

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОШИБОК ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ

Н.Слепов

Связь стала неотъемлемым атрибутом эпохи. Сегодня без нее немыслимо развитие практически любого бизнеса, любого производства. Все больше компаний нуждаются в протяженных каналах связи с различной пропускной способностью. Все больше неспециалистов невольно оказываются вовлеченными в сферу влияния телекоммуникаций. Это неизбежно ведет к тому, что между поставщиками телекоммуникационных услуг и их клиентами возникает недопонимание, и одним из камней преткновения здесь является качество предоставленного канала связи и критерии его оценки. Вопрос этот достаточно сложный, но чрезвычайно важный. К сожалению, многие проблемы вызваны терминологической и методологической путаницей вследствие разнообразия стандартов и норм, как отечественных, так и зарубежных.

Цель статьи – помочь сталкивающимся с такими оценками инженерам и менеджерам разобраться в применяемой терминологии, типах ошибок, а также диапазонах изменения параметров и возможном порядке величин в конкретных случаях. Эти знания позволят более квалифицированно составлять договоры, обоснованно предъявлять требования провайдерам и контролировать выполнение взаимных соглашений.

Аренда канала связи сопровождается заключением Соглашения между поставщиком услуги (оператором) и пользователем. При этом оговариваются технология и маршрут канала связи, его пропускная способность и качество предоставляемых услуг. Качество услуг связи определяется показателями ошибок, возникающих в канале. Параметры, представленные в Соглашении, пользователь учитывает при оплате услуг и создании своей налоговой системы связи. При этом может оказаться, что одни и те же термины стороны понимают по-разному. Как правило, это относится к показателям ошибок. Проблема усугубляется тем, что действующие в России Нормы не успевают отслеживать развитие международных стандартов и потому не являются всеобъемлющими. В результате пользователю необходимы знания и тех, и других стандартов.

С точки зрения оценки показателей ошибок каналы делятся:

- по типу тракта – на спутниковые и наземные;

- по скорости – на каналы $лх64$ Кбит/с ($лхОЦК$ ниже E1, 2048 Кбит/с, ОЦК – основной цифровой канал, 64 Кбит/с) и каналы, равные E1 и выше;
- по используемой технологии – на каналы плеззиохронной и синхронной цифровой иерархии (PDH и SDH), а также каналы с режимом асинхронной передачи (ATM).

Сами показатели ошибок подразделяются:

- по условиям эксплуатации – на долговременные, рассчитанные на длительный период измерения – 30 суток, и оперативные, рассчитанные формально на короткий период измерения: 15 мин, 2 часа, 24 часа (сутки) и 7 суток;
- по методике измерений – на показатели, измеренные при выключенном сервисе (Out of Service – OoS) и в процессе работы (при включенном сервисе, In Service Monitoring – ISM).

Соответственно этому определяют и нормируют показатели ошибки различные стандарты и нормы. Основные из них:

- для спутниковых каналов со скоростями $лх64$ Кбит/с (ниже E1) – ITU-R S.614 [1], E1 и выше – ITU-R S.1062 [2], для любых скоростей технологии PDH – РД 45.041-99 [3];
- для наземных трактов и каналов $лх64$ (ниже E1) – ITU-T G.821 [4], для каналов E1 и выше – ITU-T G.826, G.827 [5, 6], для любых скоростей технологии PDH – ITU-T M.2100 [7] и Приказ Минсвязи №92 [8], для любых скоростей технологии SDH (VC- n и STM- n) – ITU-T G.828 [9], M.2101.1 (M.2101) [10] или Инструкция ГЦУ МС (урезанный вариант M.2101.1) [11].

Указанные стандарты определяют методику оценки и предельно допустимые значения параметров ошибок в каналах связи. Причем рекомендации G.821, G.826 и G.828 предусматривают использование долговременных норм, стандарты M.2100, M.2101 и Инструкция ГЦУ МС [11] – оперативных норм, а Нормы [3, 8] – тех и других. При этом только G.821 ориентирован на методику измерений OoS, тогда как остальные – как на OoS, так и ISM.

Обычно провайдер услуги при составлении Соглашения опирается и ссылается только на часть этих документов (в России, как правило, на [3, 8]). Магистральные каналы связи, о которых идет речь, достаточно протяженны и могут включать сегменты, использующие разные технологии и среды передачи – спутниковые, оптоволоконные, радиорелейные и т.д., формируя так называемые составные каналы. Чтобы вычислить предельно допустимую ошибку в таком канале, нужно знать показатели ошибок для различных сег-



ментов, которые могут определяться по-разному, если сегменты различны по типу, протяженности и используемой технологии (например, канал 2 Мбит/с может на одном сегменте рассматриваться как канал PDH, а на другом – как триб SDH, передаваемый в потоке STM-N в виде виртуального контейнера VC-12).

ПОКАЗАТЕЛИ ОШИБОК

Наиболее "популярный" показатель ошибок – **BER** (Bit Error Ratio – коэффициент ошибок по битам), – отношение числа принятых с ошибками бит к числу посланных бит, вычисляемое за определенный период времени T . Этот параметр может измеряться только в режиме тестирования при выключенном сервисе (OoS), а не во время реальных сеансов связи. Схема измерения жестко определена: на удаленном конце канала ставят петлю для поворота трафика, а на ближнем конце – специальное устройство (BER-тестер), которое передает стандартную псевдослучайную последовательность (ПСП) длиной в $2^{11}-1$ бит для 64 кбит/с и $2^{15}-1$ бит для 2 Мбит/с и принимает ее, сравнивая исходную ПСП с принятой. Для BER-тестеров период T – это тестовый интервал длительностью 10 с. В системах спутниковой связи Intelsat под BER понимают усредненные на периоде T (12–24 часа) показания BER-тестера – AVG BER (Average BER). Измеренные по другой методике показатели ошибок канала, строго говоря, называться BER не могут.

BER характеризует качество среды передачи, его легко измерить доступным и относительно дешевым средством – BER-тестером. Этот показатель широко используется для оценки спутниковых каналов связи (СКС) и радиорелейных линий (РРЛ). Для последних $BER \leq 10^{-6}$ фактически является мерой функциональной работоспособности канала. Для ориентации: спутниковый участок сетевого тракта считается нормальным, если на нем $BER \sim 10^{-7}$; участок абонентской линии (АЛ, "последняя миля") с модемами типа Watson – если BER также 10^{-7} ; для волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) – если BER не хуже 10^{-10} . Однако как показатель качества связи для оценки ВОЛС он практически не используется, поскольку измеренные значения BER (например, в диапазоне $10^{-9}-10^{-13}$) мало что говорят об истинном уровне ошибок в канале, который, как правило, состоит из нескольких сегментов (например, СКС+РРЛ+ВОЛС+АЛ). Так, ВОЛС с $BER \leq 10^{-13}$ обеспечивает примерно то же потребительское качество канала связи, что и спутниковая система связи с $BER \leq 10^{-7}$ (хотя разница в величине BER – шесть порядков). Поэтому BER как эксплуатационная норма непосредственно не используется для международных соединений и для составного канала, и измеренные значения BER на таких каналах показателем качества связи служить не могут.

