Борис Дрило

Борис Дрило
Эрикссон Никола Тесла, а.о., Загреб, Хорватия
Ericsson Nikola Tesla, d.d., Zagreb, Croatia

Технология увеличенной скорости передачи данных для глобальной эволюции

Ключевые слова:
ITU/IMT 2000
Международное объединение по телекоммуникациям / Международные мобильные телекоммуникации 2000
EDGE, Технология увеличенной скорости передачи данных для глобальной эволюции
UMTS - Универсальная система мобильных связей
GERAN – GSM/EDGE Сеть радио доступа; 8-PSK – Фазовая модуляция

Key Words:
ITU/IMT 2000
International Telecommunication Union/ International Mobile Telecommunications 2000
EDGE, Enhanced Data Rate for Global Evolution
UMTS, Universal Mobile Telecommunication Systems
GERAN, GSM/EDGE Radio Access Network
8-PSK, 8 Phase Shift Keying

Резюме
ETSI/3GPP R99 охватывает первую группу стандартов мобильных систем, которые соответствуют техническим требованиям, заданным в проекте ITU/IMT-2000. Эти стандарты одновременно определяют и две самые важные мобильные системы следующей генерации – Универсальную систему мобильных связей (UMTS - *Universal Mobile Telecommunications Systems*) и технологию Увеличенной скорости передачи данных для глобальной эволюции (EDGE - *Enhanced Data Rate for Global Evolution*). И если применение системы UMTS требует использования совершенно нового частотного спектра, EDGE обеспечивает естественную эволюцию в полосах частот 450, 700, 850, 900, 1800 и 1900 МГц, имеющихся в нашем распоряжении в настоящее время. Самые важные особенности технологии EDGE проистекают из применения спектрально более эффективной техники модуляции и оптимизации набора протоколов радио интерфейса. Использование модуляции 8-PSK позволяет осуществление скорости передачи данных до 473,6 кбит/сек по одному пользователю, а дальнейшее развитие стека протоколов гарантирует более надежную и более быструю коммуникацию в склонном изменениям радио окружении. В статье предлагается обзор самых важных составных частей технологии EDGE, сравнение с существующей технологией GPRS и возможные направления будущего развития.

ENHANCED DATA RATE FOR GLOBAL EVOLUTION

Summary
ETSI/3GPP R99 incorporates the first group of standards for mobile systems that are in line with the technical requirements set within the ITU/IMT-2000 project. At the same time these standards define two most important next generation mobile systems - Universal Mobile Telecommunications Systems (UMTS) and Enhanced Data Rate for Global Evolution (EDGE). While the application of UMTS requires the use of completely new frequency spectrum, EDGE enables logical evolution within the existing frequency spectrum of 450,

700, 850, 900, 1800 and 1900 MHz. The most important characteristics of the EDGE technology stem from the application of a spectrally more efficient modulation technique and the optimization of the protocol stack of the radio interface. The use of 8-PSK modulation enables data transfer speeds of up to 473.6 kbit/s per single user, while the improvements of the protocol stack guarantee a more reliable and faster communication in the changeable radio environment. The paper also includes the survey of the most important elements of the EDGE technology and the comparison with the current GPRS systems, as well as possible directions of the future development.

1. Введение

Стандартизация технологии увеличенной скорости передачи данных для глобальной эволюции (EDGE - *Enhanced Data Rates for Global Evolution*) началась в рамках Европейского института по стандартам телекоммуникаций / Особая группа мобильной связи 2 (ETSI/SMG2 - *European Telecommunication Standard Institute/ Special Mobile Group2*) в 1997 году и связана с началом работ на исследовании осуществимости, которую предложили два ведущих в мире производителя мобильных систем - Nokia и Ericsson. Их целью было исследование возможности увеличения скорости передачи данных в рамках Глобальной системы мобильных связей - GSM (*Global System for Mobile Commmunication*) с помощью введения передовой техники модуляции.

Вначале в центре внимания была техника Квадратурной амплитудной модуляции (QAM - *Quadrature Amplitude Modulation*), которая позднее была отброшена из-за сложного способа технического выполнения приемопередатчика. Приемопередатчики должны были бы основываться на линеарных усилителях мощности, а QAM имеет довольно негативное соотношение между пиковым и средним значением, более 4 дБ. В конце концов, выбрана фазовая модуляция 8-PSK (*Phase Shift Keying*), из-за более низкого соотношения между пиковым и средним значением, а также потому, что эта же модуляция уже была выбрана в рамках Американского стандарта для мобильных телефонов DAMPS (*Digital American Mobile Phone Standard*).

Исследование осуществимости закончено в конце 1998 года разделением стандартизации EDGE на три основных области:

- Стандартизация первых двух уровней протоколов радио интерфейса
- Стандартизация подсистем опорной части сети
- Стандартизация подсистемы радио части сети.

В принципе EDGE подразумевает две составляющие, одна из них направлена на коммутацию каналов (ECDS - *Enhanced Circuit Switch Data*), а другая на коммутацию пакетов (EGPRS - *Enhanced General Packet Radio Service*).

Стандартизация первых двух уровней протоколов радио интерфейса, в основном, охватила спецификацию модуляционной техники и техники канального кодирования.

Стандартизация систем опорной части сети определила последствия введения EDGE на регистр местоположения опорных абонентов (HLR - *Home Location Register*), узел коммутации мобильных связей (MSC - *Mobile Switching Center*), обслуживающий узел поддержки в GPRS (SGSN - *Serving GPRS Support Node*), межсетевой центр коммутации мобильных связей (GMSC - *Gateway Mobile Switching Center*) и сопрягающий узел поддержки в GPRS (GGSN - *Gateway GPRS Support Node*). Стандартизация системы радио части сети направлена на реализацию EDGE функциональных возможностей внутри базовой приемопередающей станции (BTS - *Base Transceiver Station*) и на модуль управления базовыми станциями (BSC - *Base Station Controller*). С самого начала развития перед технологией EDGE были поставлены очень жесткие требования, связанные с ее полной совместимостью с уже существующей технологией GSM.

Так, например, определено что EDGE и не-EDGE терминалы должны быть в состоянии использовать один и тот же временной интервал, а также что EDGE и не-EDGE приемопередатчики должны быть в состоянии использовать один и тот же частотный спектр. Чтобы как-то облегчить развитие терминалов/телефонов и их изготовление, в стандарте определена опция, по которой поддержка для фазовой модуляции 8-PSK обязательна только в нисходящих соединениях (в направлении абонента).

