СПОСОБ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Ю.А. Громаков,
вице-президент по техническому развитию, МТС

В.А. Шевцов,
декан факультета радиоэлектроники летательных аппаратов МАИ

Сегодня абонента мобильной связи не интересует стандарт связи, на первое место вышли его требования к составу и качеству услуг, доступности услуг по месту и времени, оперативности доступа к услугам и, конечно, их стоимости.

Сегодня доминирующее положение в телекоммуникациях занимает сотовая связь. Со времени ее появления, с середины семидесятых годов прошлого столетия, остаются неизменными три принципа построения систем сотовой связи [1]:

— повторное использование частот (кодов) в сотах;

— непрерывность связи при перемещении мобильного абонента из соты в соту (handover);

— определение местоположения мобильного абонента в зоне сотовой связи.

Именно объединение этих трех принципов (рис. 1) создает систему сотовой связи и ее услуги. До настоящего времени ни один из этих принципов не был изменен. Все поколения сотовой связи — от первого (1G) до третьего (3G, 3,5G) и даже четвертое поколение (4G), работы по которому ведутся в настоящее время, базируются на этих трех принципах.

От поколения к поколению был обеспечен переход от аналоговых сотовых систем к цифровым, от радиоинтерфейсов с частотным разделением (FDMA) к радиоинтерфейсам с временным (TDMA) и кодовым (CDMA) разделением каналов связи, от систем с коммутацией каналов (2G) к системам с коммутацией пакетов (2,5G; 3G). Однако принципы сотовой связи и топология сетей сотовой связи остаются неизменными.

Сегодня абонента мобильной связи не интересует стандарт связи, на первое место вышли его требования к составу и качеству услуг, их доступности по месту и времени, оперативности доступа к услугам и, конечно, их стоимости. Однако нельзя не согласиться с тем, что "потребительский портфель" абонента создается возможностями конкретных технологий мобильной связи. И эти возможности в настоящее время расширяются главным образом за счет новых видов радиоинтерфейсов и перехода от коммутации каналов к коммутации пакетов, не затрагивая главного — принципы построения и топологию сетей сотовой связи. А что придет на смену сотовой связи?

Действительно, интересно, как может измениться сотовая связь, условия ее работы и топология системы сотовой сети, если изменить один из трех рассматриваемых принципов сотовой связи (рис. 1), например принцип определения местоположения мобильного абонента? Сегодня определение местоположения мобильного абонента осуществляется системой сотовой связи за счет своих ресурсов [1,3].

Допустим, функция определения местоположения мобильного абонента переносится из сотовой сети на мобильную станцию (MS). Система управления сети сотовой связи больше не решает проблему местоположения множества активных абонентов, перемещающихся или неподвижных в данный момент, находящихся в своей сети или в зоне действия других сетей. Мобильные станции на основе данных, принимаемых от спутнико-

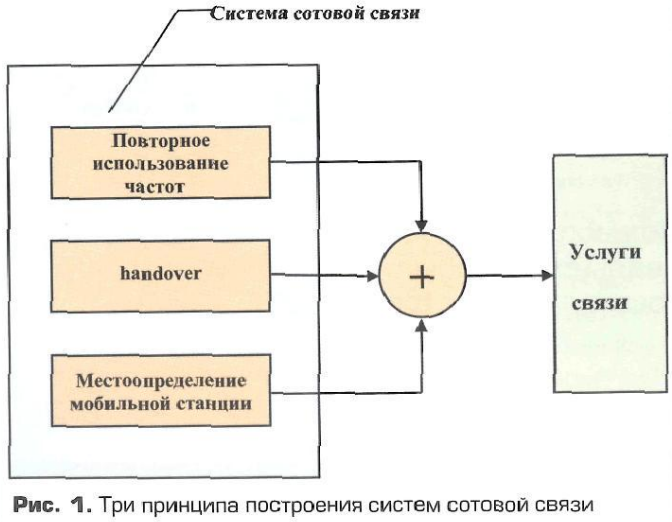


Рис. 1. Три принципа построения систем сотовой связи

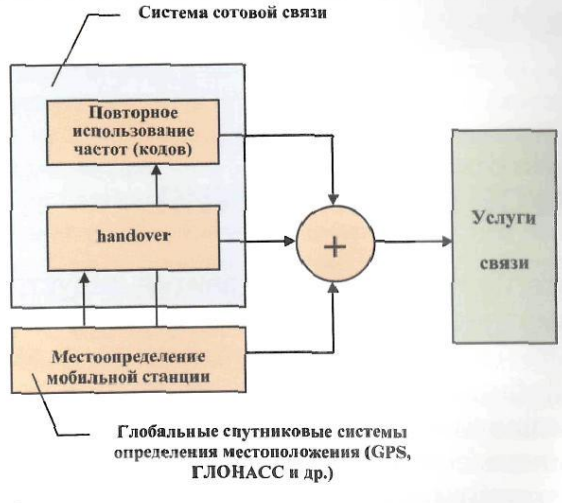


Рис. 2. Принципы построения систем сотовой связи при переносе функции местоопределения из сети на мобильную станцию