Более адекватно качество услуг в канале связи характеризуют параметры ошибок, основанные на понятии "секунды с ошибками", которые можно измерить не только при выключенном сервисе (OoS), но и непосредственно в процессе работы (ISM – без отключения сервиса). Для оперативных норм измерения проводят в течение интервала T , выбираемого из четырех стандартных значений: 15 минут, 2 часа, сутки или 7 суток. Однако в нормах на приемку и техническое обслуживание каналов [11] фигурируют, как правило, только 15 мин и сутки, которые и рекомендуют указывать в Соглашении. В ВОЛС, например в системах SDH и WDM (технологии мультиплексирования с разделением по длине волны), есть встроенные в систему управления сетью NMS (Network Management System) средства контроля секунд с ошибками. Если NMS нет, то для измерений этих показателей необходимо специальное дорогостоящее оборудование.

Один из важнейших показателей качества канала связи в этом случае – **число секунд с ошибками** N_{ES} (Number of Errored Seconds) за указанный период T . Определение "секунд с ошибками" (ES) зависит от скорости канала. Если она ниже Е1, то используют показатель $ES_{ОЦК}$. Он, по ITU-T G.821, соответствует секунде, в которой наблюдалась хотя бы одна ошибка.

Для каналов со скоростью Е1 и выше, учитывая фреймовую структуру, оперируют не ошибочным битом, а **блоком с ошибкой** – EB (Errored Block), и соответствующий показатель $ES_{Е1}$ определяют по ITU-T G.826 как секунду, в течение которой наблюдался один дефект или блок, содержащий хотя бы одну ошибку. Блок – это логическая последовательность бит (не обязательно физически непрерывная), используемая в процессе мониторинга рабочих характеристик в режиме без отключения сервиса (ISM). Длина блока зависит от используемого в канале кода с обнаружением ошибок. Например, для потока PDH Е1 длина блока равна 2048 бит, а в сетях SDH для эквивалентного ему виртуального контейнера VC-12 – 1120 бит. Дефект – характерное изменение рабочих параметров в процессе мониторинга без отключения сервиса, а именно: потеря сигнала (LOS), сигнал индикации аварийного состояния (AIS), потеря фреймовой синхронизации (LOF) или (только в системах SDH) сигнал индикации удаленного дефекта (RDI).

На практике вместо параметра N_{ES} также используют и эквивалентный ему нормированный показатель Error Seconds Ratio $ESR = N_{ES}/T$.

Показатели на основе ES в большей степени отражают единичные ошибки. Однако при равном числе ошибок их локализация во времени может быть различной. Например, на медных АЛ в основном присутствуют одиночные ошибки, на СКС – пакеты ошибок. Последствия таких ошибок, равно как и способы борьбы с ними, различны. Поэтому показателя N_{ES} недостаточно, так как он не различает, произошла одиночная ошибка на секундном интервале или групповая.

Это учитывает параметр N_{SES} (the number of Severely Errored Seconds) – число секунд с **серьезными** ошибками за указанный период T . Ему эквивалентен нормированный показатель $SESR = N_{SES}/T$. Секунда с серьезными ошибками SES (иногда этот термин неверно переводят как "секунда, пораженная ошибками", так как этому соответствует и ES) определяется двояко ($SES_{ОЦК}$ и $SES_{Е1}$). ITU-T G.821 определяет $SES_{ОЦК}$ как секунду, в которой коэффициент ошибок $BER > 10^{-3}$ (в данном случае BER определяется на $T=1$ с; никакие другие уровни ошибок (10^{-4} или 10^{-5}) не могут использоваться в принципе как не соответствующие методике данных измерений).

$SES_{Е1}$, по G.826, соответствует секунде, которая содержит более 30% блоков с ошибками (EB), или в которой наблюдался хотя бы один период с серьезными нарушениями (SDP). SDP – это отрезок сообщения длиной в 4 последовательных блока, в каждом из которых или в среднем за 4 блока коэффициент ошибок $BER \geq 10^{-2}$ или произошла потеря сигнальной информации.

Еще один важный показатель – **Unavailability, период неготовности сети**, или недоступность услуги. Это промежуток времени, начинающийся с 10 последовательных SES (включаемых в этот период) и заканчивающийся после обнаружения 10 последовательных секунд без SES (не включаемых в период неготовности). Понятие, противоположное этому – **период готовности сети (Availability)**, равный времени мониторинга T минус период неготовности. Эквивалентный ему нормированный показатель готовности измеряется в процентах как отношение времени готовности к общему периоду T . Именно этот показатель используется в Соглашениях. Его еще называют работоспособностью услуги и номи-

нальной производительностью. Важно отметить, что при измерении параметров N_{ES} , N_{SES} (и эквивалентных им) период измерений T должен полностью укладываться в период готовности, т.е. при измерении периодов неготовности быть не должно.

Проиллюстрируем вышесказанное простым примером. Пусть канал включает спутниковый и абонентский участки. Каждый из них имеет свой показатель готовности $A_{сп}$ и $A_{аб}$, следовательно, общий показатель готовности $A = A_{сп} \cdot A_{аб}$. Спутниковый сегмент характеризуется редкими пачками ошибок большой длины, поэтому даже при $BER = 10^{-7}$ при суточном тесте можно получить готовность канала $A_{сп}$ не хуже 99,95–99,97. На абонентской (медной) линии, напротив, относительно часты одиночные ошибки. Поэтому при том же BER показатель готовности канала $A_{аб}$ для ОЦК составит 99,36. Следовательно, общий показатель готовности канала A будет не лучше 99,31–99,33. Учитывая, что показатели BER и A не измеряются системами модемной связи на "последней миле", получить их можно только опосредованно. Как правило, провайдер магистрального канала не занимается организацией связи на "последней миле", поэтому этот участок логично исключить из Соглашения, где указывается общий показатель готовности.