Первая фаза стандартизации EDGE закончилась изданием стандарта ETSI/3GPP R99, а вторая фаза стандартизации начата в рамках Проекта 3GPP летом 2002 года. Главной целью второй фазы является согласование EDGE с UMTS для обеспечения одинакового качества услуг, основанных на мультимедийном Интернет Протоколе - IP (*Internet Protocol*). В этой статье рассматривается технология Усовершенствованных общих услуг пакетной передачи радиосвязью (EGPRS - *Enhanced General Packet Radio Service*), примененная в EDGE согласно стандарту ETSI/3GPP R99.

2. Обзор системы EGPRS

Система EGPRS не новая система, это усовершенствованная система GPRS. Принимая во внимание ранее известную архитектуру GPRS, для введения EGPRS требуется ввести изменения, в виде дополнений, в радио части сети, а опорная сеть сохраняет свою прежнюю структуру (Рис. 1.).

Введение GPRS гораздо значительнее повлияло на опорную часть мобильной сети, чем введение EGPRS .

При введении GPRS мобильные сети получили два новых логических узла: узел SGSN и узел GGSN, а узел BSC дополнен модулем управления пакетами PCU (*Packet Control Unit*). Система EGPRS для своей работы использует все существующие элементы опорной сети, в то же время радио сеть требует применения новых приемопередатчи-

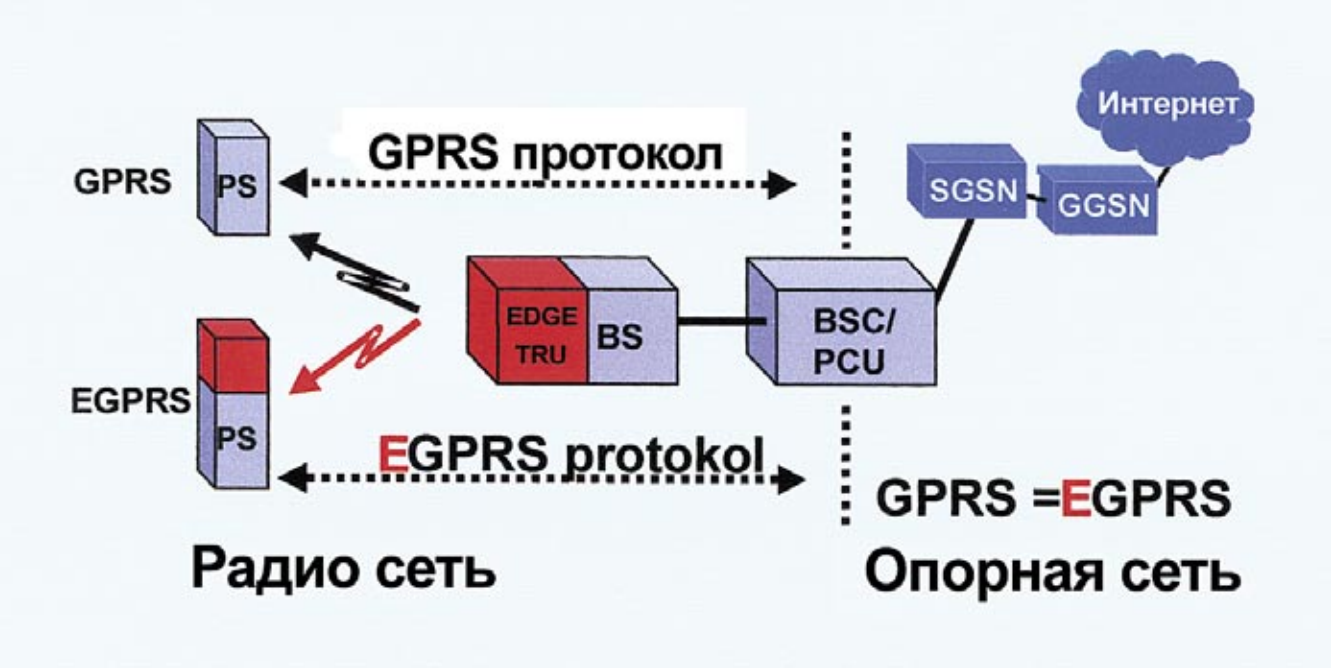


Рис 1. Архитектура системы EGPRS

ков в базовых станциях (BS – *Base Station*) и мобильных телефонах (MS). Невозможно избежать использования новых приемопередатчиков, так как система EGPRS на физическом уровне радио интерфейса вводит спектрально более эффективную технику фазовой модуляции 8-PSK. Таким способом один физический канал (временной интервал) может обслуживать несколько пользователей услуг передачи данных, освобождая дополнительную емкость нагрузки для речевых услуг в радио сети. С другой стороны, пользователям обеспечивается возможность осуществления больших скоростей передачи данных по одному физическому каналу.

Основные параметры технологии EGPRS и их сравнение с параметрами GPRS представлены в Таб. 1. Как видим, скорость символов для обеих технологий одинаковая, а главное отличие между ними заключается в модуляционной скорости передачи. Она обычно в EGPRS в три раза больше модуляционной скорости передачи в системе GPRS. Здесь важно подчеркнуть, что в отдельных случаях EGPRS использует ту же самую модуляционную технику, что и GPRS, но тогда ранее сказанное не действительно. Однако об этом еще будет речи в продолжение статьи. Кроме того, важно подчеркнуть, что скорости радио передачи отличаются от скоростей передачи, которыми располагают оконечные пользователи. Скорости радио передачи включают передачу данных, содержащих определенный уровень избыточности вследствие заголовков, добавляемых на отдельных уровнях протоколов коммуникаций. Скорости передачи пользователя определены только битами информации, важными для работы приложения.

