



Борис Жупанич



Миленка Гадже



Ана Янкович

**Борис Жупанич, Миленка Гадже, Ана Янкович**

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

*Ключевые слова:*

NMT, Скандинавская система мобильной телефонии  
GSM, Глобальная система мобильной связи  
MSC, Центр коммутации мобильных связей  
MTX, Станция мобильной связи  
UMTS, Универсальная система мобильной связи  
WCDMA, Широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов

*Key words*

NMT, Nordic Mobile Telephone System  
GSM, Global System for Mobile Communications  
MSC, Mobile Switching Center  
MTX, Mobile Telephone Exchange  
UMTS, Universal Mobile Telecommunication System  
WCDMA, Wideband Code Division Multiple Access

# От аналоговых до цифровых систем мобильной телефонии

*Резюме*

С открытием возможности передачи информации электромагнитными волнами начали развиваться системы дистанционной передачи речи и данных. Однако только развитие электроники в 70-х годах двадцатого столетия позволило уменьшение размеров пользовательских устройств, что повлияло на быстрое развитие мобильной (сотовой) телефонии. Первые системы использовали простые, аналоговые типы частотной модуляции, FM. Затем системы мигрируют в направлении цифровых и более современных техник модуляции, что привело к возникновению множества новых услуг и невообразимому росту мобильной телефонии.

## FROM ANALOGUE TO DIGITAL MOBILE TELEPHONY SYSTEMS

*Abstract*

Since the first discovery of the possibility to use electromagnetic waves for the information transmission, systems for voice and data transmission have been developed. But during the 70s in the 20th century a breakthrough in the field of electronics happened, which allowed reduction in size of the user equipment. This triggered the fast development of mobile telephony. The first systems used simple, analog, FM modulation techniques. After that, the migration towards digital and advanced modulation techniques, together with lots of new services, has lead to a real «boom» in mobile telephony.

## 1. Введение

В 70-х годах двадцатого столетия появилось несколько стандартов первой генерации сотовых систем. Особенно большое разнообразие стандартов было в Европе (NMT – Скандинавия, TACS – Великобритания, C450 – Германия...). Стандарты первой генерации

были несовместимыми и лишь между некоторыми операторами существовали договоры о роуминге (обслуживание мобильного пользователя сетью другого оператора). В странах Европы разработка единственного стандарта второй генерации с целью осуществления международного роуминга была срочной и неминуемой.

Стандарты второй генерации сотовых систем основываются на передаче информации в цифровой форме. Их развитие продолжалось в течение 80-х и в начале 90-х лет двадцатого столетия по всему свету. Возникли новые стандарты:

- GSM (*Global System for Mobile Communication* – Глобальная система мобильной связи), стандарт разработан в 80-х годах, как первый стандарт второй генерации. Коммерческое использование началось в 1992 году. Сейчас его используют около 970 миллионов абонентов.

- PDC (*Personal Digital Communication* – Персональная цифровая связь) – коммерческое использование началось в Японии в 1993/94 годах. Сейчас его используют около 63 миллионов абонентов.

- D-AMPS (*Digital AMPS* – Цифровая мобильная телефонная связь) – Северная и Южная Америка, Азия и восточная Европа. Планирован как дополнение и наследник аналогового AMPS стандарта. Коммерческое использование началось в 1993/94 годах.

- IS-95 (*INTERIM STANDARD 95* – Международный стандарт 95) – Южная Корея, США. Разработан в начале 90-х лет. Основывается на узкополосной технологии CDMA (множественный доступ с кодовым разделением каналов), в отличие от остальных стандартов (GSM, DAMPS и PDC), которые основываются на технологии TDMA (множественный доступ с временным разделением каналов). Коммерческое использование началось в 1995/96 годах. Сейчас его используют около 181 миллионов абонентов.

Стандарты третьей генерации систем мобильной телефонии, т.н. 3G системы, возникли вследствие требований на увеличение скорости передачи данных. Главной причиной эволюции мобильных систем из второй

в третью генерацию была потребность больших емкостей, скорости, возможности использования большего числа разных применений и доступа к услугам по всему свету. По идее, услуги мобильных сетей второй генерации будут расширены мультимедийными услугами.

Самыми распространенными технологиями третьей генерации в настоящее время являются CDMA2000, как дальнейшее развитие существующей технологии »cdmaOne« используемой в Америке, и UMTS (Универсальная система мобильной связи), которая используется в Европе. Вопреки сходству в названии технологии, на которой основываются, UMTS и CDMA2000 несовместимы. В этой статье мы сосредоточимся на технологии UMTS и на техническом решении компании Эрикссон (Рис. 1).

## 2. NMT (1-я генерация) – аналоговая система мобильной телефонии

Скандинавская система мобильной телефонии (NMT - *Nordic Mobile Telephone System*) это система (стандарт), разработанная совместными усилиями администраций связи Дании, Финляндии, Норвегии и Швеции, с целью создания совместимой автоматизированной системы мобильной телефонии общего пользования в скандинавских странах. Система по плану введена в работу в начале восьмидесятых лет двадцатого столетия.

### 2.1. Концепция системы NMT

Концепция системы NMT основывается на тесном взаимодействии с телефонной сетью общего пользования (Рис. 2.). Для обеспечения требуемой совместимости, интерфейс между мобильными телефонами и частями стационарной системы одинаковый во всех странах. Однако в Хорватии, из-за невозможности использования соответствующих частот, используется другая частотная полоса, что является причиной несовместимости. Поэтому »хорватские« NMT телефоны

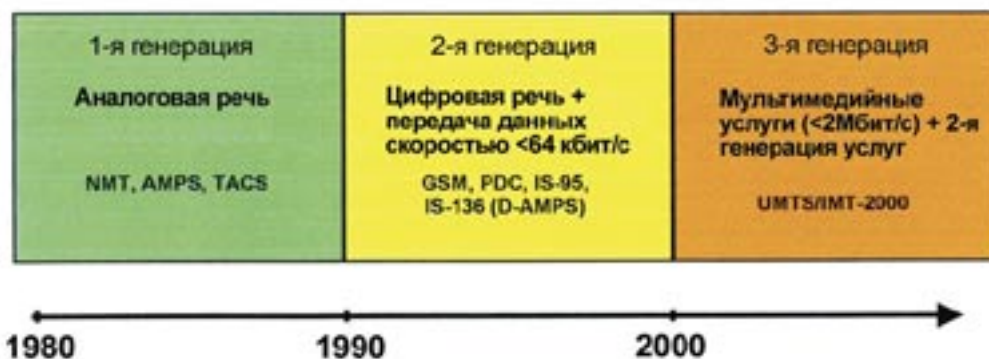


Рис. 1. Эволюция мобильных систем

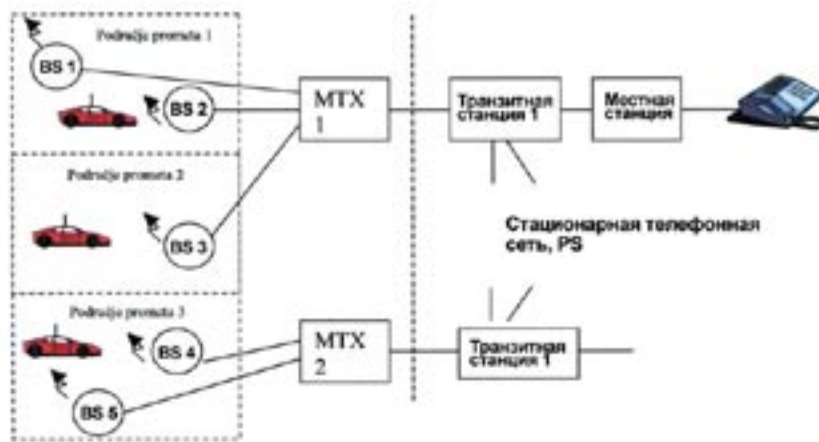


Рис. 2. Структура системы NMT

невозможно использовать в других странах с системой NMT, за исключением Словении, которая использует ту же самую частотную полосу.

