	1990 / <2000
Реализация:	2002 / 2006 - 2007
Сервисы:	ещё большая ёмкость, скорости до 2 мбит/сек / увеличение скорости сетей третьего поколения
Скорость передачи:	115 кбит/сек (1 фаза) 384 кбит/сек (2 фаза) / 3 -14 мбит/сек
Стандарты:	WCDMA, CDMA2000, UMTS / HSDPA, HSUPA, HSPA, HSPA+
Сеть:	сеть пакетной передачи данных



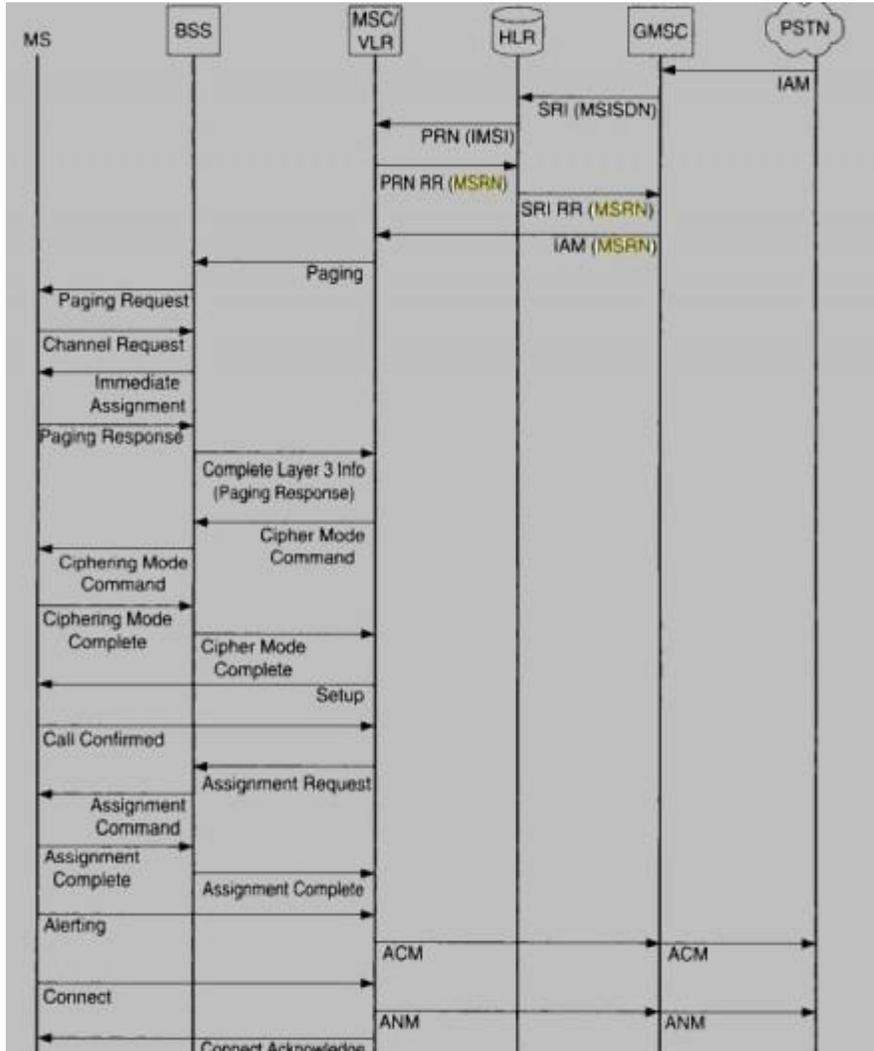


Начало разработок:	2000
Реализация:	2008-2010
Сервисы:	большая ёмкость, IP-ориентированная сеть, поддержка мультимедиа, скорость до сотен мегабит в секунду
Скорость передачи:	100 мбит/с - 1 Гбит/с
Стандарты:	LTE-Advanced, WiMax Release 2 (IEEE 802.16m), WirelessMAN-Advanced
Сеть:	сеть пакетной передачи данных

# 4G



# Пример обмена сигнальными сообщениями, для установления вызова, в сети 2G



## 1. Маршрутизация вызова.

Сперва от ТфОП на GMSC поступает Начальное адресное сообщение – **Initial address message (IAM)**. Данное сообщение, в частности, содержит номер вызываемого абонента, однозначно его идентифицирующий (**MSISDN**). Проще говоря, человек с домашнего телефона набирает ваш номер вида +7 xxx xxxxxxx (для России).

