



Анатомия мобильных проблем

Служба
поддержки
сети

Некоторые абоненты пребывает в счастливом неведении относительно работы многочисленных инженерных служб оператора. Сеть работает как бы сама по себе: позвонил или ответил на звонок, нажал «Отбой», отправил SMS, зашел на WAP-сайт... Чего там регулировать, когда и так все работает? Однако в любой крупной сети неприятности разной величины и важности происходят ежедневно.

Данные о крупных отказах и сбоях поступают в Центр управления немедленно, а детальную информацию для «тонкого тюнинга» отдельных участков ежедневно собирают специальные мобильные лаборатории. С экипажем одного из этих напичканных всяческой электроникой мини-взнов удалось нам поехать — разумеется, с любезного разрешения руководства компании «Вымпелком» (сеть «Билайн»).

Цветущая сложность

При всей сложности современных технологий разобраться в общих принци-

пах построения систем мобильной связи и понять, «как эта штука работает», не так уж сложно. Намного сложнее понять, что происходит в тех случаях, когда качество связи нас перестает устраивать. Со своей стороны пользователь сталкивается всего с несколькими «симптомами болезни» сети: отсутствие покрытия вообще, недозвон до мобильного абонента (обычно из городской телефонной сети), частые короткие гудки при попытке позвонить (system busy), разрыв соединения, «булькание», эхо и выпадение фрагментов речи. Каждый из этих симптомов может быть вызван »

Распределение каналов GSM																														
GSM 900																														
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331
332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362
363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393
394	395	396	397	398	399	400																								
EGSM 900																														
375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400					
1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016														
GSM 1800																														
502	503	511	515	518	522	527	533	535	539	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561
562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592
593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623
624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654
655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685
686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716
717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747
748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778
779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809
810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871
872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885																	

▲ На этой таблице желающие могут посчитать количество частотных каналов, выделенных каждому из трех основных GSM-операторов в Московском регионе



▲ Передвижная лаборатория мониторинга сети («Би-лайн»). Компьютеры, специально оборудование, полтора десятка работающих телефонов, GPS

» одной или несколькими причинами одновременно: от перебитого пьяным экскаваторщиком кабеля до временной локальной перегрузки определенного сектора базовой станции. Сеть сотовой связи — сложнейшая структура, которая никогда не сможет идеально функционировать 24 часа в сутки и 365 дней в году. Даже очень хорошо работающая сеть далека от мифического идеала — слишком много мелких и не очень проблем возникает ежеминутно. Большая часть серьезных потенциальных сбоев прогнозируется и не допускается, но для этого необходимо постоянно «держат руку на пульсе» всей сети и ее отдельных фрагментов.

Ликбез для начинающих

Основой любой сотовой сети телефонной связи является сота (ячейка), в центре которой находится приемо-передающая базовая станция (БС), обрабатывающая все телефонные вызовы в зоне своего покрытия и транслирующая весь трафик по магистральной линии связи на центральный коммутатор. С определенной степенью упрощения можно считать, что во время разговора сотовый телефон как бы связан с БС радиоканалом, по которому передается разговор. Сама БС подключена к коммутатору посредством магистральной оптоволоконной линии связи, радиоканала, медного кабеля и т. п. Размеры ячейки сотовой сети определяются максимальной дальностью связи телефонного аппарата с БС. В зависимости от типа сети, мощности БС, характера местности, застройки и других характеристик мак-

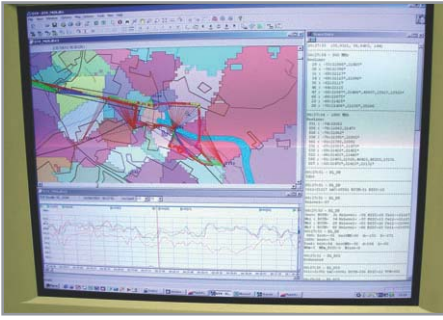
симальная дальность (или радиус соты) может быть от нескольких метров до почти тридцати километров (для сетей GSM). Идея сотовой сети мобильной связи заключается в том, что, еще не выйдя из зоны действия одной БС, телефон попадает в зону действия следующей, и так до наружной границы всей зоны покрытия сети. Впрочем, даже выйдя из зоны покрытия «родной» сети, абонент редко остается «беспризорным»: как правило, трубка немедленно «прописывается» в соседней сети другого оператора. К сожалению, идилия далеко не всегда оказывается реализованной на практике, причем не в последнюю очередь из-за различия применяемых систем и стандартов.