В случае EGPRS очень часто упоминаются и скорости передачи 384 кбит/сек. Указанную скорость Международ-

	GPRS	EGPRS
Модуляция	GMSK	8-PSK/GMSK
Скорость символов	270 ксим/сек	270 ксим/сек
Модуляционная скорость передачи	270 кбит/сек	810 кбит/сек
Скорость радио передачи	22,8 кбит/сек	69,2 кбит/сек
Самая большая скорость передачи по временному интервалу	20 кбит/сек	59,2 кбит/сек
Самая большая скорость передачи 8-ми временных интервалов	160 кбит/сек	473,6 кбит/сек

Таблица 1. Сравнение технологий GPRS и EGPRS

ная организация по стандартам телекоммуникаций ITU (*International Telecommunication Union*) определила, как нижнюю граничную скорость передачи данных, которую каждая отдельная система должна быть в состоянии обеспечить в т.н. пешеходном (pedestrian) окружении, чтобы могла войти в группу стандартов IMT 2000.

Если скорость 384 кбит/сек реализуется с восемью временными интервалами, тогда скорость одного временного интервала равна 48 кбит/сек. Данные из таблицы 1 говорят, что EGPRS, наряду с технологиями WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) и CDMA (*Code Division Multiple Access*) 2000, равноправно принадлежат группе стандартов IMT 2000

3. Специфика технологии EGPRS

Введение системы EGPRS влияет на некоторые уровни протоколов GPRS, затемненные на Рис. 3. Кроме физического протокола (GSM RF – *GSM Radio Frequency*), который испытывает самые большие изменения, введение EGPRS во многом влияет и на соседний протокол управления доступом к передающей среде (RLC/MAC – *Radio Link Control/Medium Access Control*). В то же время протокол BSSGP (*Base Station System GPRS Protocol*) испытывает меньшие перемены, а остальные протоколы из набора (стек) протоколов остаются совсем нетронутыми.

Что касается функций в отношение на GPRS, система EGPRS вносит самые большие изменения в следующие три области:

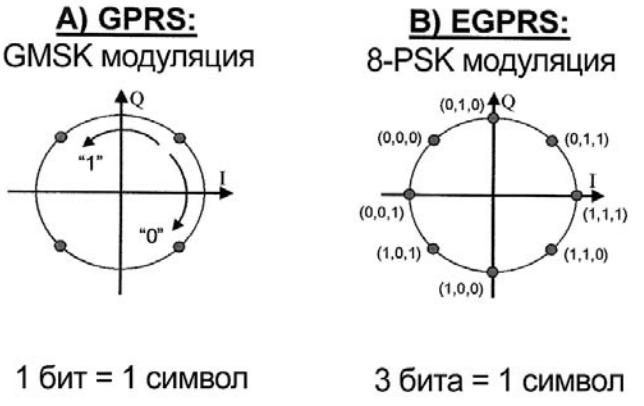
- Модуляция и канальное кодирование
- Процесс передачи данных
- Надзор качества радио связи.

Выше перечисленные три области, каждая в отдельности, будут рассматриваться в продолжение статьи.

3.1. Модуляция и канальное кодирование

Модуляция системы GPRS, подобно GSM, основывается на технике Гауссовой манипуляции с минимальным частотным сдвигом - GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*), которая является подгруппой фазовой модуляции. GMSK модуляцию можно представить т.н. диаграммой I/Q, которая показывает действительную (I) и задуманную (Q) составляющую передаваемого сигнала. Передача бита, который представляет логическую цифру «0» или логическую цифру «1», выполняется изменением фазы переданного