В стандартах также используется понятие **блока с фоновой ошибкой ВВЕ** (Background Block Error). Под фоновыми понимают ошибки, не являющиеся частью SES [5]. Блоки с фоновой ошибкой учитывают показатели $N_{ВВЕ}$ (the number of Background Block Errors) – **число блоков с фоновыми ошибками** за период T и эквивалентный нормированный показатель $ВВЕР = N_{ВВЕ}/T$. Эти параметры редко используются на сети и обычно не указываются в Соглашении (кроме сетей SDH, использующих ВОЛС), так как нет средств их измерения. На СКС эти показатели нормируются для высокоскоростных каналов, начиная с E1 (2 Мбит/с).

Еще один параметр – **DM** (Degraded Minutes), **минуты с периодами деградации сигнала**, – убрал из новой редакции стандарта G.821 [4] как трудно поддающийся измерению, но оставлен в стандартах [1, 2].

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ОШИБОК – ВЕР

Итак, существуют две методики измерения показателей ошибок: *при выключенном сервисе (OoS)* и *при включенном сервисе (ISM)*. Первый метод при использовании BER дешевле и доступнее, однако его результаты не адекватны реальной работе системы связи и не предусмотрены отечественными и зарубежными стандартами в качестве показателей ошибок международных и составных каналов связи. Второй метод сложнее в реализации и сегодня практически недоступен для небольших компаний-пользователей. Как же при желании проконтролировать провайдера услуг?

Простой и часто предлагаемый выход – пересчет одних показателей в другие – практически не работает, так как для этого нет и не может быть детерминированных формул. Желательно полностью перейти на вторую методику, в том числе и в СКС и РПЛ, однако это дело хотя и недалекого, но будущего. Сегодня же оптимальный вариант – получить вероятностные соотношения между параметрами на основе BER и ES/SES, используя модели вероятностных процессов, происходящих при измерениях. Для этого в спутниковых каналах связи стандарты ITU-R S.1062 [2] и S.614 [1] рекомендуют использовать не одноточечный (усредненный по гистограмме на интервале T) показатель BER, а **вероятностный показатель ошибок ВЕР** (Bit Error Probability), имеющий вид интегральной функции распределения или основанную на ней многоточечную маску.

Суть методики в том, что ошибки контролируют при помощи того же BER-тестера на большой последовательности подынтервалов

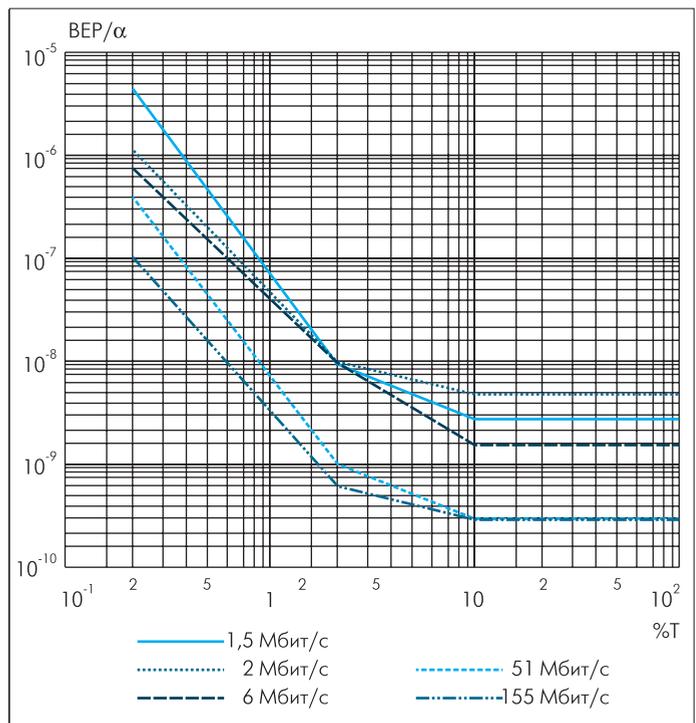


Рис. 1. Маска ВЕР/α для каналов с различной пропускной способностью

измерения, но гистограмму значений BER не усредняют, а формируют на ее основе интегральную функцию распределения $ВЕР(t)$ изначально экспоненциального вида. Затем $ВЕР(t)$ кусочно-линейно аппроксимируют по крайней мере в трех интервалах между точками $t = 0,2\%, 2\%, 10\%$ и $100\% T$, где T – стандартный интервал измерения (рис. 1). График, соединяющий эти точки, соответствует так называемой маске ВЕР. Если фактическая маска ВЕР, сформированная на основе измеренной гистограммы BER, не превосходит в эталонных точках стандартизированные значения ВЕР (т.е. покрывается эталонной маской), то уровень ошибок в каналах цифровой передачи удовлетворяет требованиям стандартов G.826/G.821.

Стандарты [1, 2] задают маску в виде нормированной функции $ВЕР/α(T)$ (см. рис. 1), где $α$ – параметр ошибок, соответствующий среднему числу ошибок в одном блоке на интервале T . Причем $α$ зависит от статистики ошибок на СКС, длины передаваемых CRC-/VPI-блоков, схемы кодирования, относительной скорости кодирования FEC и наличия процедур шифрования (скремблирования). Для расчета $ВЕР/α$ используется модель ошибок в спутниковом канале связи. Характер ошибок принимается пакетный, длина блока зависит от стандартной скорости передачи. Предполагается, что ошибки распределены по закону Пуассона (простой вариант) или закону Неймана с последствием (сложный вариант) [1].

Из данного подхода следует, что в Соглашениях нельзя указывать одно (усредненное) значение BER, например, $\pm 2 \cdot 10^{-8}$. Правильнее приводить опорные значения BER, полученные в результате суточного мониторинга и усредненные на основе ВЕР по модельным интервалам времени (0,2%, 2,0% и 10% T , где $T=1$ сутки). Говорить же о несоответствии испытываемого СКС стандартному можно, только если гистограмма фактического интегрального распределения BER не покрывается маской модельного распределения ВЕР.