Малые дети — малые хлопоты

На начальном этапе развития сотовой связи о емкости сети особо не задумывались, да и самих абонентов было сравнительно мало по причине крайне высоких расценок. В то время важнее всего было обеспечить максимальную зону охвата при минимальном количестве БС, и с этой задачей успешно справлялись аналоговые системы, в которых каждому абоненту на время разговора выделялась определенная полоса частот. При небольшом числе абонентов свободных частот хватало на всех — и даже с некоторым запасом, а БС аналоговых систем диапазона 450 МГц можно было размещать на большом (несколько десятков километров) расстоянии друг от друга. Первые сотовые телефоны весили чуть ли не пять кило-

грамм, имели форму небольшого чемодана и стоили дороже некоторых моделей автомобилей. Вопрос о воздействии электромагнитного излучения на мозг человека был не очень актуален по одной простой причине: разговаривающий по такому телефону прижимал к уху не сам передатчик с антенной, а обычную телефонную трубку, подключенную с помощью витого телефонного шнура к собственно передающему/принимающему блоку (тому самому чемоданчику с ручкой для переноски). В те далекие времена за очень относительно высокую, по нынешним представлениям, мобильность такому телефону прощали все остальные неудобства.

По мере роста числа абонентов начали возникать проблемы перегрузки сети, так как ограниченного диапазона частот перестало хватать на всех одновременно разговаривающих. Особенности российской действительности заключались в отсутствии и одновременном наличии столь желанных свободных частот: они были практически свободны, но при этом номинально закреплены за тем или иным государственным ведомством, то есть частоты стали дефицитом со всеми вытекающими отсюда последствиями в виде закулисных интриг, многотысячных взяток чиновникам и даже бандитских разборок между конкурентами. Надо сказать, эта совершенно не мыслимая для большинства других цивилизованных стран ситуация во многом предопределила сегодняшнее существование в России пестрого винегрета чуть ли не всех известных стандартов сотовой связи.



▲ Стационарный компьютер в лаборатории: здесь можно проанализировать сводную базу данных, создаваемую по результатам ежедневного мониторинга сети

» Все системы плохи, но каждая по-своему

Аналоговые системы связи ругают все кому не лень — и устаревшие, дескать, и конфиденциальность переговоров не обеспечивают, и не защищены от пиратов, и емкость сети совсем не та... Все это в большой мере справедливо, но с некоторыми оговорками. Что касается конфиденциальности, то о ней в России говорить просто смешно: ни один поставщик самого совершенного и «суперзащищенного» от прослушивания оборудования не сможет его сертифицировать до тех пор, пока не снабдит свою систему всеми необходимыми шлюзами и оборудованием, обеспечивающими беспроблемное прослушивание любых перего-

воров «компетентными органами». А появляющиеся в прессе стенограммы телефонных переговоров заставляют предположить, что свои низкие зарплаты отдельные представители этих самых органов дополняют из других источников. Еще один важный фактор — аналоговые системы по определению обеспечивают очень высокое качество передачи речи. И, наконец, самое главное: такие сети позволяют организовать покрытие больших территорий при минимальных затратах, что мы и наблюдаем на примере федеральной сети «СОТЕЛ» (в Москве и области — «Московская сотовая»). Основная проблема в сравнительно малой емкости аналоговой сети; как следствие — в большом городе из-за перегрузок системы абонент слишком часто оказывается «временно недоступен». Несколько лет назад руководство «Московской сотовой» рассматривало перспективы постепенного перехода на цифровой стандарт GSM-400, однако в результате был выбран стандарт CDMA-450 из соображений легкости перехода к системам мобильной связи третьего поколения.

Локальные проблемы глобальной сети

Жителей Москвы и Подмоскovie проблемы сетей DAMPS и CDMA не очень

волнуют. В «Сонете» абонентов не так уж много, и «освеженное» оборудование сетевой инфраструктуры (пару лет назад перешли с Qualcomm на Lucent) пока с нагрузками успешно справляется. Что касается сети DAMPS в Московском регионе (бывшая «Билайн», ныне скорее Corbina Telecom), то здесь говорить просто не о чем: хорошо отлаженная, выверенная и работающая с половиной нагрузки сеть не может вызывать нареканий по определению. Идеальное решение для тех, кто не пользуется мобильной связью за пределами Московской области.