Рис 3. Модуляция GMSK и 8-PSK в плоскости I/Q



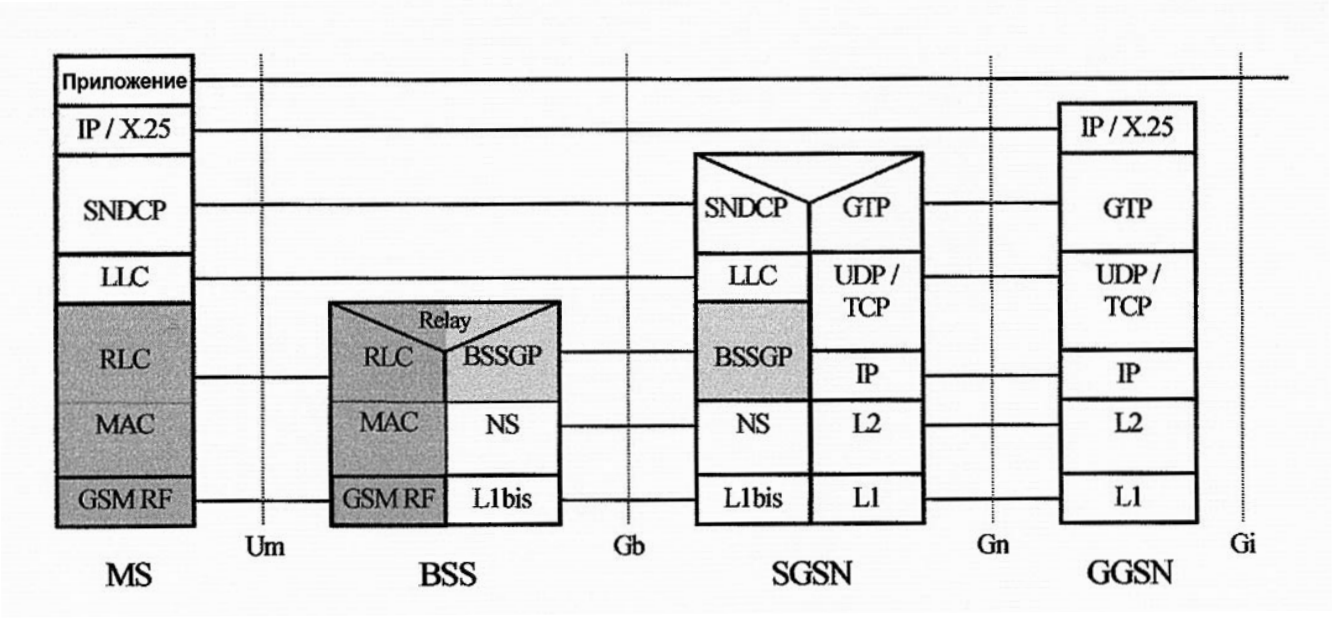


Рис 2. Стек протоколов (E)GPRS

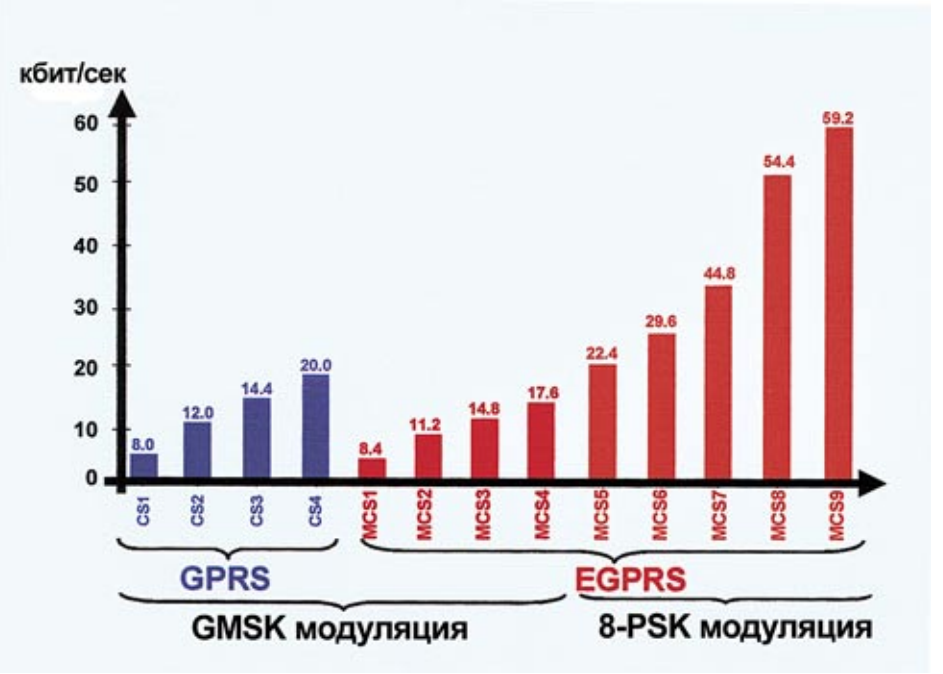


Рис 4. Скорости передачи для отдельных кодовых схем в GPRS и EGPRS

сигнала за $\pm\pi/2$. Каждый символ, который при этом будет передан, представляет один бит (Рис. 4.), при чем каждый сдвиг фазы представляется разными символами.

Фазовая модуляция 8-PSK это линеарная модуляция, которая одному символу в плоскости I/Q присоединяет три различных бита (Рис. 4.). Самой важной ее особенностью является способность использования той же самой структуры физического канала ширины 200 КГц, как и при модуляции GMSK. Кроме того, модуляция 8-PSK обладает теми же самыми свойствами, что и GMSK, в отношении создания интерференции на соседних каналах, что открывает возможность полной интеграции EGPRS в рамках существующих радиочастотных планов.

Однако применение модуляции 8-PSK вносит и определенные потенциальные недостатки. Так, например, расстояние между отдельными символами в плоскости I/Q меньше, чем при GMSK модуляции. Из этого следует, что радиоприемник в таком случае тяжелее может точно определить, какой символ принят в определенный момент. Когда условия радио приема хорошие, это не особенно важно, но если радио условия ухудшатся, это может повлиять на качество передачи. Для предотвращения такой ситуации, первоначальным битам добавляются т.н. защитные биты, которые обеспечивают возможность коррекции неисправно переданных битов. Эта процедура называется канальным кодированием.

В рамках стандарта GPRS определены четыре схемы канального кодирования (CS 1-4 - *Coding Schemes* 1-4), при чем каждая из них содержит определенное число защитных битов для оптимального приспособления условиям радио передачи. Система EGPRS определяет девять т.н. модуляционных и кодовых схем (MCS 1-9- *Modulation and Coding Schemes* 1-9). MCS 1-4 используют GMSK модуляцию, а MCS 5-9 используют 8-PSK модуляцию. На Рис. 5. представлены скорости передачи по одному временному интервалу для различных кодовых схем для GPRS и EGPRS по радиосвязи, без заголовка протокола RLC/MAC. И если GPRS испытывает насыщение на скоростях передачи в 20 кбит/сек по одному временному интервалу, без возможности увеличения скорости передачи в благоприятных радио условиях, EGPRS позволяет лучшее использование более благоприятных радио условий, постепенно увеличивая скорость передачи до максимальной величины равной 59.2 кбит/сек (Рис. 5.).

Также интересно заметить, что GPRS и EGPRS в одинаковых радио условиях и с применением одинаковой модуляции GMSK дают различные скорости передачи. Причина заключается в различной величине заголовков пакетов EGPRS и GPRS, а также в более передовом процессе передачи данных, выполняемом в рамках EGPRS.

3.2. Процесс передачи данных

Целый процесс передачи данных в EGPRS, также как и в GPRS, чрезвычайно сложный. Поэтому в этой части в основном рассматриваются только самые важные преимущества EGPRS над GPRS, объединенные в следующих четырех группах особенностей:

- Повторная передача данных (*retransmission*) с измененной кодовой схемой
- Величина адресного пространства фрейма RLC/MAC
- Точность оценки условий радио передачи
- Выполнение механизма чередования (*interleaving*).

Чтобы IP пакет был передан мобильному телефону

пользователя, пакет из внешней сети посредством узла GGSN поступает в узел SGSN. Узел SGSN делит IP пакет на меньшие единицы данных, названные LLC PDU (*Logical Link Control Packet Data Units*), при чем им добавляются особые заголовки. Модуль PCU в узле BSC принимает единицы LLC PDU, а затем их делит на еще меньшие единицы данных, т.н. радио блоки. Радио блокам также добавляются особые заголовки на уровне RLC/MAC. Затем каждый радио блок делится на четыре информационных пакета (bursts) и посылается через радио интерфейс посредством уже ранее известной структуры GSM TDMA (*Time Division Multiple Access*).