ЭТАЛОННЫЕ ЦИФРОВЫЕ СЕТЕВЫЕ ТРАКТЫ

Как правило, сетевой тракт неоднороден и включает сегменты с различными технологиями передачи. Естественно, общая ошибка тракта складывается из ошибок, вносимых различными сегмента-

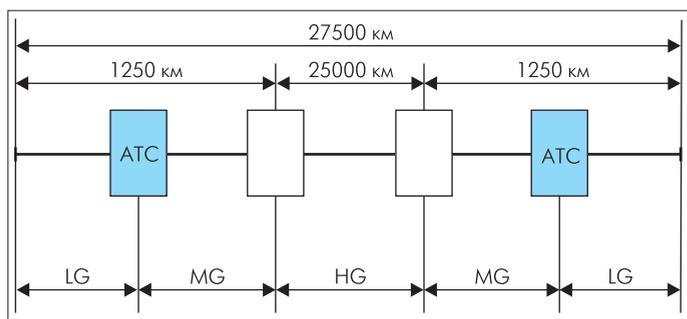


Рис. 2. Гипотетическое эталонное соединение/цифровой тракт:
LG – местное качество, **MG** – среднее качество,
HG – высокое качество

ми. Их вклад в общую ошибку стандартизирован и зависит от типа канала на данном участке, его пропускной способности и протяженности.

Для каналов с пропускной способностью $l \times 64 \text{ Кбит/с} < E1$ стандарт ITU-T G.821 [4] представляет тракт связи в виде "гипотетического эталонного цифрового тракта" (ГЭЦТ) длиной 27500 км, разбитого на участки трех типов (рис. 2): местного (LG), среднего (MG) и высокого качества (HG). Полная ошибка (100%) распределяется по участкам как: LG+MG – 30% и HG – 40%. Участок HG может быть разбит на блоки по 280 км. Вес ошибки на каждом из них – $40 \cdot 280 / 25000 = 0,448\%$. Если на участке HG использован спутниковый сегмент, половина удельного веса ошибки (20%) приходится на него, вне зависимости от реальной длины спутникового тракта.

Для каналов со скоростью E1 и выше ситуация иная. Для них

стандарт ITU-T G.826 [5] также определяет эталонный тракт ГЭЦТ длиной 27000 км, но выделяет на нем два основных участка (рис.3) – национальный и международный, разделенных международными шлюзами (IG). Международный участок может включать несколько транзитных стран и участков с подводным кабелем, причем каждая транзитная страна может иметь два международных шлюза IG (на входе и на выходе). Под шлюзом понимается кросс-соединение, мультиплексор более высокого уровня или коммутатор.

Общая ошибка как национальной, так и международной частей складывается из постоянной (Δ) и зависящей от расстояния $\delta(L)$ составляющих ($\Delta + \delta(L)$). Все расстояния округляются с точностью 500 км в большую сторону, т.е. всегда $L = 500n$ (км). $\delta = L/500$ (%), т.е. каждые 500 км вносят 1% в долю ошибки участка. Если фактическая длина участка точно неизвестна, то вычисленное по карте

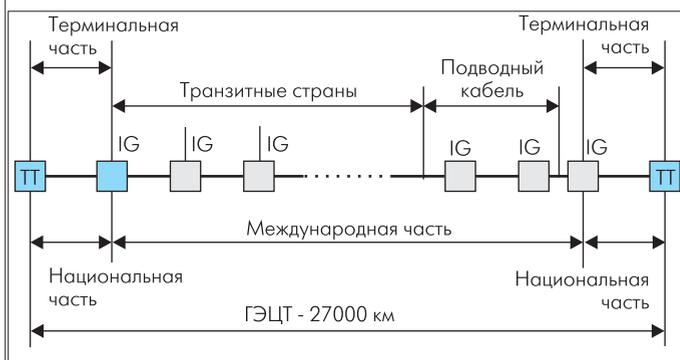


Рис.3. Эталонный тракт для каналов со скоростью > E1:
ТТ – терминальные точки, **IG** – международные шлюзы

или плану значение $L_{изм}$ умножается на *маршрутный фактор Rf*. Этот фактор равен 1,5; если $L_{изм} < 1000$ км или 1,25, если $L_{изм} \geq 1200$ км. При $1000 \leq L_{изм} < 1200$ расстояние на маршрутный фактор не умножается, а принимается равным 1500 км.

На каждую национальную часть отводится $\Delta=17,5\%$ общей ошибки, т.е. ее вклад в ошибку – $17,5+\delta(L)$ (%). Если в пределах национальной части оказывается спутниковый сегмент, то полная величина $(\Delta+\delta)$ для национальной части рассчитывается как для неделимого блока и принимается равной 42% вне зависимости от ее протяженности.

Международная часть может состоять из ряда сегментов. Для каждого их них $\Delta = 2\%$ для транзитной страны и $\Delta = 1\%$ для терминирующей (граничащей с национальной частью). Общая доля ошибки на международной части не может быть ниже 6%, даже если расчеты дают меньшую величину. Если спутниковый сегмент обслуживает область, принадлежащую международной части, то под эту область резервируют долю ошибки $(\Delta+\delta) = 35\%$, рассматриваемую в виде неделимого блока.

Стандарты ITU-T G.821 и G.826 действуют практически во всем мире. В нашей стране они переработаны в Нормы [3, 8]. В соответствии с ними суммарная длина ГЭЦТ взаимоувязанной сети связи (ВСС) принимается равной 27500 км. При этом национальная часть считается равной 15 тыс. км, международная, соответственно, – 12,5 тыс. км. На международную часть отводится 20% от общей ошибки, остальные 80% – на национальную российскую. Национальная часть (см. рис.4) разбита на участки, для которых опреде-

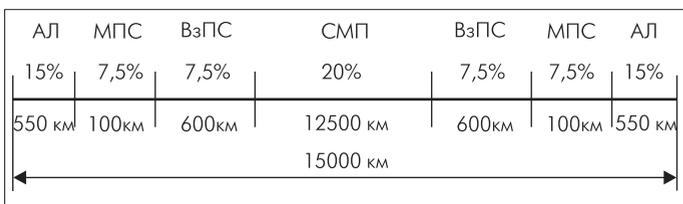


Рис.4. Структура ГЭЦТ первичной сети ВСС России:
АЛ – абонентская линия; МПС – местная первичная сеть;
ВЗПС – внутризональная первичная сеть;
СМП – магистральная первичная сеть

лены приходящиеся им доли общей ошибки – не пропорциональные номинальным длинам участков. Если на любом участке национальной части есть спутниковый канал, на него выделяется 15% от общей нормы ошибки [3], вне зависимости от расстояния между земными станциями. Спутниковые каналы являются, как правило, каналами типа *лх64*, реже их емкость – *лхЕ1*.

Структура ГЭЦТ ВСС РФ в целом соответствует структуре ГЭЦТ, описанной в стандарте ITU-T G.821, если установить следующую эквивалентность участков:

LG – соответствует АЛ (15% от полной ошибки);
 MG – соответствует сумме МПС и ВЗПС (15% от полной ошибки);
 HG – соответствует сумме СМП (20%) и международного участка (20%) (40% от полной ошибки). На СКС вместо 20% в России отводится 15% от полной ошибки.