вой системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС и др.), определяют свои координаты и передают их в систему управления сети сотовой связи. По данным местоположения MS сеть может осуществить соединение абонента с другими мобильными станциями или с абонентами фиксированной телефонной сети связи (PSTN). Данные о местоположении мобильного абонента могут передаваться от MS в центр управления сетью через интервал времени, зависящий от скорости перемещения абонента (скорости изменения текущих координат).

Принципы построения систем сотовой связи при переносе функций местоопределения из сети на мобильную станцию показаны на рис. 2.

Определение местоположения мобильного абонента с точностью спутниковой системы глобального позиционирования позволяет упростить инфраструктуру системы сотовой связи, сократить затраты на строительство, сэкономить ее ресурс, значительно расширить функциональные возможности [7, 8].

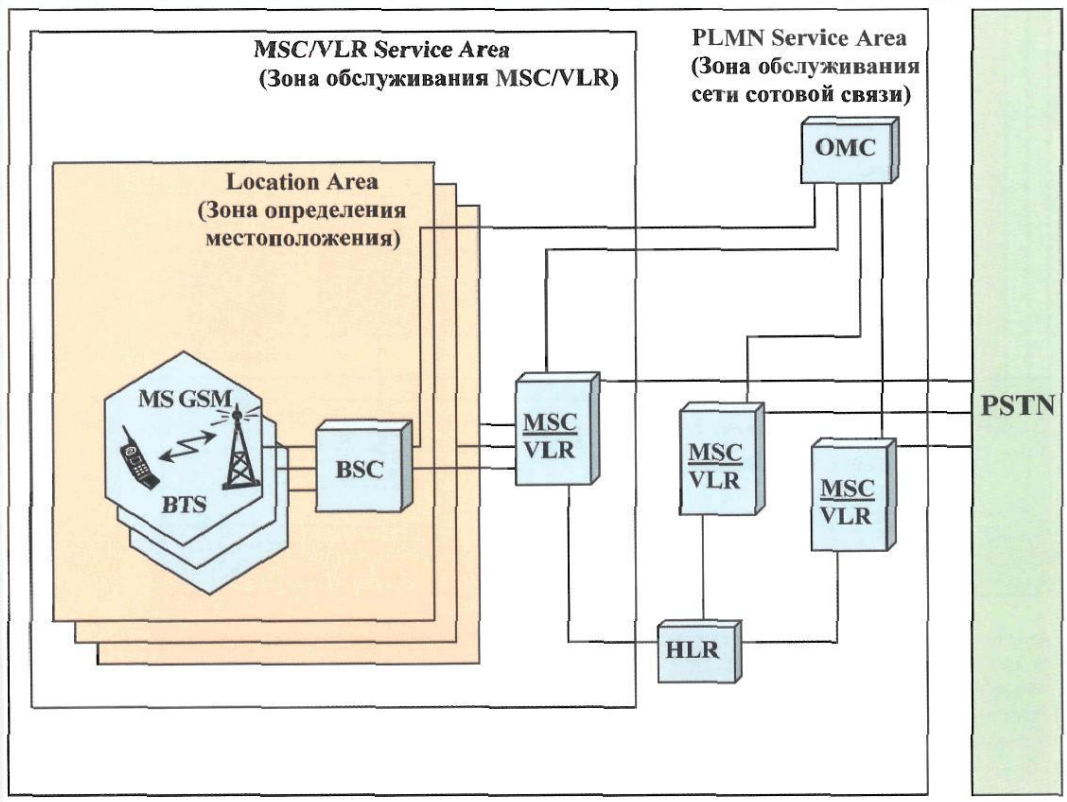
На рис. 3 в качестве примера приведена общая структурная схема системы сотовой связи GSM [1 — 3].