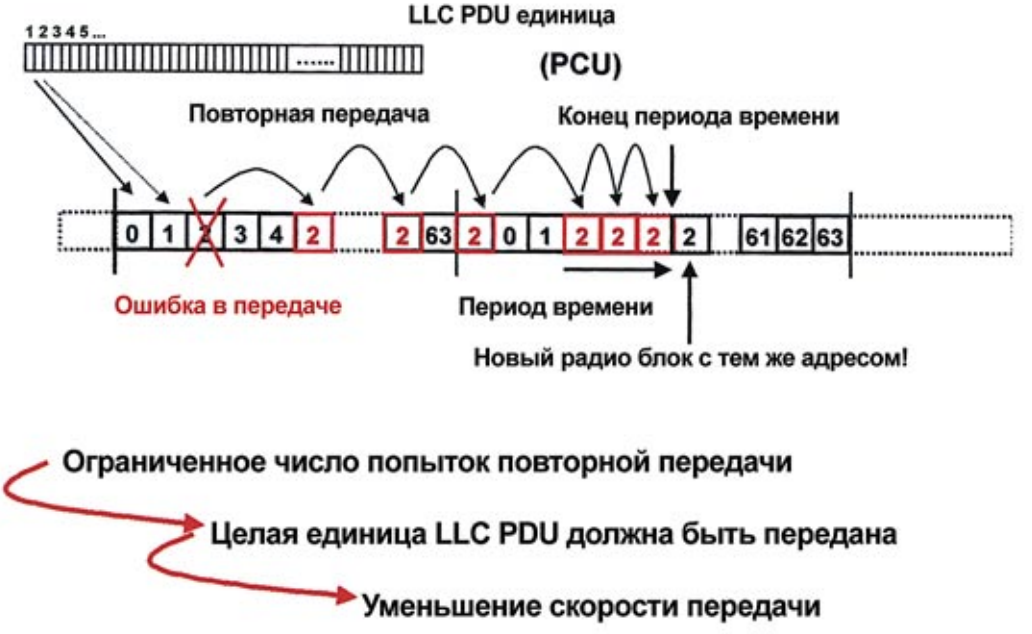
Для передачи одного радио блока требуется 20 мсек. Это относится на все кодовые схемы в GPRS, а также и на большинство схем в EGPRS. Однако высшие схемы MCS 7-9 системы EGPRS в состоянии передать два радио блока за тех же 20 мсек.

В радио сетях с ограниченным числом частот или с плохо выполненным частотным планированием часто появляется проблема интерференции одноименных каналов. Интерференция одноименных каналов это помехи, обусловленные работой одного или нескольких приемопередатчиков на одной и той же частоте, с чем связано их взаимовлияние. В таких условиях может случиться, что один или больше радио блоков не будут переданы исправно. Поэтому потребуется их повторная передача (retransmission). В EGPRS в отличие от GPRS возможно выполнить повторную передачу с кодовой схемой, отличающейся от принятой в предыдущей попытке передачи. Обычно применяется более устойчивая кодовая схема, т.е. кодовая схема с большим числом защитных битов. Таким образом, значительно увеличивается вероятность успешной передачи радио блока. В противном случае (например, в GPRS), если бы повторная передача была выполнена с той же самой кодовой схемой, а радио условия не изменились, она бы закончилась неуспешно.

Передатчик каждому заголовку радио блока до начала передачи присоединяет адресный номер. В стандарте GPRS адресные номера могут принимать значения от 1 до 64, а затем адресные номера повторяются с начала. После передачи последовательности, например, 10 радио блоков приемнику, передатчик запрашивает приемник об исправности переданных блоков. Приемник с помощью сообщения ACK/NACK информирует передатчик, используя адресные номера блоков, какие блоки приняты исправно, а какие нет. Если нужно, будет потребована повторная передача неисправно принятых блоков.

В стандарте EGPRS определено гораздо большее адресное пространство - от 1 до 1024. Преимущество большего адресного пространства представлено на Рис. 6. Предположим, что радио блок с адресом 2 в первой попытке передачи передан неисправно, т.е. потребуется его повторная передача. Если и при повторной передаче случится ошибка, сеть попытается выполнить целый ряд повторных передач до тех пор, пока не дойдет очередь передачи нового радио блока с тем же самым адресным номером, но из новой единицы LLC PDU. Когда это случится, сеть разрешит определенное число дополнительных попыток повторной передачи в заданном периоде времени. Если и после истечения этого периода времени радио блок не будет исправ-

Рис 5. Недостатки ограничения адресного пространства протокола GPRS



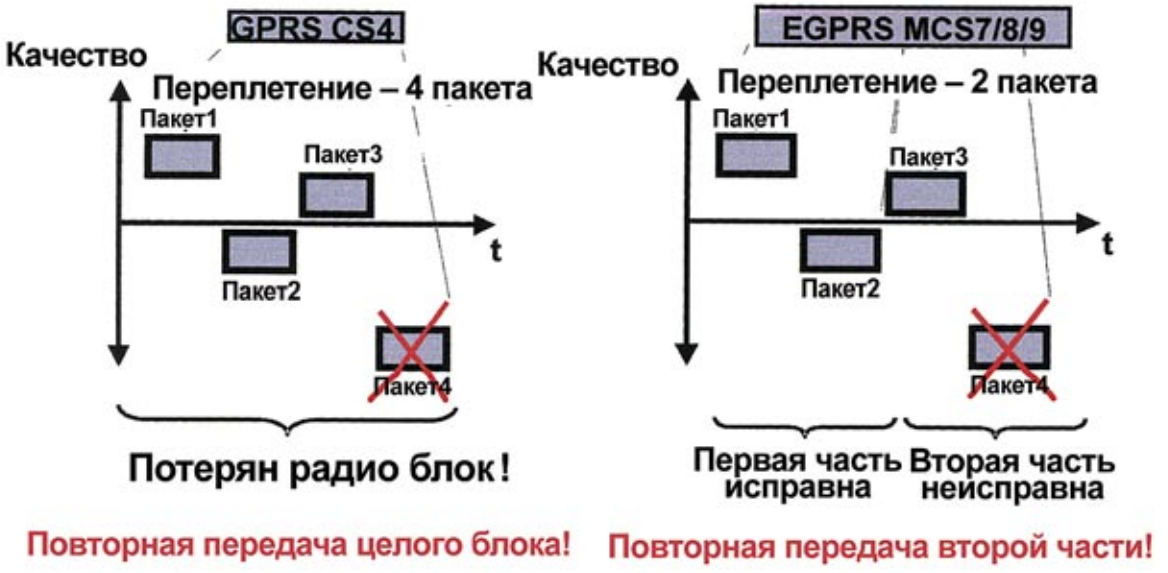


Рис 6. Сравнение процессов переплетения в GPRS и EGPRS

но передан, может случиться, что потребуется повторная передача целой единицы LLC PDU. Другими словами, все, до того момента, исправно переданные радио блоки, принадлежащие той же самой единице LLC PDU, считаются недействительными, и все они будут переданы еще раз. Всем, конечно, ясно, что повторная передача целой последовательности уже исправно переданных радио блоков ведет к неэффективности использования канала коммуникации, а значит снижению скорости передачи данных. Увеличение адресного пространства снижает вероятность надобности повторной передачи целой единицы LLC PDU и снижения самой скорости передачи.