Нужно иметь в виду, что действие Норм [3, 8], в отличие от стандартов ITU, распространяется как на каналы *лх64* < E1, так и на каналы *лхЕ1*, E2, E3 и E4 (каналы PDH), но формально не распространяется на каналы SDH (STM-1, 4, 16, 64).

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОШИБОК НА ОСНОВЕ ES И SES

Итак, расчет показателей ошибок необходимо вести на основе параметров ES и SES, а именно:

- для каналов 64 кбит/с и *лх64* кбит/с <E1 – по стандартам G.821 и M.2100 [4, 7] или Нормам [3, 8];
- для каналов E1 и выше – по стандартам G.826 и M.2100 [5, 7] или Нормам [3, 8];
- для каналов PDH в целом – по стандарту M.2100 [7] или Нормам [3, 8];
- для каналов SDH (включая уровень виртуальных контейнеров VC-n) – по стандартам G.828 и M.2101.1 или Нормам [11]. Однако указанные в них процедуры расчета неприменимы к "непрозрачным" каналам, в которых сигнал сжимается, например по алгоритмам ADPCM, CELP, ADCELP, CS-ACELP, HCV и т.п. Существенно, что действие Норм [3, 8], в отличие от стандартов ITU, распространяется как на каналы *лх64* < E1, так и на каналы E1, E2, E3 и E4 (каналы PDH), но формально не распространяется на каналы SDH (STM-1, 4, 16, 64). Последние схематично регламентируются только в [11].

Перед расчетом показателей ошибок нужно определить: тип канала (спутниковый или наземный), из каких участков он состоит, какая на каждом участке скорость передачи и технология (PDH или SDH), для какого интервала времени *T* рассчитывается норма.

Измерения могут быть долговременными и оперативными. В стандартах G.821 и G.826, изначально ориентированных на технологию PDH, указывались только долговременные нормы. Соответствующие им параметры периодически измеряются в течение достаточно длительного периода мониторинга – от 7 до 30 суток (интервал измерения *T* при этом стандартный), измеренные значения усредняются. Измерения проводят в режиме выключенного сервиса OoS. В стандартах приведены предельно допустимые значения нормированных показателей ошибок ESR, SESR и (если нужно) BBER (табл. 1). Для спутникового тракта необходимо длительное тестирование (1 и 7 суток) с измерением BER. Кратковременные (15 мин, 2 ч) оперативные измерения допустимы для наземных, в первую очередь международных, линий и ВОЛС.

Формально процедура вычисления долговременных параметров ошибок N_{ES} и N_{SES} для одного участка достаточно проста: $N_{ES} = A_{ESR} \cdot C \cdot T$, $N_{SES} = A_{SESR} \cdot C \cdot T$; где $T=900$ с (15 мин), 7200 с (2 ч), 86400 с (1 сутки); *A* – соответствующий предельно допустимый параметр; *C* – процент от соответствующей (суммарной) нормы, приходящийся на данный участок тракта. Если таких участков *l*, то $C = \sum c_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$).

С появлением и развитием систем синхронной цифровой иерархии SDH, обладающих встроенными в NMS средствами контроля параметров ошибок, стало возможным их определение в процессе работы (ISM). Это было учтено в стандарте M.2101.1 и российских нормах [3, 8]. Появились оперативные нормы, определяемые в течение стандартных интервалов измерения 15 мин и 2 ч. Эти нормы, строго говоря, применимы только к системам с SDH. Если канал – составной и технология SDH использована только на одном сегмен-

Табл.1. Предельно допустимые показатели ошибки для каналов связи в соответствии с Приказом № 92 [8]. ОЦК, ПЦК, ВЦК, ТЦК и ЧЦК – соответственно основной, первичный, вторичный, третичный и четвертичный цифровой каналы; ПЦСТ, ВЦСТ и т.д. – первичный, вторичный и т.д. цифровой спутниковый тракт

Тип канала/тракта	Скорость канала, Кбит/с	Долговременные нормы – параметр А			Оперативные нормы – параметр В	
		ESR	SESR	BBER	ESR	SESR
ОЦК	64	0,08	0,002	-	0,04	0,001
ПЦК/ПЦСТ	2048	0,04	0,002	$3 \cdot 10^{-4}$	0,02	0,001
ВЦК/ВЦСТ	8448	0,05	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$	0,025	0,001
ТЦК/ТЦСТ	34368	0,075	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$	0,0375	0,001
ЧЦК/ЧЦСТ	139264	0,16	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$	0,08	0,001



Табл. 2. Оперативные нормы и пороговые значения показателей ошибок S_1 и S_2 для каналов ОЦК (64 кбит/с) и ПЦК (2048 кбит/с) при суточном измерении для различных типов цифровых трактов, показанных на рис.4

Тип канала	Доля блока	ES, ОЦК/ПЦК			SES, ОЦК/ПЦК		
		S_1	BISO	S_2	S_1	BISO	S_2
СКС	15%	227/107	259/130	291/152	1/1	6/6	12/12
АЛ	15%	227/107	259/130	291/152	1/1	6/6	12/12
МПС	7,5%	107/49	130/65	152/81	0/0	3/3	7/7
ВзПС	7,5%	107/49	130/65	152/81	0/0	3/3	7/7
МПС	20%	308/147	346/173	383/199	3/3	9/9	15/15

те, руководствуются долговременными нормами как "худшими" с точки зрения ошибок.

Оперативная эталонная норма RPO (Reference Performance Objective) вычисляется аналогично долговременной, только вместо параметров A фигурируют параметры B (см. табл. 1): $RPO = B \cdot C \cdot T$. Кроме оперативной нормы RPO , иногда используют и так называемую **оперативную норму ввода в эксплуатацию BISO** = $k \cdot RPO$, где $k=0,5$. На основе $BISO$ вычисляется доверительный интервал $[S_1, S_2]$, где $S_1 = BISO - \sigma$, $S_2 = BISO + \sigma$, а дисперсия $\sigma = 2\sqrt{BISO}$. В соответствии с Нормой [8], тракт считается **условно принятым в эксплуатацию**, если $S \in [S_1, S_2]$; **принятым в эксплуатацию**, если

Пример расчета показателей ошибок ES и SES для международного канала (расчет по стандартам G.826 [5], M.2100 [7] и M.2101.1 [10]).