С GSM-сетями ситуация намного интереснее, и животрепещущих тем более чем достаточно. GSM — самый используемый стандарт в Европе и один из самых распространенных в мире. Работает он в трех диапазонах частот, из которых два — 900 и 1800 МГц — задействованы в России и Европе. Выбор моделей телефонов этого стандарта огромен, диапазон цен на аппараты — от тысячи рублей до многих сотен долларов. Большинство современных трубок может работать в любом из диапазонов 900/1800, а многие — еще и в 1900 (американский вариант). Одновременное использование двух диапазонов — сегодня необходимое условие существования любой сравнительно »



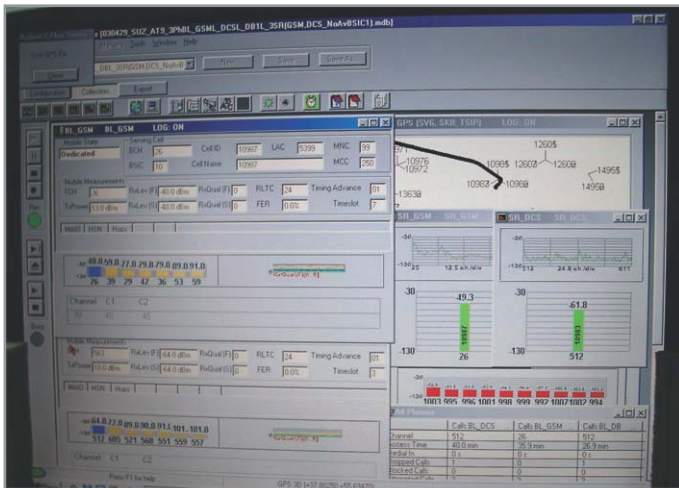
Справка

История вопроса в нескольких словах

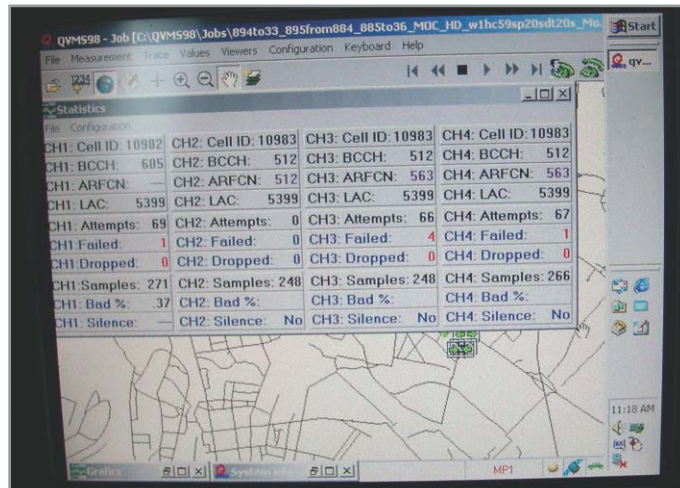
Разные системы — разные технологии множественного доступа. Аналоговые системы сотовой связи, основанные на стандартах AMPS и TACS, используют технологию частотного разделения каналов. Системы стандарта AMPS как бы «нарезают» частотный диапазон участками шириной 30 КГц на канал, узкополосные системы AMPS (NAMPS) используют участки спектра 10 КГц на каждый канал, а системы TACS — участки спектра 25 КГц. С момента соединения и до отключения канал находится в полном распоряжении абонента, что и определяет скромную емкость сети. Совсем другие технологии применяются в цифровых системах сотовой связи. Самой распространенной является технология с временным разделением каналов (TDMA). В группу стандартов цифровой связи TDMA входят североамериканская ци-

фровая сотовая связь (стандарт IS-54/IS-136), глобальная система мобильной связи (GSM) и персональная цифровая сотовая связь (PCS). Технология DAMPS (цифровая AMPS, стандарт IS-54/IS-136) разрабатывалась ускоренными темпами, чтобы увеличить емкость существующих аналоговых сетей AMPS, для которых уже переставало хватать частот в условиях быстрого роста числа абонентов. Рабочие частоты для цифровой мобильной связи были выделены в диапазонах 800 и 900 МГц, что заставило серьезно пересмотреть основные технологические концепции — с увеличением рабочей частоты с 450 до 900 МГц размер ячейки сокращается в несколько раз, зато появляется возможность многократно использовать одни и те же частоты в рамках даже небольшой по покрытию сети. Одновременно в США начала