Интерфейс между сетями мобильной и стационарной телефонной связи, находится на станции мобильной телефонной связи, MTX (*Mobile Telephone Exchange*). Базовые или основные станции (BS) служат как интерфейс между радио частью и четырехпроводной частью передачи, по каналу. Эти станции не выполняют функцию коммутации речевого сигнала. Сгруппированы по отдельным зонам нагрузки, в которых только одна станция MTX управляет нагрузкой в направлении мобильного телефона и обратно. MTX может управлять одной или несколькими зонами нагрузки. Управление станцией MTX выполняется с помощью записанной в ней программы, здесь же находится и множество функций для предоставления услуг пользователю системы, например, сокращенный набор номера, функция «следи меня», конференц-связь и т.п.

На каждой базовой станции один радио канал используется, как вызывной канал и обозначен особым идентификационным сигналом. Один или несколько других радиоканалов, если они свободны, обозначены

другим идентификационным сигналом. Включенный и готовый к работе мобильный телефон в зоне базовой станции подстроен на частоту вызывного канала. В случае занятости всех речевых каналов, есть возможность использования вызывного канала, как канала нагрузки. Для уменьшения вероятности неуполноценного использования абонентского идентификационного номера (номер абонента), при иницировании вызова от мобильного телефона, функциями сети проводится процедура аутентификации, т.е. проверка его достоверности. Аутентификация проводится и в течение разговора, а также при поступлении вызова к мобильному телефону.

## 2.2. Радио частоты

В мире существуют две основные системы NMT: NMT450 и NMT900, где 450 и 900 обозначают частотную полосу системы. В данное время система NMT900 постепенно отмирает из-за расширения системы GSM в той же частотной полосе (900 МГц). В дальнейшем тексте говорится исключительно о системе NMT450.

Имеющиеся в распоряжении радио частоты разде-

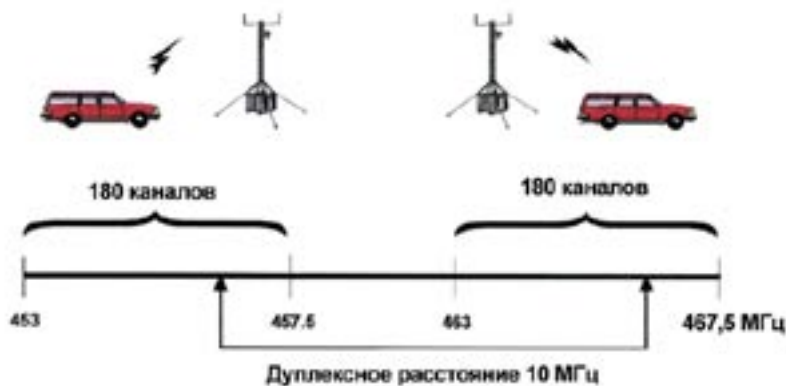


Рис. 3. Частотная полоса системы NMT 450

лены на две полосы (Рис.3.): 453-457,5 МГц и 463-467,5 МГц, которые используются для передачи в направлении от мобильного телефона к базовой станции, и от базовой станции к мобильному телефону. С расстоянием между каналами равным 25 кГц это достаточно для размещения 180 радио каналов. Однако в Хорватии из-за занятости этой части частотного спектра, используются частоты: 411,675-415,850 МГц и 421,675-425,850 МГц. И здесь существует разница в полосе частот, применяемой в Хорватии, т.к. она достаточна только для 168 радио каналов. Кроме того, возможно использование опции чередования вложенных (*interleaved*) каналов, которые размещаются между обычными каналами, сужая, таким образом, расстояние между каналами на 12,5 кГц.

В некоторых странах регуляционные нормы разрешают использование и расширенной частотной полосы 452,500-452,975 МГц и 462,500-462,975 МГц, довольной для следующих 20 каналов.

Из-за ограниченного числа имеющихся в распоряжении радио частот, в густо населенных зонах ожидается недостаток требуемого числа радио каналов, т.е. появляется проблема недостаточной емкости радио сети. Для увеличения емкости сети в зонах интенсивной нагрузки при проектировании системы предусматривается использование малых ячеек, т.е. малых зон обслуживания базовых станций. Кроме того, меняется и выходная мощность мобильного телефона, в зависимости от удаленности базовой станции и от ее типа (малой, средней и большой мощности). Снижение выходной мощности используется и для снижения интерференции в сети, в особенности, если мобильный телефон находится вблизи базовой станции.

### 2.3. Установление вызова

Вызовы для всех типов мобильных телефонов посылаются одновременно со всех базовых станций внутри

предполагаемой зоны нагрузки, на которой находится мобильный телефон (МТХ помнит последнюю зону нагрузки т.е. локацию мобильного телефона). Приняв сигнал, содержащий его идентификационный номер, мобильный телефон посылает в обратном направлении подтверждение принятия вызова, также по вызывному каналу. После этого станция МТХ резервирует один из свободных речевых каналов той базовой станции, в зоне которой мобильный телефон ответил на вызов. Мобильный телефон принимает информацию о свободном канале по вызывному каналу и подстраивает свою частоту на частоту выделенного канала. Затем вызывной канал освобождается для других вызовов, а коммуникация между МТХ и мобильным телефоном продолжается по выделенному речевому каналу. Только после этого мобильный телефон звуковым вызывным сигналом сообщает о поступившем вызове.

Альтернативно, МТХ может потребовать от мобильного телефона самостоятельный поиск свободного речевого канала, если заняты все речевые каналы на базовой станции, через которую мобильный телефон ответил на вызов.

Если вызов инициируется с мобильного телефона, он сразу ищет и подключается на свободный речевой канал, по которому выполняется дальнейшая коммуникация со станцией МТХ и устанавливается речевая связь.

### 2.4. Сигнализация

Сигнализацию в системе NMT можно разделить на три группы (Рис.4):

- сигнализация между МТХ и мобильным телефоном MS
- сигнализация между базовой станцией BS и MS
- сигнализация между МТХ и BS

Между МТХ и стационарной телефонной сетью ис-



Рис. 4. Различные типы сигнализации

пользуется стандартная общепринятая национальная система сигнализации.

Каждый установленный вызов контролируется с помощью непрерывного сигнала надзора (ф сигнал), посылаемого из базовой станции к мобильному телефону. Оттуда он по шлейфу возвращается назад в базовую станцию (BS). Если отношение между уровнем принятого сигнала и шума (S/N) ниже заданного значения, или если нет ответного сигнала, результат посылается в мобильную телефонную станцию МТХ, которая предпринимает нужные действия.

Как сигнал надзора на радио пути используется один тон. Частота этого тона может быть одной из четырех возможных: 3955, 3985, 4015 и 4045. Таким образом, обеспечивается возможность распознавания/дифференциации соседних базовых станций, использующих одинаковую частоту радио сигнала, но различный ф тон. В базовой станции, после приема команды из МТХ, сигнал вкладывается в речевой канал. В мобильном телефоне ф сигнал отделяется от речевого сигнала и снова вкладывается в ответный речевой сигнал в направлении базовой станции, где он фильтруется и оценивается. Уровень сигнала обеспечивает пиковое отклонение 300 Гц в обоих направлениях.

Качество сигнала оценивается в базовой станции на основании отношения между уровнем сигнала и шума (S/N) в частотной полосе сигнала надзора в определенном интервале времени. Результат, который затем посылается в МТХ, может быть одним из двух ниже приведенных:

- а) Уровень принятого ф-сигнала ниже первого граничного значения, но выше второго граничного значения.
- б) Уровень принятого ф-сигнала ниже второго граничного значения.

Сигнализацию между МТХ и BS можно разделить на три типа:

- Индивидуальный дистанционный надзор каждого вызывного и речевого канала, например, надзор начала и конца работы передатчика на базовой станции, активация и дезактивация компандера (расширителя) в BS, или дистанционная проверка сигнала надзора между BS и MS.
- Дистанционная проверка измерения мощности сигнала и другие более детальные акции управления и обслуживания системы в BS.
- Аварийные сигналы из базовой станции.