Заметим, что все подобные расчеты носят исключительно ориентировочный характер – не только потому, что на практике часто трудно классифицировать тип участка тракта передачи в соответствии с Нормами или Стандартами, но и в силу определенной условности и большой дискретности используемых в них расчетных коэффициентов и интервалов длин. Реальные же показатели ошибок определяют только путем практических измерений.

Допустим, что нужно оценить показатели ошибок на международной частной линии связи на участке Москва – Стокгольм, предназначенной для организации цифровых каналов "точка-точка" со скоростью передачи 140 Мбит/с (контейнер VC-4 в потоке STM-1, 155 Мбит/с) на базе составной ВОЛС на сети SDH.

Схема участка Москва–Стокгольм упрощенно может быть представлена состоящей из трех участков: национальная (она же терминирующая) часть по территории России (Москва–Ланпенранта) – транзитная часть (по территории Финляндии) – вторая терминирующая часть (Швеция).

Разбивка по M.2101.1 позволяет определить величину неделимых блоков Δ : для России – 1% (терминирующая), для Финляндии – 2% (транзитная) и для Швеции – 1% (терминирующая). Российская и шведская части подчиняются стандарту G.826/M.2100, финская – стандарту M.2101.1. Приблизительное вычисление длин участков дает: 1071 км (российская), 794 км (финская-транзитная), 50 км (шведская-терминирующая). Это позволяет определить $\delta(L)$ для указанных участков: 3% (российская), 2% (финская-транзитная) и 1% (шведская-терминирующая). $C = \Delta + \delta(L)$. В итоге, для национальных частей (Россия + Швеция) имеем коэффициент $C = 6\%$, для международной части – $C = 4\%$.

В результате использования универсальных формул: $ES = ESR \cdot C \cdot T$ и $SES = SESR \cdot C \cdot T$ – с подстановкой в них $ESR = 0,16$ и $SESR = 0,002$ (G.826) и $ESR = 0,08$ и $SESR = 0,001$ (M.2101.1), получаем (округленно): $ES_T = 0,06 \cdot 0,16 \cdot 84600 = 812,16$, $ES_M = 0,04 \cdot 0,08 \cdot 86400 = 270,72$ или $ES = 1083 = RPO_{ES}$. Тогда $BISO_{ES} = 541$, $\sigma_{ES} = 2\sqrt{541} = 47$, $S_{1ES} = 494$, $S_{2ES} = 588$. Аналогично вычисляются показатели для SES.

$S < S_1$; и **не принятым в эксплуатацию**, если $S > S_2$. Значения S_1, S_2 BISO приведены в таблицах C.11 и C.21 стандарта M.2100 [7] (табл.2). Нужно иметь в виду, что если процентный блок для СКС является неделимым (т.е. типа Δ), то остальные блоки являются делимыми (т.е. типа $\delta(L)$) и, следовательно, их вклад будет составлять только часть указанной нормы показателя ошибки.

Краткий перечень рекомендуемых средств измерений и сводка измеряемых ими параметров ошибок, выпускаемых такими компаниями, как Acterna (PF-140, SF-60, ANT-20), Hewlett-Packard (HP37717A), Schlumberger (SI 7705), Siemens (K4312, K4305), приведен в Норме [3].

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И СТАНДАРТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОШИБОК

С момента первого выпуска стандартов G.821 и G.826 секции стандартизации ITU-T продолжала интенсивно их совершенствовать. Уже при разработке стандарта G.826 акцент был сделан на использование блоковых, а не битовых ошибок, – для того, чтобы облегчить переход на методику использования ISM (что диктовалось развитием техники мониторинга в NMS), а не OoS (как это было при разработке G.821). Оценка ошибок стала базироваться на четырех событиях-понятиях: EB, ES, SES и BBE. Возникшие при этом расхождения в определении ES и SES ($ES_{ОЦК}/ES_{Е1}$ и $SES_{ОЦК}/SES_{Е1}$) были официально отмечены в очередной версии стандарта G.826 (Appendix II, Редакция 08.96).

Кроме того, специалисты отмечали [12] существенную разницу в событиях ES и SES (в новой версии стандарта G.826 предлагается использовать события-понятия ES-1 и ES-2, отличающиеся разной степенью серьезности ошибок) и слишком грубую шкалу расстояний, используемую для оценки $\delta(L)$. Все это привело к разработке нового стандарта G.828 [9], который рекомендует, во-первых, использовать (сначала как опцию) новое событие-понятие **период с серьезными ошибками SEP** (Severely Errored Period), определяемый как **период времени, в течение которого фиксируется не менее 3 и не более 9 последовательных SES**. Соответствующий SEP нормированный показатель – **интенсивность периодов с серьезными ошибками SEPI** (Severely Errored Period Intensity) – предварительно устанавливается на уровне $2 \cdot 10^{-4}/с$, допуская тем самым 518 микропрерываний связи в месяц [12]. Кроме того, стандарт G.828 рекомендует уплотнить шкалу расстояний на национальном участке эталонного тракта с 500 до 100 км. В этом стандарте введено понятие мониторинг тандемного соединения или TC-мониторинг (о понятии TC см. в [14]). Отметим, что G.828 использует определения нового стандарта G.829 [13], который гораздо более детально описывает события, квалифицируемые как дефект и приводящие к появлению SES в системах SDH, разделяя их на дефекты на ближнем и удаленном концах и дифференцируя их по маршрутам нижнего и верхнего уровней (об этих маршрутах см. в [14]).

ЛИТЕРАТУРА

- ITU-R Rec. S.614-3. Allowable error performance for a hypothetical reference digital path in the fixed-satellite service operating below 15 GHz when forming part of an international connection in an integrated service digital network (11/93).
- ITU-R Rec. S.1062-2. Allowable error performance for a hypothetical reference digital path operating at or above the primary rate (11/99).
- РД 45.041-99. Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов спутниковых систем передачи. – Гостелеком РФ, 1999. Введ. 1.11.99 Приказом №48 от 29.09.99.