В части 3.1 уже было упомянуто, что в рамках GPRS и EGPRS возможно осуществить различные скорости передачи, в зависимости от качества радио связи. А именно, в зависимости от качества радио связи может быть выбрана кодовая схема с большей или меньшей избыточностью защитных битов и таким образом осуществлена меньшая или большая скорость передачи полезных данных. Сама сеть может выбрать определенные кодовые схемы в реальном времени, используя процедуру, которая называется адаптация или приспособление связи (link adaptation). Успешность адаптации связи зависит от успешности выбора кодовой схемы, т.е. от точности оценки радио условий. В GPRS выбор кодовой схемы основывается на измерениях, перенятых из системы GSM, и связанных с такими параметрами, как мощность несущей (*Carrier Strength*) или частота ошибок по битам (BER - *Bit Error Rate*). Такой способ измерений пригодный для речевых связей, но не для передачи данных, где требуется располагать гораздо более точным и более быстрым просмотром состояния радио связи.

Мобильный GPRS телефон, например, измеряет интерференцию во время передачи свободных пакетов (*idle bursts*). Этим способом в течение 240 мсек можно выполнить максимально два измерения, а это не достаточно для правильного вывода о состоянии радио связи. Система EGPRS обеспечивает возможность гораздо более частых измерений, проводимых при передаче каждого пакета. При чем сообщение о качестве радио связи состоит из двух самых важных параметров: средней вероятности ошибок по битам блока RLC (*Mean Bit Error Probability of an RLC block*) и коэффициента изменения вероятности ошибок по битам блока RLC (*Coefficient Variation of the Bit Error Probability of an RLC Block*). Значение первого параметра в непосредственной зависимости от соотношения между сигналом и интерференцией, от расширения временной составляющей сигнала и скорости передвижения мобильного телефона. Значение второго параметра, коэффициента изменяемости вероятности ошибок по битам для нескольких пакетов обеспечивает дополнительную информацию о скорости передвижения мобильного телефона и технике скачкообразной перестройки частоты (*frequency hopping*).

Чередование (*interleaving*) является следующей областью, в которую EGPRS вносит улучшения по сравнению со стандартом GPRS. Основной и ведущей идеей было увеличить эффективность работы наименее защищенных кодовых схем в условиях перескока частоты. При скачкообразной перестройке частоты радио условия меняются для каждого отдельного переданного пакета. В GPRS один радио блок переплетается и передается четырьмя пакетами. Если один из пакетов передан неисправно, потребует-

ся повторная передача целого радио блока (Рис. 7.). Так как кодовая схема CS 4 в стандарте GPRS почти не использует никакое защитное кодирование, есть очень большая вероятность неисправной передачи хотя бы одного пакета.

В стандарте EGPRS высшие кодовые схемы MCS 7-9 передают два радио блока четырьмя пакетами. Т.е. проводится переплетение только двух пакетов, что значит, вероятность повторной передачи в случае неисправной передачи пакета уменьшается в два раза. Таким образом, и наименее защищенные кодовые схемы могут найти свое применение в технике скачкообразной перестройки частоты.

3.3. Надзор качества соединения

Улучшения, перечисленные в части 3.2, во многом влияют и на развитие функции надзора качества связи. Однако для адаптации на моментальные радио условия, кроме приспосабливания связи, EGPRS использует и дополнительный, более передовой метод, названный «увеличенная избыточность» (incremental redundancy). Стандарт EGPRS также позволяет использование адаптации связи в комбинации с увеличенной избыточностью, благодаря чему надзор качества связи проводится значительно более эффективным способом.

Адаптация связи, как основу для своего функционирования, использует информацию о качестве радио окружения. Упомянутые ранее измерения может выполнить мобильный телефон в нисходящем соединении, или сеть в случае восходящего соединения. На основании этой информации выбирается самая подходящая кодовая схема, с которой будет передана следующая группа радио блоков. В случае восходящего соединения, сеть сообщает мобильному телефону, какую кодовую схему нужно использовать при передаче данных. Схему MCS можно переменить для каждого радио блока, но на практике схема меняется после принятия нового сообщения о качестве радио связи.

С другой стороны, увеличенная избыточность не основывается на результатах измерений качества радио связи. Из этого происходит, что сеть в своей работе не выбирает соответствующую кодовую схему, а данные посылает, используя постоянно одну и ту же кодовую схему, обычно схему с самой малой избыточностью (например, MCS 9).

В случае неблагоприятных условий радио передачи, способ работы в целом основывается на многократных повторных передачах, при чем приемник, с помощью т.н. soft-combining метода, может составить радио блок на основании его правильно принятых частей, полученных из отдельных повторных передач. Повторная передача радио блока повторяется так долго, пока не будет успешно декодирован целый радио блок. Стандарт EGPRS обязывает поддержку техники увеличенной избыточности мобильными телефонами.

Если сравнить качество передачи с применением процедуры адаптации связи или увеличенной избыточности, согласно Рис. 8, увеличенная избыточность осуществляет значительное преимущество при любых условиях ра-