Сигналы между МТХ и MS, а также между МТХ и BS посылаются по сигнализационной связи на скорости 1200 б/с, что более детально описано ниже в тексте. Эти сигналы сформированы во фреймы, каждый из которых состоит из 16 шестнадцатиричных цифр информации и дополнительных битов для синхронизации и четности.

Все измерения времени, относящиеся на процедуру сигнализации, выполняются от конца определенного фрейма, т.е. передачей (принятием) последнего бита в исходящем (входящем) фрейме в модеме.

На рис. 5. представлена структура сигнализационного фрейма. Общая длина фрейма всегда одинаковая и равна 166 битам. Во время принятия фрейма, первых 15 битов используются для синхронизации битов. Это значит, что импульсы, генерируемые приемником модема, по времени настраиваются таким образом, чтобы каждый бит считывался в середине периода его длительности (длительность одного бита равна 0,83 мсек). Образец, используемый для синхронизации битов, представлен рядом чередующихся единиц и нулей (1010101010101). При достаточной мощности сигнала, одна такая последовательность битов достаточна для



Рис. 5. Структура сигнализационного фрейма

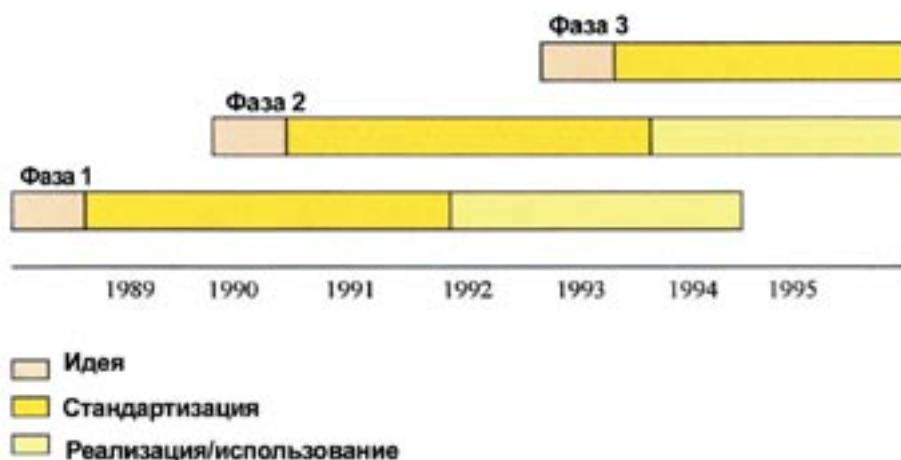


Рис. 6. Фазы эволюции технологии GSM

выполнения синхронизации битов.

Следующая последовательность служит для синхронизации фрейма. Она используется для определения начала информационной части фрейма. Последовательность состоит из 11 битов: 11100010010. В остальной части содержится информация фрейма. Эта часть кодирована, так что первоначальная информация из 64 битов расширена до 140 битов.

### 3. GSM (2-я генерация) – шаг в цифровой свет

Глобальная система мобильной связи (GSM) первый из всех стандартов второй генерации, введенный в коммерческое использование в 1992 году. Стандарт разработан Европейским институтом по стандартизации связи, ETSI (*European Telecommunication Stand-*

*ard Institute*). Стандарт GSM это открытый стандарт, состоящий из 150 рекомендаций, разделенных на 12 серий. Основой для развития стандарта GSM была потребность улучшения качества передачи информации в системе, а также увеличения емкости и охвата самой системы.

В системах второй генерации передача речи и далее доминирует, но впервые появляется передача факсов, сообщений и данных. По сравнению с системами первой генерации достигнут большой сдвиг, увеличена емкость сети, улучшено качество передачи, обеспечены возможность международного роуминга и использование некоторых дополнительных услуг. Кроме того, обеспечена защита от злоупотреблений и шифрование пользовательских данных. По сравнению с системой первой генерации уменьшились размеры, стоимость и вес мобильного оборудования.

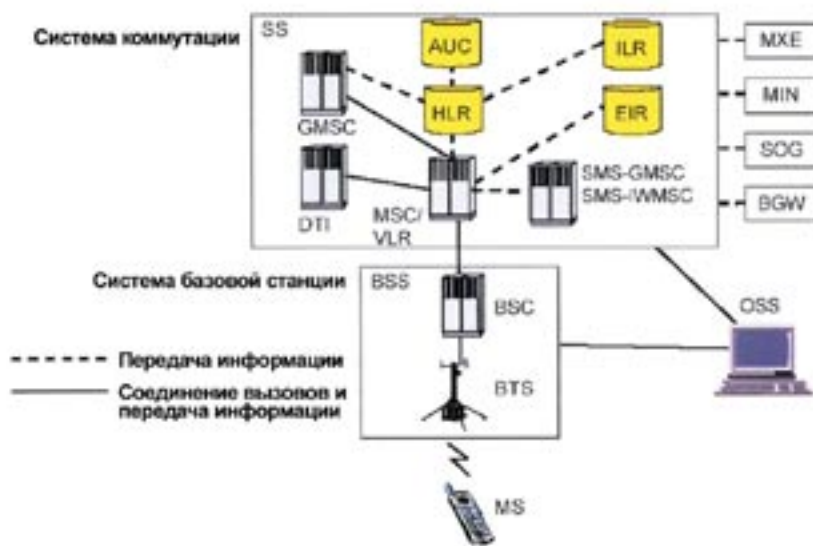


Рис. 7. Компоненты сети GSM

### 3.1. Эволюция GSM

Первоначальной целью было включить в реализацию все спецификации стандарта GSM. Однако в 1988 году стало очевидным, что в заданном периоде времени все планированные услуги GSM не могут быть выполнены. Тогда принято решение о поэтапном введении GSM. В 1990 году закончена разработка ограниченной группы услуг, этот этап назван GSM Фаза 1. Каждая следующая фаза вносит новые улучшения, а сохраняет и все услуги из предыдущей фазы. Такой концепт позволяет введение в стандарт GSM новых технических достижений, а также возможность ответной реакции на запросы рынка.

В 1990 году закончена стандартизация GSM900, а в 1991 году DCS1800. Эти два стандарта принадлежат Фазе 1. Фаза 1 содержит все главные характеристики сотовых сетей: кодирование речи, международный роуминг, передачу данных скоростью от 0,3 до 9,6 кбит/сек, услуги переадресации и запрета установления вызова (*barring*), а также услугу кратких сообщений SMS. Стандартизация Фазы 2 закончена в 1995 году. Самой важной задачей было обеспечение совместимости с предыдущей фазой. Цель второй фазы - осуществление дополнительных услуг, подобных услугам сети ISDN. Определены еще некоторые технические улучшения, например, *Half Rate Speech*, а также дополнительные услуги типа, вызов в ожидании (*call waiting*), удержание вызова (*call hold*), конференц-связь (*conference calling*). Фаза 2+ уже определена и включает новые дополнительные услуги такие, как передача данных большими скоростями (до 384 кбит/сек), интеллектуальные (индивидуально программируемые пользователем) услуги, а также разные услуги, ориентированные на бизнес, развитие которых зависит от заинтересованности компаний и производителей и, конечно, от развития технологии. Фаза 2++ включает

улучшение радио интерфейса (EDGE, CAMEL, HSC-SD...)