4. ITU-T Rec. G.821. Error performance of an international digital connection operating at a bit rate below the primary rate and forming part of an integrated services digital network (08/96).
5. ITU-T Rec. G.826. Error performance parameters and objectives for international, constant bit rate digital paths at or above the primary rate (02/99).
6. ITU-T Rec. G.827. Availability parameters and objectives for path elements of international constant bit-rate digital paths at or above the primary rate (08.96).
7. ITU-T Rec. M.2100. Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international PDH paths, sections and transmission systems (07.95).
8. Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральных и внутризональных первичных сетей. – Минсвязи РФ, 1996. Введ. 1.10.96 Приказом №92 от 10.08.96.
9. ITU-T Rec. G.828. Error performance parameters and objectives for international, constant bit rate synchronous digital paths (03.2000).
10. ITU-T Rec. M.2101.1. Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international SDH paths and multiplex sections (04.97).
11. Инструкция по паспортизации волоконно-оптических линий связи с использованием ЦСП СЦИ. – М.: ЦНИИС и ГЦУ МС, 1997.
12. **Coenning F.** Understanding ITU-T Error: Performance Recommendations. – Acterna, Application Note 62, 2001. .
13. ITU-T-Rec. G.829. Error performance events for SDH multiplex and regenerator sections (03.2000).
14. **Слепов Н.Н.** Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. – М.: Радио и связь, 2000

Первый "одноразовый" CDMA-телефон

Федеральная комиссия США по связи (FCC) выдала компании Нор-Он сертификат на "одноразовый" CDMA-телефон. Это открывает для компании путь к заключению договоров с операторами в начале массовой продажи аппаратов. Нор-Он утверждает, что это первый в мире CDMA-телефон такого рода. Впрочем, называть его одноразовым не совсем правильно, так как абонент может пополнять счет и перезаряжать аккумулятор. У аппарата нет собственного микрофона и динамика – для его использования необходима внешняя гарнитура. Телефон сделан из компонентов, поддающихся переработке, а Нор-Он предлагает программу по утилизации аппаратов. Сведений о цене пока нет.

Источник: AllNetDevices

Bluetooth – успех, провал или еще рано?

Компания Conexant объявила о замораживании финансирования всех разработок в области Bluetooth и о временном прекращении продаж всех Bluetooth-продуктов. Причина тривиальна – слабый спрос. Ещё в прошлом году компания запустила в производство ряд контроллеров, но прибыли от их продажи так и не дождалась. Общих стандартов нет, приложений, реально доказывающих полезность Bluetooth, – тоже нет, а конкурирующий Wi-Fi развивается очень быстрыми темпами. Поневоле станешь разделять мнение тех, кто считает, что Bluetooth уже потерял возможность закрепиться на массовом рынке.

С другой стороны, все же у Wi-Fi и Bluetooth разные рыночные ниши. Первый является стандартом для беспроводных сетей, объединяющих ПК, второй нужен скорее для связи бытового и околокомпьютерного оборудования. Подождем.

По материалам РОЛ

3G: Orange просит отсрочки

Прогнозы о преждевременности внедрения мобильных сетей третьего поколения (3G) в Европе продолжают сбываться. В Швеции, которая намеревалась стать одной из первых в Европе стран с максимальным покрытием сетями 3G, сейчас имеют 3G-лицензии четыре оператора – Vodafone, Orange, Tele2 и Hi3G Access. Один из крупнейших – компания Orange, подразделение France Telecom, – запросил от шведского телекоммуникационного комитета трехлетнюю отсрочку ввода своей сети нового поколения, т.е. до 31 декабря 2006 года. Будет сокращен и охват сети Orange до 8,3 млн. абонентов вместо планировавшихся 8,86 млн.

Основная проблема – слишком высокие платежи за получение лицензий и слишком долгий срок возвращения немалых инвестиций в развитие 3G-сетей. Причем, в отличие от ряда других европейских стран, Швеция взимала за 3G-лицензии лишь номинальную плату, надеясь таким образом обеспечить к концу 2003 года 99,98%-ное покрытие страны сетями 3G. Увы, Orange имеет интересы не только в Швеции, и ранее уже объявила о планах пересмотра режима финансирования немецкого предприятия MobilCom.

Впрочем, Orange – пока единственный шведский оператор 3G, сделавший запрос с предложением задержки сроков ввода своей сети. Остаются еще Tele2 – совместное предприятие NetCom и Telia, Hi3G Access – СП гонконгской Hutchison Whampoa и шведской Investor из холдинга Wallenberg, а также Vodafone. Справятся ли они со своими планами или также пойдут на попятный – пока не ясно.

В целом же, отказы и задержки ввода в строй сетей 3G в Европе понемногу начинают становиться массовыми. Достаточно вспомнить недавнее явление испанской Telefonica и постоянно высказываемые в печати сомнения в своевременном вводе в строй сетей 3G от многих других операторов, чтобы понять, что такие новости могут оказаться лишь первыми в серии подобных.

Источник: XBT.com

Радар – из сотового телефона

Обычный путь конверсии – применение военных технологий в гражданской области. Однако специалисты компании Roke Manor Research – дочернего предприятия корпорации Siemens – продемонстрировали применение такой уже давно сугубо мирной системы, как сеть сотовой связи, для военных целей. Поскольку плотность базовых станций сотовой связи стандарта GSM чрезвычайно высока, а дальность распространения их сигналов достигает десятков километров, компания предложила радарную систему, где базовые станции являются источником сигнала, а пассивные приемники наземного или воздушного базирования работают как пассивные радары. Принцип тот же, что и в обычных радарных системах: приемник сопоставляет прямой и отраженный сигналы. Но в данном случае источником прямого сигнала выступают передатчики базовых станций. "Базовые станции покрывают почти все побережье Британии, – заявил менеджер проекта Питер Ллойд, – поэтому селлдары (Cellradar – от cell phone radar) могут обнаружить шлюпку или перископ подводной лодки. В то же время стоимость систем на основе селлдаров значительно ниже обычных военных радаров".

Компания Roke Manor продемонстрировала свою технологию, применив две обычных директорных антенны, два сотовых телефона в качестве приемника и персональный компьютер с 200-кГц АЦП для обработки сигналов и отображения радиолокационной обстановки. Стоимость такой системы составила лишь 3076 долл., но она была в состоянии обнаруживать транспортные средства и людей в радиусе нескольких сот метров. Дальнейшим развитием технологии должно стать применение фазированных антенных решеток (ФАР). В кооперации с компанией BAE Systems и используя наработки головной фирмы – Siemens, одного из ведущих производителей сотовых телефонов, руководство Roke Manor надеется продемонстрировать многорежимный селлдар ФАР через два года. По словам Ллойда, в проекте примут участие МО и авиационные специалисты. Компании Roke Manor и BAE Systems уже имели опыт успешного сотрудничества при разработке многофункционального радара, выбранного для системы управления огнем эсминцев класса Type 45, состоящих на вооружении британской армии.

Источник: Electronic News

Microprocessor Forum 2003 – не пропустите!

Очередной Microprocessor Forum, который начнется 15 октября, обещает быть весьма интересным.