стремительно развиваться еще одна система сотовой цифровой связи, основанная на технологии кодового разделения каналов — стандарт CDMA (IS-95). В этой системе все телефонные разговоры как бы перемешаны в общем широкополосном сигнале, из которого каждый телефонный аппарат «выуживает» предназначенную именно ему часть. Первоначально CDMA разрабатывался для использования в армии США, а коммерческое использование его началось с целью добиться большей по сравнению с TDMA емкости сетей, увеличения зоны покрытия и повышения качества передачи речи. В Европе (а теперь уже и на других континентах) в настоящее время наибольшее распространение получили системы GSM — вариант цифровой технологии TDMA (временное разделение каналов).



▲ На экране непрерывно отображаются все параметры «видимых» базовых станций и их отдельных секторов



▲ Экран статистики успешности непрерывно обрабатываемых соединений по разным каналам

» крупной GSM-сети, хотя в некоторых малонаселенных регионах мира однодиапазонные сети GSM (900 МГц) продолжают успешно функционировать. Международный роуминг, многочисленные дополнительные услуги, пакетная передача данных — преимущества стандарта GSM можно перечислять долго. Однако поговорим о недостатках и проблемах.

Частотный ресурс

Это скучное словосочетание хорошо знакомо любому специалисту. Означает оно полосу частот, выделяемую оператору для работы сети. Частоты диапазона 900 МГц являются самыми дефицитными во всем мире и особенно в России, где весь «эфир» был поделен между государственными органами много лет назад. С тех пор многие «органы» перестали быть государственными, но от выделенных частот отказываться не торопились — явственно запахло большими деньгами. Диапазон 900 МГц (по крайней мере, его доступная часть) ранее достался компании МТС и был использован под сеть GSM-900 — вполне закономерно, так как «Билайн» в то время эксплуатировала сеть DAMPS. Ошибка в выборе приоритета обошлась «Билайн» очень дорого: пришлось довольствоваться диапазоном 1800 МГц, строить работоспособную сеть GSM и уже потом «зубами и когтями» добывать хоть кусочек драгоценного 900 МГц спектра частот. К слову, в МТС уже тогда трезво оценивали мрачные перспективы появления нежелательного конкурента и вроде даже пытались в судебном порядке осво-

рить выделение части 900 МГц спектра корпорации «Вымпелком».

Простая арифметика: площадь покрытия одной БС GSM в диапазоне 900 МГц почти в четыре раза больше, чем в диапазоне 1800 МГц. Соответственно, при одинаковой зоне охвата примерно во столько же раз дешевле обходится строительство сети. Диапазон 900 особенно важен при развертывании сети в сравнительно малонаселенных районах и пригородах. Максимальная дальность связи (БС — трубка) в диапазоне 900 составляет порядка 30 км, свыше 35 км уже не помогут никакие усилители с внешними антеннами — вступают в силу ограничения самого стандарта GSM (слишком большие задержки в прохождении сигнала). Реальная «дальнобойность» БС диапазона 1800 не превышает нескольких километров, зато получение лицензий на полосы частот в этом диапазоне не связано с большими трудностями, да и самих свободных частот больше. В крупных городах (Москва, Санкт-Петербург) все GSM-операторы используют двухдиапазонные сети 900/1800: БС диапазона 900 используются для перекрытия «просветов» между ячейками 1800, которые, в свою очередь, благодаря большому количеству каналов обеспечивают необходимую емкость сети (большое количество людей могут разговаривать одновременно). Телефонные аппараты могут самостоятельно и незаметно для пользователя переключаться между диапазонами даже в процессе разговора, хотя иногда при этом в трубке прослушива-

ется неприятный щелчок. Ради экономии дефицитных частот система настраивается по принципу «переход на 900 — только при необходимости, возврат на 1800 — при первой же возможности», то есть трубка держится за диапазон 1800 буквально до последнего. Одна из причин разрыва соединения во время движения — выход из зоны покрытия соты 1800 МГц при отсутствии в этом месте свободных каналов диапазона 900. Кстати, горячие споры на тему «у чьей сети больше палок» (столбиков/кубиков на индикаторе мощности сигнала), на самом деле бесполезны: при самых замечательных показаниях индикатора свободных каналов может не быть, и при попытке позвонить вы услышите частые короткие гудки — так называемый сигнал system busy.