### 3.2. Компоненты сети GSM

Сеть GSM состоит из двух основных систем: системы коммутации (SS - *Switching System*) и системы базовых станций (BSS - *Base Station System*). Система SS служит для обработки вызовов и выполнения всех функций, связанных с абонентами. Система содержит следующие узлы: центр коммутации мобильной связи (MSC - *Mobile-service Switching Centre*), регистр абонентов посетителей (VLR - *Visitor Location Register*), регистр опорных (собственных) абонентов (HLR - *Home Location Register*), шлюзовой центр коммутации мобильной связи (GMSC - *Gateway Mobile Switching Centre*), центр проверки достоверности (AuC - *Authentication Centre*), регистр идентификации мобильного оборудования (EIR - *Equipment Identity Register*), и т.д. Система BSS выполняет все функции, связанные с радио частью сети. Состоит из модуля управления базовой станцией (BSC - *Base Station Controller*) и приемопередатчика базовой станции (BTS - *Base Transceiver Station*). Кроме того, содержит систему надзора и поддержки (OSS - *Operation and Support System*), которая не участвует в управлении нагрузкой, но служит для надзора работы компонентов сети GSM, а также для надзора и администрирования работы целой сети.

В коммутационной системе SS каждый узел служит для определенной цели. Узел MSC устанавливает, направляет, коммутирует и надзирает вызовы к мобильным абонентам или от мобильных абонентов. В этом узле реализована функция проверки достоверности (*authentication*) абонента. Узел GMSC это тот же узел MSC, только дополненный функцией шлюза (*gateway*) для наведения справки в HLR, в случае вызова из внешней сети. В HLR находится централизованная

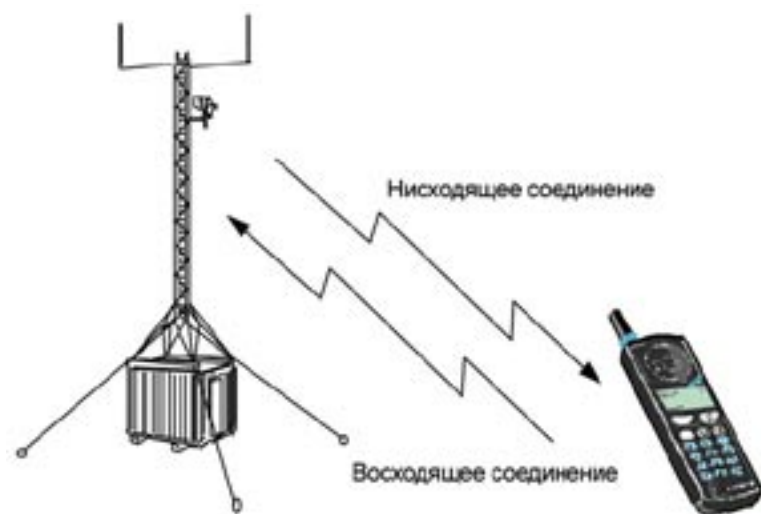


Рис. 8. Uplink и downlink на радио канале



Рис. 9. Дуплексное расстояние

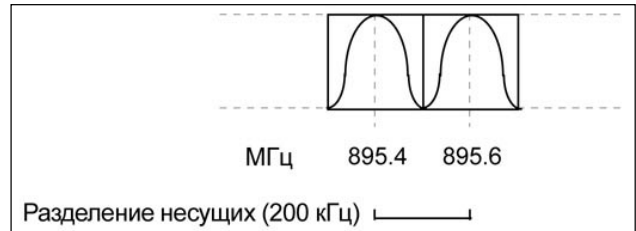


Рис. 10. Разделение каналов

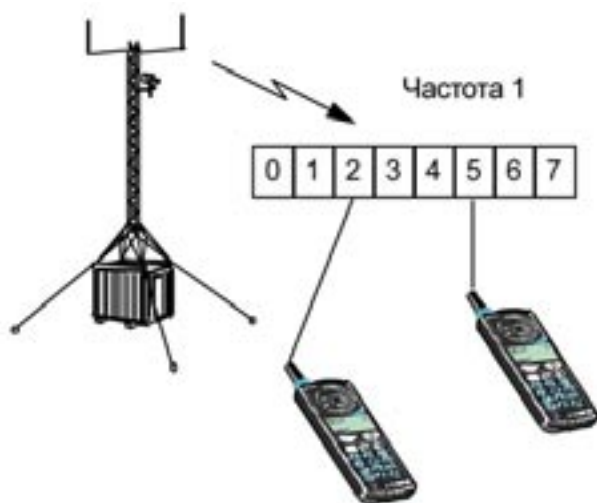
база данных сети обо всех пользователях сети данного оператора. В базе хранятся такие данные как, например, данные идентификации (номер абонента) и аутентификации (достоверности) пользователя, данные об услугах, присвоенных определенному абоненту, о местонахождении абонента, и т.п. В VLR находятся те же данные, что и в HLR, но только для тех пользователей, которые в данный момент находятся в зоне данного узла MSC. Регистр VLR запрашивает данные от соответствующего регистра HLR о каждом отдельном пользователе, появившемся в его зоне. Узел AuC это база данных, связанная с узлом HLR, которая служит для аутентификации пользователя, пытающегося использовать сеть. Узел EIR это база данных, содержащая идентификационные данные мобильного оборудования, служащие для предотвращения возможности использования украденных телефонов. Этот узел не обязательный для каждой сети. Регистр взаимодей-

ствующих сетей (ILR - *Interworking Location Register*) это узел, который в настоящее время существует только в сети GSM1900, а служит для осуществления роуминга между сетями различных стандартов. Шлюзовой узел коммутации услуги кратких сообщений SMS-GMSC (*Short Message Service - Gateway MSC*) и коммутационный узел взаимодействия услуги кратких сообщений SMS-IW MSC (*Short Message Service - InterWorking MSC*) обеспечивают принятие и передачу SMS сообщений в сети. В направлении разных сетей передачи данных используется интерфейс передачи данных (DTI - *Data Transmission Interface*). Ранее в GSM был реализован как модуль взаимодействия, GSM *InterWorking Unit* (GIWU).

Узлы внутри системы BSS также предназначены для определенных функций. Модуль управления базовыми станциями (BSC) является центральной частью системы BSS. Модуль служит для управления радио интерфейсом в целом, т.е. в его компетенции находится переключение между каналами (*handover*), соединение мобильного телефона, управление радио сетью, выделение радио канала, накопление данных о конфигурации определенной ячейки, транскодирование (кодирование приема и передачи) данных и приспособление скорости, концентрация нагрузки, управление базовой станцией, и т.д. Каждый MSC управляет несколькими узлами BSC. BTS охватывает все оборудование, требуемое в одной ячейке. В системах Эрикссона, BTS называется «радио базовая станция» (RBS - *Radio Base Station*), и содержит оборудование для одной локации. Под понятием «оборудование» подразумеваются приемопередатчики и антенны. Каждый BSC управляет несколькими узлами RBS.

И, наконец, требуется устройство для связи пользователя с сетью – мобильный телефон (MS – *Mobile Station*).