Гленн Генри, главный инженер Centaur (подразделение VIA), представит процессор Nehemiah x86 с частотами 1,2 ГГц и выше. Фред Вебер из AMD собирается поведать о работе процессоров Hammer Opteron в многопроцессорной среде и продемонстрировать масштабируемый сервер "с учетом аспекта согласованности работы памяти".

О проблемах разработки процессоров с миллиардами транзисторов расскажет представитель Intel Джон Кроуфорд. Роберт Янг из этой же компании доложит о перспективах семейств процессоров Itanium и Xeon.

Фирма IBM поведает о технических деталях нового 64-разрядного процессора семейства PowerPC, основанного на архитектуре известного процессора Power4.

Компания Fujitsu представит процессор Sparc 64 V, который будет оснащен 2 Мбайт кэша второго уровня. Фирма Broadcom расскажет о своей четырехпроцессорной системе на чипе BCM 1400. Компания ARM продемонстрирует процессоры ARM113J-S и ARM1136JF-S с тактовой частотой свыше 400 МГц, содержащие восьмикаскадный конвейер, новую подсистему памяти, векторный сопроцессор для операций с плавающей запятой и 64-разрядный четырехканальный интерфейс шины AMBA AHB-lite.

Motorola представит суперскалярную версию 5 ядра ColdFire, оснащенного конвейером выборки для передачи данных двойным пятикаскадным конвейером выполнения. Недавно созданная фирма MemoryLogic собирается продемонстрировать новое встроенное x86-ядро.

В программе – доклады NEC о динамическом реконфигурируемой архитектуре микропроцессора (масштабируемом ядре для SoC), компании Micron Technology об устройствах с активной памятью для систем с массовым параллелизмом и многое другое.

Источник: www.mdronline.com

Система фейс-контроля с треском провалилась

В аэропорту Бостона недавно завершились испытания системы фейс-контроля компании Visionics (сейчас она называется Identix). Результат оказался именно таким, как и предсказывали специалисты: система с треском провалилась. Не смогли должным образом откалибровать оборудование: при установке самого чувствительного уровня защиты система признавала террористами всех подряд, а при более низком уровне обмануть систему Identix можно было, просто повернув немного голову или надев очки.

Тем не менее, исполнительный директор компании Identix Джозеф Атик (Joseph Atick) настаивает на том, что его система вполне способна защитить законопослушных граждан от террористов. Он полагает, что если система заставляет оператора раз в 20 минут взглянуть на экран, то машина оправдывает свое существование, пусть это будет даже ложная тревога.

Справедливости ради следует отметить, что другие системы аналогичного назначения (например, производства компании Viisage) оказались ничуть не лучше. Они ошибаются точно так же. Так что с распознаванием образов в системах фейс-контроля существуют большие проблемы. А деньги на их установку выделяются немалые.

Источник РОЛ

Сбой системы регистрации граждан в Японии

Первая общенациональная система электронной регистрации в Японии всего через два дня после начала ее использования дала первый сбой, подтвердив опасения по поводу ненадежности сохранения частной информации о гражданах. Информация о 2854 жителях была послана совсем другим пользователям – не тем, что ее запрашивали. Жители 741 дома в пригороде Осаки получили по почте письма с указанием их персональных данных и с идентификационными номерами. Однако в тех же письмах по ошибке были вложены идентификационные номера, сведения о поле и датах рождения других людей (самих имен, правда, не было). Власти пообещали исправить дефект новой системы и призвали жителей отнестись с пониманием к нововведению.

В Японии много противников введения электронной регистрации. Пять муниципальных округов отказались вводить у себя новую систему, а в Иокогаме с населением 3,4 млн. человек регистрация будет проходить на добровольной основе.

Источник CNews.ru

ADSL-устройства уже не нуждаются в сплиттере

Компания CNet Technology сообщила о начале поставок в Россию и страны СНГ двух новых ADSL-устройств – внутреннего полнофункционального модема CNAD-800IF и маршрутизатора CNAD-800NF. Они не нуждаются в дорогих фильтрах (сплиттерах) и обеспечивают передачу данных в режиме on-line одновременно с телефонными разговорами. К достоинствам новых устройств относятся простота установки и настройки, низкое энергопотребление и невысокая цена.

CNAD800-IF – это ADSL-плата, устанавливаемая непосредственно в разъем PCI компьютера. Она обеспечивает скорость передачи данных к абоненту до 8 Мбит/с, а от пользователя – до 640 Кбит/с. CNAD800-NF представляет собой ADSL-маршрутизатор с одним коммутируемым портом. Устройство позволяет осуществить высокоскоростное ADSL-соединение для всех клиентов ЛВС. Подключиться к ЛВС можно либо через стандартный USB-порт, либо через порт 10/100BASE-TX. Полное соответствие ADSL-стандартам обеспечивает частотную совместимость со всем высокоскоростным оборудованием для передачи данных и голоса.

Источник CNews.ru

Детские часы с GPS

Формат наручных часов все больше притягивает разработчиков электроники: вслед за flash-плеерами, КПК и даже медицинскими анализаторами появились часы, оснащенные GPS-приемником и сотовой связью. Сконструировавшая их американская компания Wherify Wireless (www.wherifywireless.com/prod_watches.htm) ориентировалась на родителей, желающих всегда знать, где находятся их дети. Через сайт компании или сотового оператора они могут получить не только точные координаты, но и определить ближайший к их ребенку уличный адрес. Другая важная функция безопасности – возможность вызова с часов службы экстренной помощи 911. Для этого требуется одновременно удерживать две специальные кнопки в течение трех секунд. Сигнал сначала поступает к операторам компании, а они уже передают информацию в местную службу 911 или напрямую в полицию.

Устройство, названное GPS Personal Locator for Children, кроме собственно GPS-приемника (через него также постоянно синхронизируется время), оснащено модулем сотовой связи стандарта CDMA 1900, который используется для обратной связи и как пейджер, причем в памяти можно хранить до 10 сообщений.

Корпус часов водонепроницаем, а ремешок имеет электронный замок, который можно фиксировать дистанционно, а при несанкционированной попытке его снять часы посылают сигнал тревоги. Заряда аккумуляторной батареи хватает на работу в течение 60 часов. Чтобы часы подходили к руке любой толщины, под дно корпуса крепятся мягкие вставки.

Цена – 399,99 долл. плюс 35 долл. за подключение и от 25 до 50 долл. ежемесячной абонентской платы. В дальнейших планах компании – разработка аналогичных систем для контроля за машинами, грузами и домашними животными.

Источник РОЛ