GMSC направляет (посредством сообщения «**Send Routing Info**» — **SRI**) MSISDN абонента на HLR и запрашивает информацию, необходимую ему для дальнейшей маршрутизации вызова. HLR по номеру абонента MSISDN определяет его IMSI, который направляет далее на VLR, в котором зарегистрирована MS, с помощью сообщения «**Provide Roaming Number**». Этим сообщением HLR запрашивает **MSRN** (mobile subscriber roaming number). Этот номер по структуре схож с MSISDN и необходим для того, чтобы GMSC мог определить какой MSC в данный момент обслуживает MS.

VLR определяет MSRN и отправляет его в сообщении «**Provide Roaming Number Ack**» на HLR. Далее HLR отсылает сообщение «**Routing Information Ack**» на GMSC.

Теперь GMSC «знает» на какой центр коммутации в сети отправлять сообщение IAM, только теперь в этом сообщении уже будет содержаться MSRN вызываемой мобильной станции. С его помощью шлюзовый MSC маршрутизирует звонок на необходимый MSC/VLR. После того, как MSC/VLR принял сообщение от GMSC, MSRN освобождается и может назначаться заново.

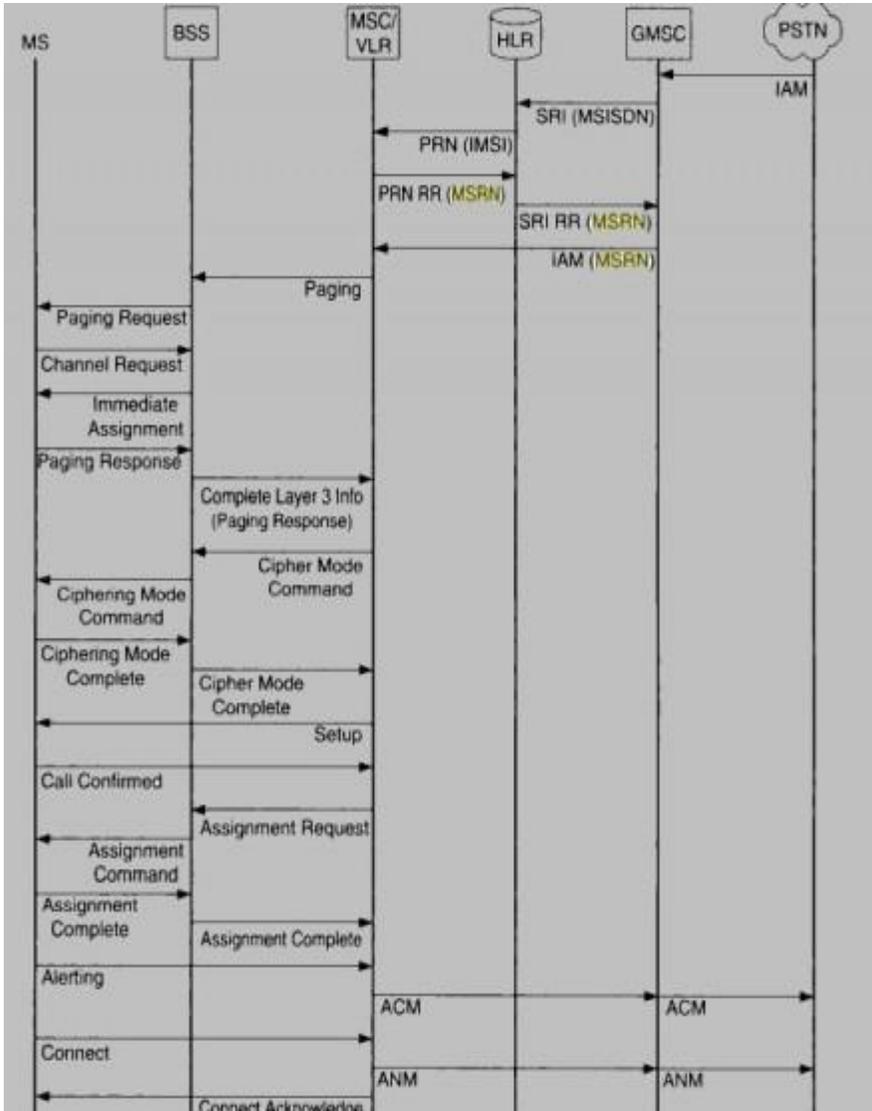
## 2. Процесс пэйджинга.

Получив сообщения с номером MSRN, центр коммутации запрашивает у VLR значения LAI и TMSI (либо IMSI), необходимые для дальнейшей обработки звонка. Этот запрос отправляется в сообщении **SFIC** («**Send Info for Incoming Call Setup**»). VLR посылает эту информацию обратно на MSC в сообщении «**page**». Затем центр коммутации посылает широкоэвещательное сообщение «**Paging Request**» на всю территорию Location Area (ведь точное местоположение MS неизвестно, известен лишь LAI мобильной станции).