Рис. 11. Метод доступа TDMA





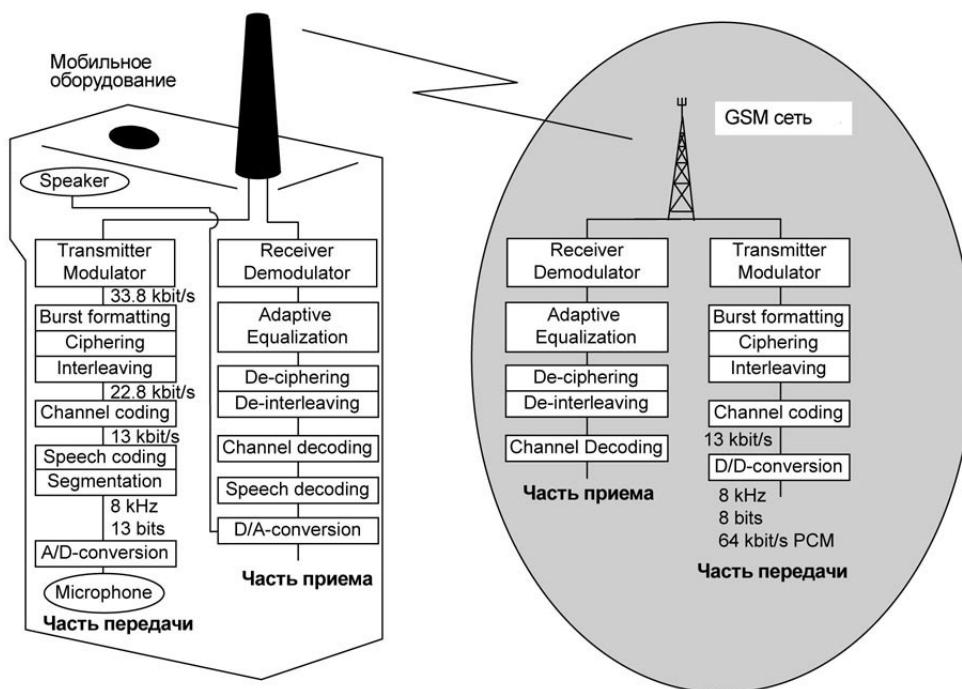


Рис. 12. Процесс передачи

### 3.3. GSM технология

Целая сеть GSM разделена на ячейки. Ячейка является основной единицей сотовой системы и определяется как пространство, охватываемое одной антенной базовой станции BS. Коммуникация между мобильным телефоном (MS) и приемопередатчиком BTS осуществляется передачей и принятием радиоволн на определенной частоте. Применяется дуплексный режим передачи (*full duplex*) в восходящей связи – *uplink*, и в нисходящей связи – *downlink*. Во избежание взаимной интерференции *uplink* и *downlink* отделены дуплексным расстоянием (45 МГц), (Рис.9.), а, кроме того, введена и сепарация каналов (200кГц), как показано на рис. 10. Сепарация это расстояние в частотной полосе между каналами, которые передаются в одном и том же направлении, т.е. или в восходящей связи в направлении BTS (*uplink*), или в нисходящей связи в направлении мобильного телефона (*downlink*).

Емкость определена числом частот. Однако число доступных частот ограничено, и поэтому те же самые частоты должны использоваться в нескольких ячейках. Во избежание интерференции очень важно пространственное разделение между ячейками. Для увеличения емкости сети существенным является число повторно используемых частот, однако для достижения высокого качества передачи, при этом должна быть обеспечена минимальная интерференция. Существуют особые шаблоны для распределения частот по сети.

Каждая из этих частот, распределенных по сети, не-

сет максимально 8 вызовов. Это обеспечивается выделением каждому вызову определенного временного интервала (TS – *Time Slot*) на *uplink* и *downlink* частотах, внутри которого могут посылаться и приниматься сигналы. Такой метод доступа, представленный на Рис. 11., называется множественным доступом с временным разделением каналов (TDMA – *Time Division Multiple Access*). В сетях GSM длительность одного TS равна 0,577ms, в течение этого времени посылается 156,25 битов.

Прежде передачи голос преобразуется из аналогового в цифровой формат и затем передается радиоволнами. Цифровой сигнал более удобный для передачи, хотя часть информации теряется уже при А/Д аналого-цифровом преобразовании. Из сигнала на месте назначения можно полностью устранить шум. Процесс преобразования аналогового сигнала в цифровой сигнал в системе GSM выполняется с помощью импульсно-кодовой модуляции ИКМ (PCM – *Pulse Code Modulation*). Поступок преобразования в ИКМ состоит из трех шагов: выборки, квантования и кодирования. При выборке для сохранения информации важна частота взятия образцов. Минимальная частота выборки должна быть в два раза больше максимальной частоты аналогового сигнала. В людском голосе большинство частот лежит ниже 3400 Гц, а для выборки стандартно используется 8 кГц, что весьма приемлемо, имея в виду требование к минимальной частоте выборки. Часть информации теряется при квантовании, т.к. измеренная мощность сигнала выравнивается с ближайшим предлагаемым уровнем квантования.

В сетях GSM используются 8192 уровней квантования. Каждый уровень обозначен своим определенным кодом (в процессе кодирования величина квантового уровня заменяется кодом). Речь кодируется в группах по 20 мсек. и каждая группа кодируется с помощью 260 битов. Затем выполняется кодирование канала, что в результате дает 456 битов. На эту группу битов применяется процедура чередования (*interleaving*) для увеличения возможности исправления ошибок в декодере в случае потери битов. В конце данные шифруются и посылаются в пакетах (*burst*) на выделенной частоте и временном интервале. Для модуляции сигнала в GSM используется техника GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying* – Гауссова манипуляция с минимальным частотным сдвигом). Количество битов в секунде, переданных по радио каналу, называется скоростью передачи, в GSM она равна 270 кбит/сек.

При передаче сигнала радиоволнами (Рис.12.) появляются определенные помехи. Некоторыми из них являются: потери в самой передаче, преграды на пути сигнала создаваемые другими объектами, исчезновение сигнала, временная дисперсия, и т.д. Существует целый ряд методов, снижающих влияние перечисленных помех. Например, кодирование канала, которое уменьшает частоту ошибок по битам (*BER - Bit Error Rate*), введение в сеть адаптирующего устройства *AMR (Adaptive Multi Rate)*, которое приспосабливает тип кодека (кодер/декодер) в зависимости от ситуации в сети, процедуры чередования, разнообразности антенн, скачкообразной перестройки частоты (*frequency hopping*), временного опережения (*timing advance*)...

Каждая ячейка в сети имеет один управляющий канал. Этот управляющий канал занимает один временной интервал (TS) на одной частоте, а посылается периодически и всегда с максимальной мощностью. По каналу передается информация о соответствующей ячейке, содержащая: локацию, синхронизационную информацию, идентификацию сети, максимальный позволенный уровень мощности сигнала в ячейке, информацию об управляющих сигналах смежных ячеек, и т.д. Когда мобильный телефон (MS) пытается соединиться с сетью, он сканирует частотный спектр в целости, находит самый мощный управляющий канал, из которого считывает информацию о сети, и затем соединяется с сетью. Остальные управляющие каналы ячейки служат для установления и разъединения вызова, регулировки мощности, для переключения каналов (*handover*) используются остальные управляющие каналы, а для передачи речевой информации или данных используется канал нагрузки.

Идентификация в сети определена нумерацией, с помощью которой сеть обнаруживает MS при установлении вызова. Так как правильное функционирование сети зависит от нумерации, очень важно, чтобы она была единственной и исправной.

Все узлы в GSM сетях Эрикссона построены на платформе AXE. Структура системы AXE позволяет постоянное введение изменений. Изменение кабинетов (BYB202, BYB501) и магазинов, изменения на аппаратных и на программных средствах всех модулей все до последней версии - AXE810.

### 3.4. Услуги GSM

В первой генерации мобильных сетей услуги были ограничены только на разговорные услуги. Вторая генерация ориентирована и на передачу речи, и на передачу данных, хотя речевая часть и далее занимает самое важное место. С самого начала работы сетей GSM (1992 год) все операторы могли предоставлять речевые услуги, а услуги передачи данных были реализованы позднее (1994 – факс, 1996 – SMS, и др.). Принятие решения о введении остальных услуг предоставлено операторам.