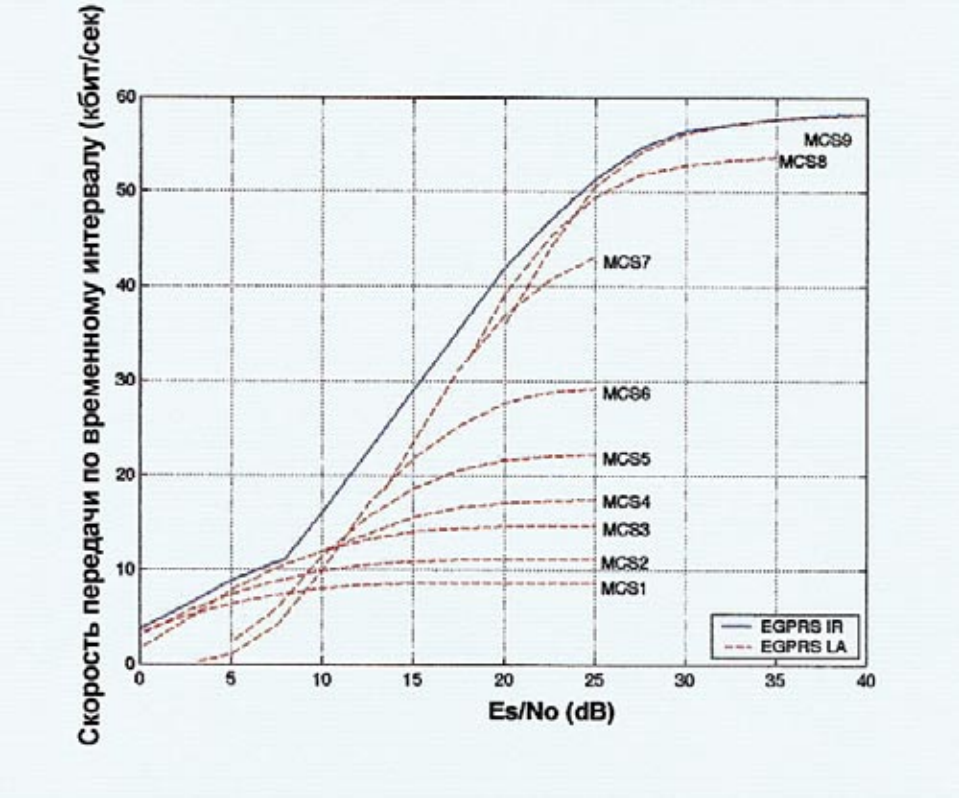


Рис. 7. Сравнение адаптации связи (LA) и увеличенной избыточности (IR)

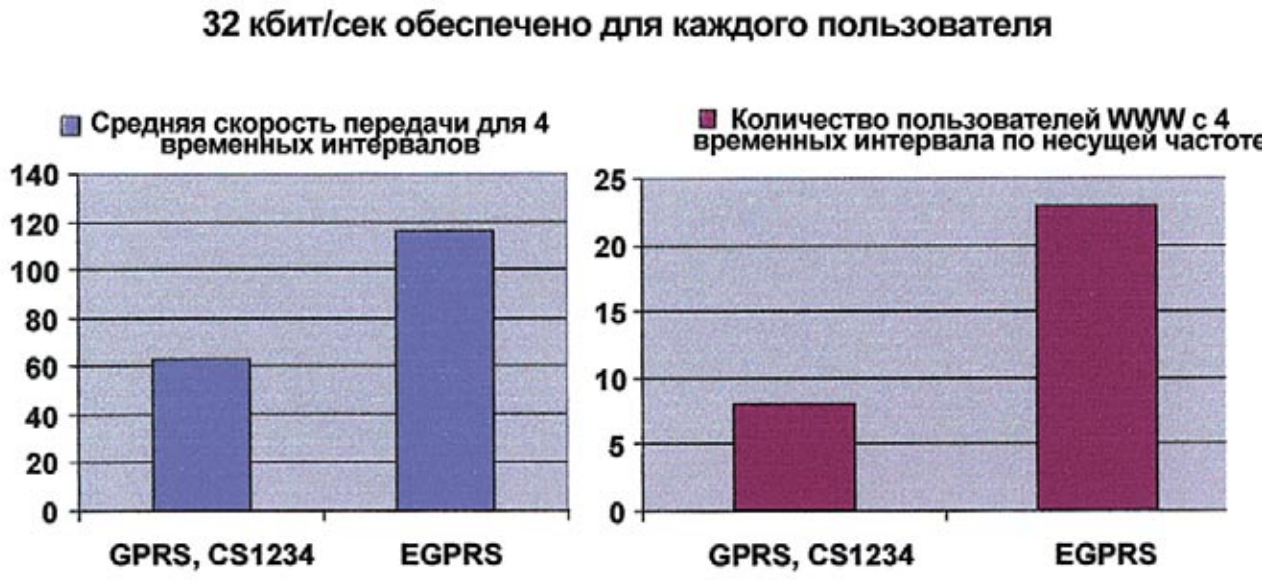


Рис 8. Сравнение технологий GPRS и EGPRS

дио передачи. В действительности это преимущество еще больше выражено, так как при сравнении использовалась идеальная функция адаптации связи, которая в реальных условиях дает более плохие результаты из-за несовершенства измерений и способа работы алгоритма шлейфа надзора.

На практике, однако, чаще всего используется комбинация процедуры адаптации связи и увеличенной избыточности. Причина заключается в ограниченных возможностях процессоров и емкости памяти мобильных телефонов при выполнении большого числа soft-combining процедур. Поэтому увеличенная избыточность используется как первичный механизм, который дополняется адаптацией связи, если емкость памяти мобильного телефона недостаточна.

4. Сравнение радио емкостей доступных в технологиях GPRS и EGPRS

Для объективного сравнения технологий GPRS и EGPRS необходимо определить праведные начальные условия. В нашем примере взята простая модель нагрузки WWW (*World Wide Web*), при чем скорость передачи данных одного пользователя на уровне RLC равна 32 кбит/сек. Радио окружением является сеть, которая частотно планирована по принципу 4/12, при чем рассматривается ячейка с одной несущей, где 5 временных интервалов могут использоваться для передачи данных.

Результаты, представленные на Рис. 9., основываются на следующих предположениях:

• Система ограничена количеством помех.

• GPRS использует совершенную адаптацию связи, а EGPRS совершенную увеличенную избыточность.

• Применяется модель нагрузки WWW.

• Качество услуги: Граничное значение качества установлено на 8 кбит/сек по каждому пользователю и по одному временному интервалу в течение 10% времени. Это значит, что система, и даже при нагрузке с максимальным количеством пользователей, и далее требует, в течение остальных 90% времени, обеспечение скорости передачи по пользователю и по временному интервалу выше 8 кбит/сек.

Из правой стороны рисунка ясно видно, что EGPRS может поддержать почти в три раза большее количество пользователей, чем GPRS. Если рассматривается и левая сторона рисунка, тогда можно прийти к выводу, что EGPRS не только обеспечивает поддержку большему, чем GPRS, числу пользователей, но также этим пользователям предоставляет и лучшее качество услуги. Так, например, в случае выше перечисленных условий, пользователи EGPRS будут располагать в среднем в два раза большими скоростями передачи.