В системе сотовой связи GSM определение местоположения мобильной станции осуществляется в рамках "зоны определения местоположения" (Location Area), которая включает контроллер базовой станции (BSC) и все подключенные к нему базовые станции (BTS). В рамках Location Area можно идентифицировать соту или сектор соты, в которой находится MS, например для того, чтобы обеспечить мобильной станции доставку входящего сообщения от абонента PSTN или от другой мобильной станции системы сотовой связи. При этом точность определения местоположения MS зависит от размеров соты и может составлять от нескольких сотен метров до десятков километров [2].

Для активных мобильных станций, зарегистрированных в VLR [1], система сотовой связи должна непрерывно определять местоположение по каналам управления и сигнализации, передаваемым совместно с каналами трафика по сетевым интерфейсам (A-bis, A, M и др.), для физической реализации которых необходимо использовать радиорелейные, проводные или оптоволоконные линии связи. Например, для управления процессами связи (включая соединение MS, handover, передачу сообщений, управление мощностью передачи) в сетях сотовой связи GSM выделяются от одного до двух временных слотов (TS) из восьми, содержащихся во временном кадре (TDMA-кадр) [1], формируемом на одном из 124 частотных каналов. Таким образом, не менее 12 % ресурса сети не используется для передачи трафика.

Кроме того, тенденции развития услуг новых поколений сотовой связи — третьего (3G, 3,5G) и четвертого (4G), а также действующих систем сотовой связи поколения 2,5G предусматривают широкое внедрение новых видов услуг, связанных с местоположением абонентов. В соответствии с прогнозами UMTS Forum среднегодовой темп роста доходов от услуг, связанных с местоположением абонента, будет составлять около 24,6 % [4].

К таким услугам относятся, например, навигационные услуги, услуги экстренной помощи, туристический справочник, пе-