Запросы рынка очень большие: улучшение качества речи, приспособление терминалов пользователям, глобальный доступ, передача услуг из домашней в иностранную сеть, быстрая передача данных, а также снижение цен. Теперешние решения удовлетворяют большинству сегодняшних запросов рынка. Качество речевой передачи улучшено введением новых кодер-декодеров (кодек): *EFR (Enhanced Full Rate)*, *AMR (Adaptive Multi Rate)*, *TFO (Transcoder Free Operation)*, благодаря которым избегается транскодирование и соответствующие потери качества при вызовах с одного мобильного устройства на другое (*MMC - Mobile-to-mobile Call*). Разрабатываются мобильные телефоны, приспособленные пользователям (большой экран, определенные функции и т.д.). Технологии *Infra Red* или *Blue Tooth* (2.45 MHz) заменят кабели. Мобильные телефоны с удвоенной или утроенной полосой *Dual*-и *Triple-band* (GSM900/1800/1900), мультимодальное оборудование (например, GSM-DECT), роуминг посредством систем спутниковой связи (*MSS - Mobile Satellite Systems*) обеспечат мобильной связи действительный глобальный доступ. Введением интеллектуальных сетей (IN) осуществляются глобальные услуги, сравнимые с услугами, стоящими в распоряжении пользователей в их домашних сетях (*CAMEL - Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic* – Применения для улучшенной логики мобильной сети, приспособленные пользователю). Также предусматривается приспособление дополнительных услуг желаниям пользователя, или определенных групп пользователей (*USSD - Unstructured Supplementary Services Data* – Дополнительные услуги неструктурированных данных). Скоростная передача данных реализована внедрением новых услуг передачи данных (*HSCSD, High Speed Circuit Switched Data* – Скоростная передача данных коммутацией каналов, *GPRS, General Pac-*

ket Radio Services – Общие услуги пакетной передачи радиосвязью, EDGE, *Enhanced Data rates for the GSM Evolution* – Эволюция GSM с улучшением скорости передачи данных).

### 3.4.1 Скоростная передача данных коммутацией каналов

Скоростная передача данных коммутацией каналов (HSCSD - *High Speed Circuit Switched Data*) это услуга передачи данных. Высокая скорость передачи обеспечена сочетанием до 8 каналов на одной несущей. Максимальная скорость на одном физическом канале возросла с 9,6 кбит/с на 14,4 кбит/с. Сочетанием 4 физических каналов (57,6 кбит/с) достигаются скорости, сравнимые с ISDN. Для реализации этой услуги в сети GSM требуется только наращивание возможностей программного обеспечения. Услуга HSCSD выгодна для потребностей передачи в реальном времени, но так как эта услуга связана с коммутацией каналов и очень требовательна к ширине спектра, возникает проблема нерентабельного использования ресурсов.

### 3.4.2 Общие услуги пакетной передачи радиосвязью

Общие услуги пакетной передачи радиосвязью (GPRS - *General Packet Radio Services*) также обеспечивают использование до 8 каналов на одной несущей для одного пользователя, однако в отличие от HSCSD, это пакетно-ориентированная услуга и обеспечивает эффективное использование частотного спектра. Определены четыре кодовые схемы со скоростями

передачи 9,05, 13,4, 15,6 и 21,4 кбит/с. Достигаются большие скорости передачи, даже до 150 кбит/с. Оплата услуги может быть связана с объемом нагрузки. GPRS обеспечивает услуги *Point-to-Multipoint* (Многоадресная передача) и SMS неограниченной длины. Для введения в сеть услуг GPRS требуются новые аппаратные и программные средства в сети GSM. Аппаратные средства содержат два новых узла (SGSN, *Serving GPRS Support Node* - Узел поддержки обслуживания GPRS, и GGSN, *Gateway GPRS Support Node* - Шлюзовой узел поддержки в GPRS), а также модуль PCU (*Packet Control Unit* – Модуль управления пакетами) в узле BSC.

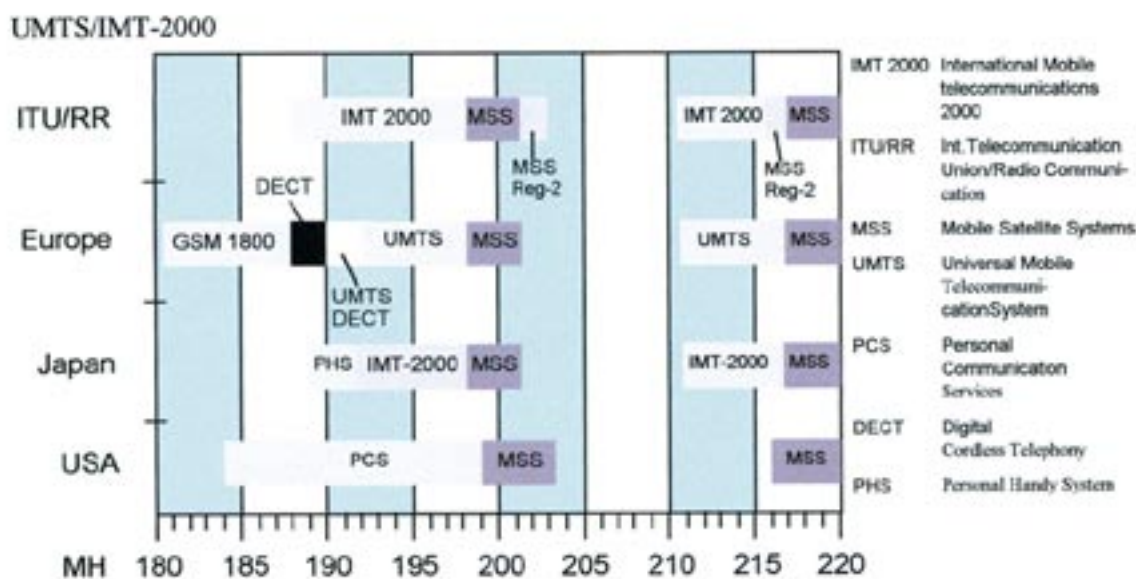
### 3.4.3 Улучшенные скорости передачи данных

Услуга улучшенных скоростей передачи данных EDGE (*Enhanced Data rates for the GSM Evolution*) служит для дальнейшего усовершенствования сети GSM согласно запросам новой генерации. Речь идет лишь об изменении техники модуляции в сети GSM. Это значит, что если вместо техники модуляции GMSK применяется техника 8PSK (*8 Phase Shift Keying* – 8 Фазовая манипуляция), скорость на одном канале достигает 48 кбит/с. Сочетанием 8 таких каналов на одной несущей возможны скорости до 384 кбит/с.

## 3.5. Будущее GSM

Поскольку только рынок Интернет ширится быстрее, чем рынок мобильных сетей, в настоящее вре-

Рис. 13. Выделенные частотные спектры



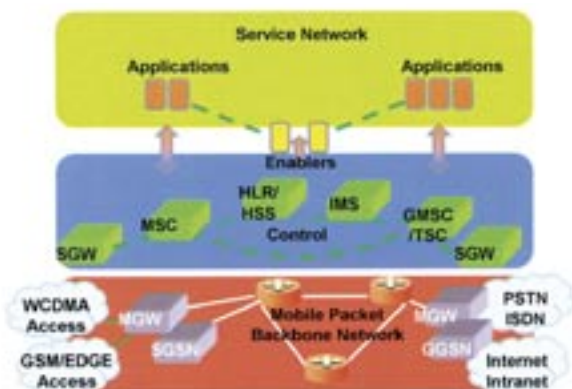


Рис. 14. Слоистая архитектура основной сети UMTS

мя вкладываются огромные усилия в преобладание технических ограничений второй генерации, чтобы обеспечить непрерывность такой тенденции. В мобильных сетях все еще доминирует передача речи, хотя скорости передачи данных значительно увеличились. Вопреки ожидавшейся стагнации общего числа абонентов, их качественный и количественный рост и далее продолжается. В развитых странах речевая нагрузка увеличивается за счет продления длительности разговоров, а что еще важнее, быстрая передача большого количества данных становится все значительнее. Центр внимания операторов постепенно будет перемещаться с передачи речи на передачу данных, поэтому развитие технологии передачи данных в мобильных сетях чрезвычайно важно. Успешность стандарта

GSM основывается на его гибкости, поэтапном развитии, которое содействует быстрой реакции на запросы рынка и развитие технологии. Услуги HSCSD, GPRS и EDGE до сих пор соответствовали важным требованиям скоростной передачи больших количеств данных. Введение сетевых элементов GPRS подготавливает сети GSM к введению третьей генерации мобильных сетей. Однако стандарт GSM будет доминировать до тех пор, пока большинство пользователей не будет использовать системы третьей генерации, которые еще в начальной стадии развития.