## 3. Начальная настройка

Мобильная станция, в свою очередь, прослушивает канал PCH и, обнаружив свой TMSI, отвечает сообщением **Channel Request** (запрашивает по каналу RACH выделение ей сигнального канала связи). В ответ BSS отправляет сообщение «**DCCH assign**», назначая мобильной станции канал SDCCH.

# Пример обмена сигнальными сообщениями, для установления вызова, в сети



Стоит подчеркнуть, что назначение SDCCH происходит в пределах подсистемы базовых станций BSS, и до этого момента сеть «не знает», что это именно та станция, которой предназначалось сообщение пейджинга. Пока что мобильная станция просто запросила доступ в сеть. Всё.

Переключившись на назначенный SDCCH канал, мобильная станция сразу отправляет ответ «Paging Response» в подсистему BSS, оповещая таким образом сеть, что она и есть вызываемая MS. BSS, в свою очередь направляет сообщение в VLR.

## 4. Аутентификация

Затем, в случае необходимости, MS проходит процедуры аутентификации и шифрования. Их я описывал ранее, поэтому здесь останавливаться не буду.

## 5. Установление канала

Как только аутентификация пройдена и установлен режим шифрования, MSC посылает на BSS сообщение «**Complete Call**», оповещающее о необходимости дальнейшей обработки звонка. BSS отправляет SETUP-сообщения на MS по каналу SDCCH.

Затем, MS посылает на BSS ответ «**Call Confirmed**», что означает готовность MS принимать входящий звонок.

## 6. Установление вызова

Теперь подсистема BSS посылает по каналу SDCCH на MS сообщение «**Assignment Complete**», назначая таким образом для MS канал трафика TCH. Известно, что в мультикадре трафика один таймслот зарезервирован для логического канала, в данном случае это FACCH (высокоскоростной совмещенный канал управления). Посредством этого канала MS отправляет сигнал «**ALERT**» на BSS, а оттуда на MSC. Коммутатор далее отправляет сообщение «**Address Complete**» через ТфОП на вызывающего абонента. В этот момент человек, набравший ваш номер, слышит в трубке гудки. А вы услышите звонок вашего телефона.

## 7. Вызов установлен

Когда вы нажали на кнопку ответа на звонок, MS посылает на MSC сообщение «**Connect**». MSC подтверждает получение сообщения и отправляет ответ «**Connect Ack**», а на GMSC и PSTN посылает сообщение «**Answer**». На этом этапе подача сигнала «Контроль посылки вызова» абоненту PSTN прекращается, GMSC и MSC соединяют канал трафика GSM и голосовой канал PSTN вместе. Начинается разговор мобильного абонента и абонента PSTN. Продолжительность разговора зависит от желания абонентов.

## Заключение.

Помимо очевидных знаний по специальности, знания иностранных языков, для чтения технической документации и представления об автоматизации больших объемов информации, работа с любой сетью предполагает знание и понимание работы всех смежных подсистем и принципов их взаимодействия.

В моей практике, большинство случаев отказа работы коммутационной подсистемы, в мобильных сетях, было вызвано авариями по транспорту между элементами, проблемами с радио-ресурсами, перегрузками в работе баз данных, систем тарификации и многим другим. Также доводилось сталкиваться с такими проблемами как: перегрев и пожары из-за сбоя систем вентиляции, блокировка всех межоператорских вызовов из-за проблем у партнеров, отказ в работе отдельных элементов оборудования в моменты пиковых нагрузок на сети. Моей задачей было оперативно определить “виновника” аварийной ситуации и в оптимальный срок устранить её причины, последствия и принять меры для избежания, повторения подобной ситуации в будущем.

Однажды, уже занимаясь проектной работой по развитию и строительству LTE, узнал о том что монтаж отдельного оборудования в стойки, возможен лишь с помощью специальных “волшебных” болтиков, которые с самим оборудованием не доехали, и их нужно заказывать на единственном в мире заводе в Индонезии, под конкретные заказы. (Если проигнорировать данный вопрос, то в случае проблем при эксплуатации оборудования, изготовитель может отказаться от обслуживания со своей стороны в рамках существующих соглашений, по причине внесения изменений в конструкцию оборудования не согласованных с изготовителем.) В итоге, представитель подрядчика отправился на сам завод, а затем, возвращаясь назад, долго объяснял полиции в аэропорту, почему его ручная кладь начинена поражающими элементами, на пару месяцев задержав монтаж оборудования и сроки сдачи проекта.

И ситуаций, где требуется особое внимание и контроль, с развитием новых технологий, меньше не становится, так что СКУЧНО НЕ БУДЕТ!

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