5. Система EGPRS Эрикссона

Компания Эрикссон ведущий в мире поставщик технологии EGPRS, с более десяти заключенных договоров

Рис 9. Реализация решения EGPRS Эрикссона

с операторами повсюду в мире (данные до декабря 2003 года). В начале июля 2003 года один из ведущих операторов в США, Cingular первый в мире своим пользователям обеспечил возможность использования всех преимуществ технологии EGPRS, основывающейся на решении компании Эрикссон.

Введение технологии EGPRS, как усовершенствованной системы GPRS, в случае решения компании Эрикссон упрощено до крайней меры (Рис.10.). Все уже существующие составляющие элементы системы GPRS Эрикссона совместимы с технологией EGPRS. Единственное дополнение, которое даже теоретически было невозможно избежать, связано с применением новых приемопередатчиков в базовых станциях.

Здесь следует особо подчеркнуть, что EGPRS приемопередатчик очень успешно вписывася во все базовые станции Эрикссона, поставленные покупателям после 1995 года, включая, конечно, и две самые распространенные группы этих изделий - RBS 2x02 и RBS 2x06. Таким образом, операторы могут своим оконечным пользователям, по приемлемым ценам и в самом коротком промежутке времени, обеспечить все преимущества этой технологии.

6. Вывод

Технология EGPRS это технология, которая введением изменений на первом и втором уровнях радио интерфейса значительно улучшила характеристики радио сетей, основывающихся на стандарте GSM. Улучшение характеристик отражается в увеличенной емкости и лучшем качестве услуг, используемых технологией EGPRS для передачи. Однако EGPRS имеет существенное значение и потому, что является исходной точкой для дальнейшего согласования существующих сетей GSM с наступающими UMTS сетями. Упомянутое согласование в настоящее время главная тема программы GERAN (GSM/EDGE *Radio Access Network*), программы Проекта сотрудничества в создании сетей третьей генерации 3GPP. Согласование класса передачи данных streaming и класса речи должно обеспечить лучшую поддержку услуг, которые требуют отклик в реальном времени. Главной движущей силой является существующая в данное время тенденция миграции систем связи от коммутации каналов к коммутации пакетов. Конечная цель создать единственное сетевое окружение, которое и своей приемлемой стоимостью, и своими техническими решениями, сможет поддержать наступающие услуги, базирующиеся на мультимедийном протоколе IP.

7. Список сокращений

3GPP - 3rd Generation Partnership Project ***Проект сотрудничества в создании мобильных сетей третьей генерации***
BER - Bit Error Rate ***Частота ошибок по битам***
BS - Bazna stanica ***Базовая радио станция***

BSC - Base Station Controller ***Модуль управления базовой станцией***
BSSGP- Base Station System GPRS Protocol ***Прикладной протокол базовых станций GPRS***
BTS - Base Transceiver Station ***Базовая приемопередающая станция***
CDMA- Code Division Multiple Access ***Множественный доступ с кодовым разделением каналов***
CS - Coding Scheme ***Кодовая схема***
DAMPS- Digital American Mobile Phone Standard ***Американский стандарт для мобильных цифровых телефонов***
ECDS - Enhanced Circuit Switched Data Service ***Улучшенная услуга передачи данных с коммутацией каналов***
EDGE - Enhanced Data Rate for Global Evolution ***Увеличенная скорость передачи данных для глобальной эволюции***
EGPRS - Enhanced General Packet Radio Service ***Улучшенные общие услуги пакетной передачи радиосвязью***
ETSI - European Telecommunications Standard Institute ***Европейский институт стандартов по телекоммуникациям***
GERAN- GSM/EDGE Radio Access Network ***GSM/EDGE сеть радио доступа***
GGSN - Gateway GPRS Support Node ***Шлюзовой узел поддержки в GPRS***
GMSC - Gateway Mobile Switching Center ***Межсетевой центр коммутации мобильной связи***
GMSK - Gaussian Minimum Shift Keying ***Гауссова манипуляция с минимальным частотным сдвигом***
GPRS - General Packet Radio Service ***Общие услуги пакетной передачи радиосвязью***
GSM - Global System for Mobile communications ***Глобальная система мобильных связей***
GTP - GPRS Tunnelling Protocol ***GPRS туннелирующий протокол***
HLR - Home Location Register ***Регистр местоположения опорных абонентов***
IMT-2000 - International Mobile Telecommunications 2000 ***Международные мобильные телекоммуникации 2000***
IP - Internet Protocol ***Протокол сети Интернет***
ITU - International Telecommunication Union ***Международное объединение по телекоммуникациям***
LLC - Link Layer Control ***Протокол управления логической связью***
MAC - Medium Access Control ***Протокол управления доступом к передающей среде***
MCS - Modulation Coding Scheme ***Модуляционная схема кодирования***
MSC - Mobile Switching Center ***Центр коммутации мобильной связи***
NS - Network Service ***Сетевая служба***
PDU - Packet Data Unit ***Единица пакетных данных***
MS - Mobile Station ***Мобильный телефон***
PSK - Phase Shift Keying ***Фазовая манипуляция***
QAM - Quadrature Amplitude Modulation ***Квадратурная амплитудная модуляция***
RLC - Radio Link Control ***Подуровень управления радио связью***
SGSN - Serving GPRS Support Node ***Обслуживающий узел поддержки GPRS***
SMG - Special Mobile Group ***Особая мобильная группа***
SNDCP - Sub Network Dependent Convergence Protocol ***Протокол SNDCP***
TCP - Transmission Control Protocol ***Протокол управления передачей***
UDP - User Datagram Protocol ***Пользовательский протокол данных***
UMTS - Universal Mobile Telecommunication System ***Универсальная система мобильных связей***
WCDMA- Wideband Code Division Multiple Access ***Широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов***
WWW - World Wide Web ***Интернет сервис WWW***

Литература

[1] GSM TS 03.60
[2] GSM TS 04.60
[3] GSM TS 43.051
[4] Внутренние документы Эрикссона

АДРЕС АВТОРА:
Boris Drilo
e-mail: boris.drilo@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10 002 Zagreb
Hrvatska - Хорватия

Редакция приняла рукопись 15. декабря 2003.
Перевод: Надежда Племенчич