#### 4. UMTS (3-я генерация) – будущее уже началось

Все большая потребность в услугах передачи данных, в любое время и на любом месте, была главным мотивом развития Универсальной системы мобильной связи - UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*). Доныне для объединения в сеть нам требовалась стационарная линия, и наша мобильность была лимитирована длиной провода, которым мы были к ней подключены. Услуга GPRS это исправила, но только с введением UMTS окончательным пользователям обеспечены скорости услуг, к которым они привыкли в стационарной сети. Для обеспечения этих нужных высоких скоростей передачи в UMTS используется новая радио технология WCDMA - Широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов (*Wideband Code Division Multiple Access*).

Начало введения технологии UMTS было довольно бурным. Вспомним лишь огромных сумм денег, упла-

#### WCDMA Radio Access Network

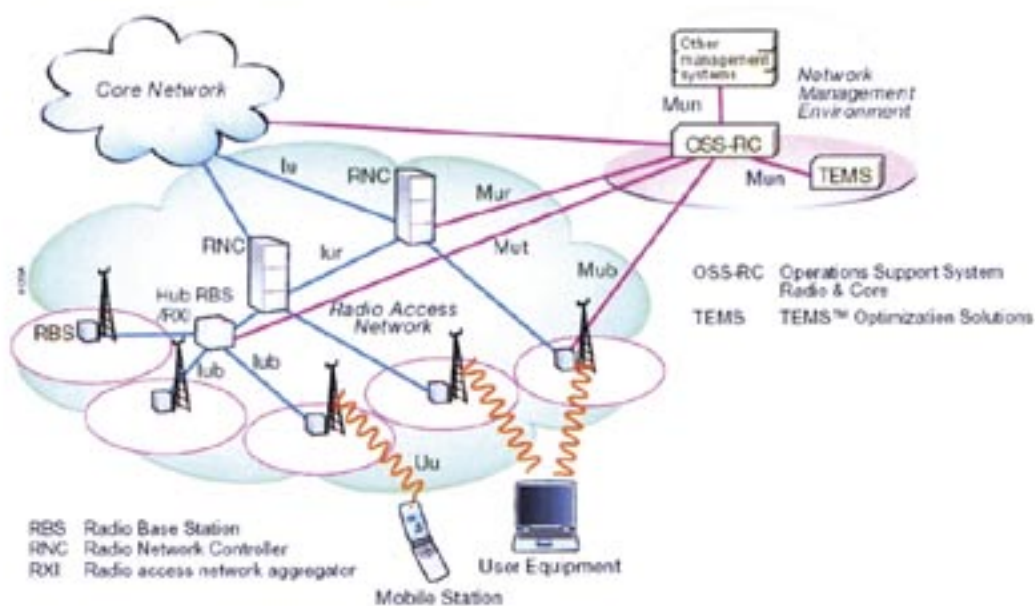


Рис. 15. WCDMA сеть доступа

ченных операторами Западной Европы за лицензии. Это замедлило само начало вложений в инфраструктуру, но все-таки, вскоре процесс начался. Во всех западноевропейских странах в настоящее время существует сеть UMTS, а и в Хорватии недавно объявлен конкурс за лицензию.

#### 4.1. Стандартизация

Стандарт UMTS начал развиваться в рамках семейства IMT-2000. IMT (*International Mobile Telecommunication – Международная мобильная связь*) это концепт, созданный Международным союзом телекоммуникаций (ITU).

Целью концепта было введение совместимых стандартов для третьей генерации мобильных сетей, использование которых предусматривается по всему свету. Для третьей генерации мобильных сетей (3G) выбраны общие для всего мира две частотные полосы: 1885 – 2025 и 2110 – 2200 МГц (Рис.13).

Чтобы ускорить IMT-2000 процесс стандартизации,

создана новая организация по стандартам для третьей генерации мобильных сетей под названием «Проект сотрудничества в создании сетей третьей генерации» - 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*). В этом Проекте, кроме ITU, находятся еще несколько региональных организаций по стандартам: T1P1 американская группа, связанная с Национальным институтом стандартизации США - ANSI (*American National Standards Institute*), затем Европейский институт по стандартизации связи - ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*), создавший стандарт GSM, Ассоциация по стандартам радио индустрии и бизнеса Японии - ARIB (*Association of Radio Industries and Businesses*), Комитет технологии связи - TTC (*Telecommunications Technology Committee*), а также Ассоциация связи из Кореи - TTA (*Telecommunications Technology Association*). На-



Рис. 16. RNC 3810

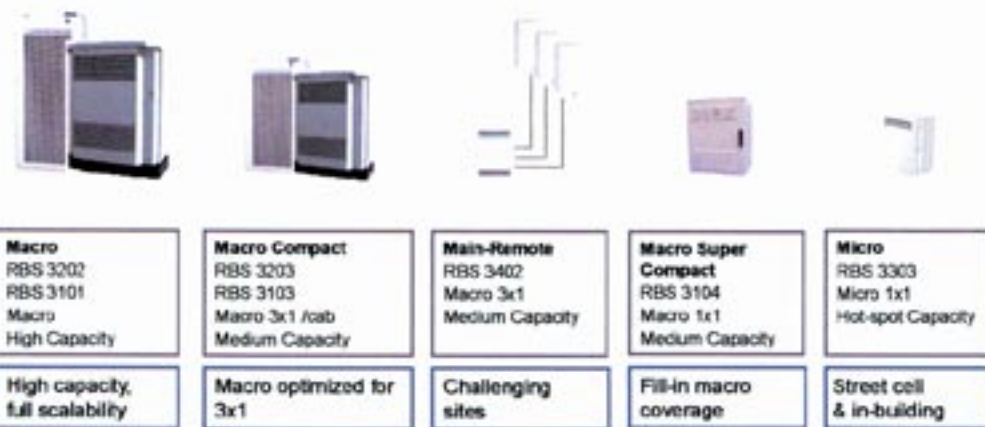
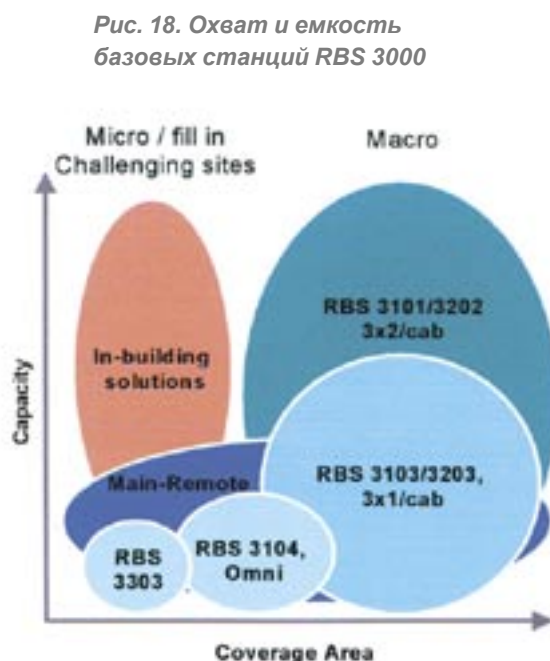


Рис. 17. Базовые станции RBS 3000

значение Проекта 3GPP - разработка технических спецификаций для мобильных систем третьей генерации, базирующихся на эволюции существующих опорных сетей GSM и новой технологии доступа в радио части (WCDMA).

Сеть UMTS должна обеспечить следующее: большие скорости передачи, высокую гибкость услуг (с поддержкой большего числа параллельных услуг переменной скорости в одной связи), улучшенную емкость/охват по сравнению с GSM, простоту реализации, сосуществование с GSM (дуальные терминалы, handover-переключение между UMTS и GSM).

## 4.2. Архитектура сети UMTS Эрикссона

### 4.2.1 UMTS основная сеть

Можно сказать, что в радио части сети UMTS произошла революция, а что касается опорной сети, она развилась из существующей опорной сети GSM. Поэтому большинство узлов в опорной сети UMTS остались теми же самыми, или получили некоторые дополнительные функции.