Каналы б/у — ничуть не хуже новых

Доступных для использования каналов сотни, одновременно разговаривающих абонентов может быть и сотня тысяч. Противоречие? Отнюдь: одни и те же каналы одновременно используются разными БС, причем в плотном кластере маломощных БС 1800 МГц один и тот же канал может многократно переиспользоваться на небольшой площади (например, на стадионе). Соответственно, часто расставленные БС сравнительно небольшой мощности обеспечивают очень большую емкость сети, но в местах массового скопления абонентов (концертные площадки, супермаркеты, рынки) каналов все равно мо-



▲ Мониторинг качества передачи речи: несколько трубок непрерывно передают специально подготовленную фразу, голос проходит «полный круг» по сети, возникшие в процессе передачи искажения анализируются

жет не хватать. Слишком активное переиспользование частот на небольшой площади может создавать интерференционные помехи («всхрюкивание», выпадание кусков речи) вплоть до разрыва соединения. Нехватка свободных частот проявляется по-разному: от безнадёжной system busy до некоторой задержки при попытке позвонить (установлении соединения), когда трубка может до нескольких секунд ждать освобождения канала.

Лучше плохо говорить, чем хорошо молчать?

Увеличение количества БС и частотное планирование — далеко не последние резервы оператора в борьбе за бесперебойную работу сети. Нагрузка на систему зависит и от используемой технологии кодирования (компрессии) речи. В сетях GSM предусмотрено три кодека: EFR, FR и HR (Extended Full Rate, Full Rate и Half Rate соответственно). EFR характеризуется самым высоким качеством передачи звука, а HR — самый ресурсосберегающий. Неестественный, «роботизированный» голос, который мы порой слышим в трубке, — это и есть тот самый HR. Сетевое про-

граммное обеспечение умеет самостоятельно выбирать режим кодирования в зависимости от нагрузки; по понятным причинам HR намного чаще «случается» в диапазоне 900 МГц. Можно ворчать по поводу «поганого звука», но приходится согласиться с тем, что невозможность поговорить вообще — не лучшая альтернатива. Кодека EFR работает в основном на малозагруженных участках сети и достаточно часто используется выходящими на рынок новыми операторами в качестве дополнительного маркетингового стимула; к сожалению, по мере увеличения числа абонентов трубки все чаще начинают работать в обычном FR. Качество звука в EFR действительно высокое и почти не уступает качеству передачи речи в сети DAMPS.

Нелегкие проблемы выбора

Вспоминается старая притча про Буриданова осла, который умер голодной смертью между двумя стогами сена. Похожая судьба бывает у телефонного аккумулятора, который в определенном месте разряжается в несколько раз быстрее обычного. Самая частая причина — неудачное попадание в точку, равноудален-

ную от двух БС относящихся к разным группам (Location Areas). В зависимости от колебаний условий приема телефон может постоянно «перепрыгивать» с одной БС на другую, при этом каждый раз перерегистрируясь в сети. В результате аккумулятор разряжается очень быстро, а во время разговора могут возникать шумы и помехи. Иногда такой «дефект» вылечивается простым переключением аппарата на другую сторону письменного стола, в отдельных тяжелых случаях есть смысл включить в аппарате функцию «Netmonitor» и целеустремленно искать «спокойный уголок».

Этот непредсказуемый абонент

«Абонентом называется неустранимый источник сбоев в сети мобильной связи». Справедливое замечание — люди почему-то предпочитают разговаривать тогда, когда им это нужно, а не когда удобно оператору и хорошо для сети. Помимо временного дисбаланса существует еще и дисбаланс географический: по неведомым причинам каждое утро рабочего дня абоненты дружно перемещаются из спальных районов в центр города, а в конце рабочего дня — назад. Соответственно, пропускную

» способность сети приходится рассчитывать с запасом, а коммутаторы и БС обходятся оператору недешево. Существование сети мобильной связи — непрерывные попытки удержаться в рамках разумного компромисса: не переплатить за «лишнее» оборудование и при этом сохранить работоспособность сети на приемлемом уровне. Удачные ходы маркетологов — нож острый для инженеров, так как быстрый рост абонентской базы неизбежно потребует аварийного «латания дыр». Заявления о «значительном запасе прочности» в большинстве случаев не совсем соответствуют действительности, так как построенная с большим запасом сеть просто не сможет окупиться. Операторы пытаются хоть в какой-то степени влиять на поведение своих абонентов: например, тарифный план «Джинс-Тоник» со сверхдешевыми внутрисетевыми звонками в ночное время, скидками на звонки в вечернее время и по выходным. За рубежом для привлечения контрактных абонентов практикуется предоставление неограниченного бесплатного трафика по выходным дням.