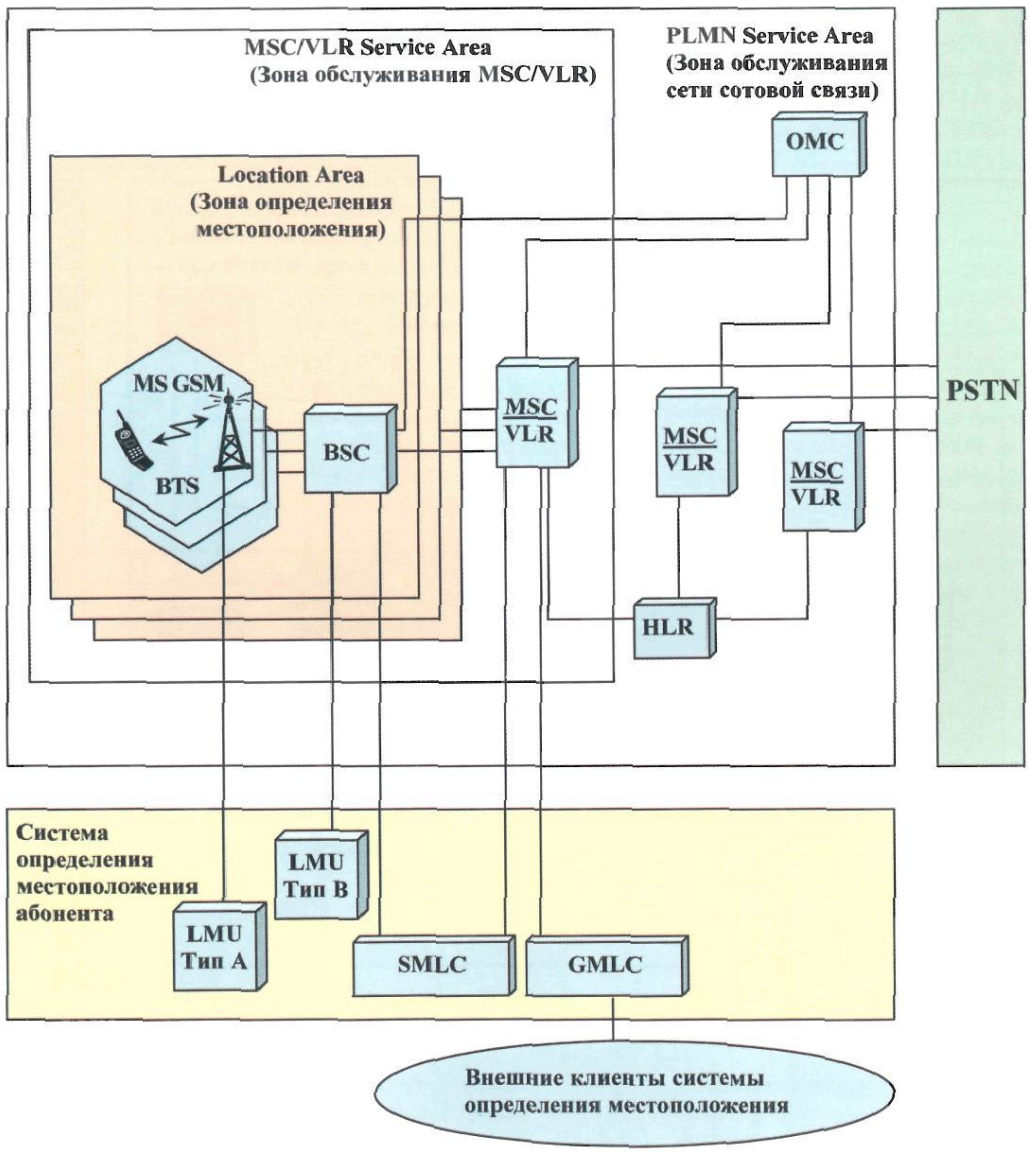


MS	Mobile Station	Мобильная станция
BTS	Base Transceiver Station	Базовая станция
BSC	Base Station Controller	Контроллер базовых станций
MSC	Mobile Switching Center	Центр коммутации мобильной связи
VLR	Visitor Location Register	Визитный регистр местоположения
HLR	Home Location Register	Домашний регистр местоположения
OMC	Operation and Maintenance Center	Центр управления и контроля за работой сети
PSTN	Public Switched Telephone Network	Коммутируемая телефонная сеть общего пользования
PLMN	Public Land Mobile Network	Сеть сухопутной мобильной связи общего пользования

Рис. 3. Структурная схема системы сотовой связи GSM

передача данных о местоположении перевозимых грузов и т.д.

Реализация услуг этого класса возможна при повышении точности определения местоположения мобильных станций, что достигается дополнительным усложнением системы сотовой связи в целом, увеличением затрат на оборудование и программное обеспечение за счет включения новых элементов, например измерительных модулей (LMU — Location Measurement Unit) типа А, подключаемых по радиоинтерфейсу к базовым станциям, или LMU типа В, подключаемых к контроллеру базовых станций (BSC) по сетевому A-bis-интерфейсу, а также центров определения местоположения MLC (Mobile Location Centre). Один из них — SMLC (Serving MLC) — обслуживает запросы на определение местоположения, осуществляет окончательный расчет координат и точности полученного результата, другой — GMLC (Gateway MLC) — выполняет функции поддержки клиента [2 — 6].



LMU	Location Measurement Unit -	Измерительный модуль
SMLC	Serving Mobile Location Center	Сервисный центр определения местоположения
GMLC	Gateway Mobile Location Centre	Шлюзовый центр определения местоположения

Рис. 4. Структурная схема системы сотовой связи с поддержкой функций определения местоположения на основе дополнительных измерительных модулей

Структурная схема системы сотовой связи с поддержкой функций определения местоположения на основе дополнительных измерительных модулей, принятая для стандартов GSM и практически совпадающая с аналогичной схемой 3G (UMTS), приведена на рис. 4 [2, 7].

Наиболее известными из методов определения местоположения MS на основе данных сети сотовой связи являются [2 — 6]: Cell ID, для которого не требуется определение уровня сигнала или его задержки; Cell ID-TA (Timing Advance); TOA (Time of Arrival); E-OTD (Enhanced Observed Time Difference).

В целом применение указанных методов определения местоположения MS на основе ресурсов сети сотовой связи требует для реализации не только установки дополнительного оборудования и программного обеспечения, но и выделения дополнительных соединительных линий, сокращает объем сетевого и радиоресурса, который мог бы использоваться для передачи трафика. При этом точность определения местоположения MS в этих методах значительно ниже точности определения местоположения объектов спутниковыми системами глобального позиционирования [2].

Сегодня лучшие значения точности определения местоположения спутниковыми системами GPS или ГЛОНАСС составляют около 10 — 15 м. При определении местоположения мобильная станция со встроенным навигационным приемником GPS или ГЛОНАСС передает свои координаты через базовые станции (BTS) и контроллер (BSC) в центр управления системы сотовой связи по каналам передачи коротких сообщений (SMS) или по другим каналам, например подсистемы пакетной передачи данных (GPRS).

Однако в этих известных способах определения местоположения с использованием глобальных спутниковых систем сеть сотовой связи и система GPS или ГЛОНАСС работают независимо друг от друга. В системах сотовой связи для передачи