Кривой дозвон: кто виноват и что делать?

Невозможность дозвониться с городского телефона до владельца федерального номера — беда и абонентов, и операторов. Как правило, сама сеть мобильной связи здесь ни при чем, проблема в недостаточной пропускной способности стыков с городской телефонной сетью. К счастью, в Москве и Московской области эти проблемы уже успешно решены всеми операторами GSM. Оговоримся: решены на некоторое время, так как рост числа абонентов рано или поздно заставит операторов снова заняться этим же вопросом.

Невидимая работа инженерных служб

Ежедневно по Москве и Московской области мотается несколько специально оборудованных лабораторий на колесах, в Центре управления перед огромными экранами круглосуточно дежурят специалисты, техники выезжают по адресам, из которых поступили жалобы на плохое покрытие. Подвижные лаборатории ежедневно осуществляют плановые заезды по специально проложен-



▲ На случай отключения энергии на базовых станциях установлены блоки бесперебойного питания

ным маршрутам, результаты непрерывного мониторинга всех параметров накапливаются и пополняют базу данных. Бывают и аварии (например, обрыв кабеля), но Москва настолько плотно заставлена БС, что даже при полном выходе из строя одной из них «белых пятен», как правило, не образуется. Идеально работающим сетям мобильной связи не бывает, но кропотливое отслеживание работы участков сети непосредственно на местности позволяет прогнозировать возникновение «узких мест» и принимать меры по их устранению заранее.

■ ■ ■ Сергей Потресов



Принципы работы

Коридоры и тупики разных систем

Понять принципиальные различия между разными технологиями мобильной связи легко. Вообразите большую комнату и несколько пар людей, которые хотели бы использовать это помещение в качестве зала для переговоров. В каждой паре собеседники хотят общаться только между собой, и разговор других пар их не интересует. Итак, рассмотрим системы с частотным разделением каналов (FDMA). Система может быть смоделирована путем возведения стен и разгораживания зала на множество маленьких комнат. Каждая пара собеседников будет заходить в свою отдельную комнатку и там общаться. По окончании разговора пара будет из комнатки выходить, и ее место займет следующая пара собеседников. В этой модели количество одновременно разговаривающих собеседников ограничено количеством «комнаток». Разные аналоговые стандарты будут отличаться только количеством «комнаток-клетушек», размер

которых сокращать можно, но только до определенного предела.

В модели цифровой системы TDMA маленьких «комнат» больше, кроме того, каждая из них сможет обеспечить проведение нескольких бесед одновременно. Например, в условиях моделирования системы IS-136 TDMA с тремя временными интервалами каждая «комната» вместит три пары собеседников, причем каждая пара будет разговаривать по очереди. Например, каждая пара имеет право общаться в течение 20 секунд из каждой минуты. Выигрыш в емкости сети очевиден. Однако размеры «комнаток» строго заданы, а количество общающихся в конечном счете определится общей площадью зала (выделенным диапазоном частот). Сегодня эти ограничения удается обойти, но проблемы все равно возникают с досадной регулярностью. Даже если в «комнате» находится меньше трех пар, все равно каждая из них сможет разговаривать только по

20 секунд из каждой минуты — это обстоятельство окажется очень важным потом, когда возникнет необходимость обеспечить высокую скорость передачи данных. Моделируя систему CDMA, убираем сооруженные перегородки. Все пары собеседников будут располагаться в одной большой комнате одновременно. Однако если каждая пара будет разговаривать на своем, только им двоим понятном языке, все собеседники вполне смогут использовать общий воздух в качестве среды передачи речи, не создавая друг другу значительных помех. Воздух в «комнате» играет роль широкополосной несущей, а разные языки обозначают разные коды, присваиваемые абонентам системы CDMA. Количество пар собеседников в «комнате» можно увеличивать (уникальность выделяемого системой кода) до тех пор, пока общий создаваемый шум (помехи от других абонентов) не начнет затруднять взаимное распознавание речи.