В сетях третьей генерации используется т.н. слоистая архитектура (Рис. 14). Такой подход позволяет разделить на отдельные слои - на слой услуг (*Service Network*), слой управления (*Control*) и слой мобильной опорной сети передачи данных (MPBN – *Mobile Packet Backbone Network*), общение между которыми осуществляется с помощью сигнализационных соединений. Таким образом, достигается независимость каждого отдельного слоя. Каждый слой можно развивать, расширять и изменять при минимальном или даже нулевом влиянии на остальную сеть. Такая открытая архитектура обеспечивает простую миграцию от существующих систем 2G к технологиям будущего.

В слое MPBN находятся узлы, которые служат для объединения и передачи физических данных, и к которым подключаются сеть доступа и внешние сети (PSTN, ISDN, *Internet*...). Слой состоит из узлов MGW (*Media Gateway* – Сопрягающий шлюз доступа), SGSN (*Serving GPRS Support Node* - Узел поддержки обслуживания GPRS), GGSN (*Gateway GPRS Support Node* - Шлюзовой узел поддержки в GPRS) и пакетной опорной сети (backbone).

Слой управления (*Control*) состоит из серверов, управляющих установлением и разъединением соединений, а также служащих для «менеджмента» пользователя и связи со слоем услуг. В этом слое находятся MSC и GMSC серверы.

В слое услуг (*Service Network*) находятся разные применения, имеющиеся в распоряжении конечных пользователей.

Основная сеть UMTS (все три слоя) состоит из двух сфер действия: коммутации каналов (CS - *Circuit Switched*) и коммутации пакетов (PS - *Packet Switched*).

Сфера CS служит для речевых услуг, а PS служит для услуг, базирующихся на пакетной передаче. В сфере PS нет больших перемен, т.е. остаются узлы поддержки GSN (*GPRS Support Node*), которые уже использовались в сетях GPRS. Заметные изменения произошли в сфере CS, где введен новый узел C-MGW (*Connectivity Packet Platform Media Gateway*). Он перенимает на себя часть функций узла MSC, связанных с управлением самими физическими соединениями (в нем сейчас находятся эхоподавители - *echo cancellers*, AMR кодер речи, оконечное оборудование физической связи и т.п.), а также дополнительно получает функцию коммутации пакетов. Узел MGW базируется на новой платформе пакетной связи CPP (*Connectivity Packet Platform*) Эрикссона, которая раньше называлась *Cello*. Узел MGW не единственный узел в сети UMTS, построенный на этой платформе. Все новые узлы в сети доступа основываются на CPP платформе.

### 4.2.2 WCDMA сеть доступа

Радио сеть доступа содержит физические объекты для управления сетью доступа и обеспечивает пользователям средства для доступа основной сети.

Главными узлами в WCDMA радио сети доступа (RAN - *Radio Access Network*) являются радио базовые станции (RBS - *Radio Base Station*), которые в терминологии 3GPP называются узлами B (*Node B*), и модули управления радио сетью (RNC - *Radio Network Controller*). Оба типа узлов построены на платформе CPP, которая разработана специально для поддержки технологии WCDMA. На рис. 15. представлена WCDMA сеть доступа, узлы и интерфейсы между ними.

Первоначальные функции доступа сосредоточены на построение сети и охват, а новые и более современные функции можно позднее без затруднений добавить на эту основу. К первоначальным функциям относятся:

- RAB (*Radio Access Bearer* – Носитель радио доступа), эта функция обеспечивает носителей речевой информации, CS и PS данных, а также обработку пользовательских данных и сигнализацию;
- Функции надзора соединения, типа paging (поисковый вызов), управление сигнализационными каналами, RAB услугами, размещением и надзором радио и остальными ресурсами, которые используют RAB;
- Функции мобильности (переключение, повторный выбор ячейки, обновление - *update* локации, и т.д.);
- Функции управления емкостью.

Платформа CPP используется во всех узлах WCDMA сети доступа (RNC, RBS и концентраторе нагрузки RXI), а также в сопрягающем шлюзе MGW в основной сети. Содержит все требуемые функции для коммутации AAL2, ATM PVC/PVP и для дальнейшей связи с сетями IP (Интернет протокол). CPP также обеспечи-

вает экономию при обучении, обслуживании и обращении с резервными частями.

Модуль управления радио сетью Эрикссона, RNC 3810 (Рис.16.), сконструирован для удовлетворения всех требований пользователей, связанных с размерами, наращиваемостью, *in-service performance* (свойства во время обслуживания), функциями, и т.д. Главные функции RNC:

- Управление и обеспечение оптимального использования радио ресурсов сети радио доступа;
- Надзор мобильности и переключения;
- Поддерживает все услуги RAB;
- Обеспечивает надзор и средства передачи сигнализации между пользователем и опорной сетью.

Общее название для WCDMA радио базовых станций Эрикссона - RBS 3000 (Рис. 17.). Семейство RBS 3000 содержит широкий диапазон различных изделий для охвата и плотно населенных городских зон, и редко населенных поселков (Рис.16.).

Семейство базовых станций RBS 3000 состоит из нескольких типов станций:

- Макро RBS большой емкости и большого охвата (RBS 3101 и RBS 3202);
- Компактный RBS малой до средней емкости и большого охвата (RBS 3103 и RBS 3203);
- Сверхкомпактный RBS малой емкости и среднего охвата (RBS 3104);
- "Main-remote" концепт для сложных локаций и решений, требующих заполнения дыр в охвате или емкости (RBS 3402 с удаленным радио модулем - RRU, *Radio Remote Units*);
- Микро RBS для решений внутри помещений "indoor" и для точек с большой нагрузкой »hot-spot«.

### 4.3. Технология WCDMA

Технология, на которой основывается третья генерация мобильных сетей в Европе, называется Широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов или WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*). Ключевыми функциями, которые должна обеспечить технология WCDMA для удовлетворения запросов на услуги UMTS, являются:

- Поддержка больших скоростей передачи (до 384 кбит/с);
- Поддержка большого числа симультанных носителей и переменные скорости передачи в каждом соединении;
- Эффективное управление мощностью, важной в системе WCDMA ради уменьшения интерференции в целой сети (а значит и увеличения емкости) и одновременного уменьшения мощности нужной для передачи сигнала (что положительно отражается на продолжительности работы аккумуляторной батареи мобильного телефона);

- Поддержка пакетной передачи.

Координация симультанного доступа большого числа пользователей постигается использованием CDMA - технологии множественного доступа с кодовым разделением каналов в радио части. CDMA это цифровая техника, в которой пользователи делят совместный частотный спектр одновременно, а пользователи отличаются друг от друга по присвоенным им кодам. Технология DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) используется для расширения частотного спектра, а в DS-CDMA (*Direct Sequence CDMA*) информация каждого пользователя расширяется по всей частотной полосе, что обеспечивается умножением единственного кода, присвоенного каждой информации, с информацией. Когда речь идет о системах WCDMA, ширина частотной полосы равна 5 МГц. Таким образом, большое число пользователей может одновременно использовать одну 5 МГц несущую.

Преимущество расширенного спектра заключается в том, что такая информация менее чувствительна на узкополосные интерференции и затухание, плотность мощности спектра уменьшена в несколько раз, а этим достигается возможность передачи информации даже и в случае повышенного уровня фонового шума. Кроме того, нет постоянного ограничения емкости (числа одновременных пользователей), главным ограничением является только увеличение уровня интерференции от других пользователей, и т.д.

Технология WCDMA использует FDD (*Frequency Division Duplex* – Дуплексная передача с частотным разделением), где *uplink* и *downlink* используют различные полосы частот для передачи данных. В системе WCDMA выбраны следующие полосы частот:

- *uplink* 1920 – 1980 МГц
- *downlink* 2110 – 2170 МГц.

WCDMA использует различные типы кодов, которые можно сгруппировать в две основные группы:

- Канальные коды OVSF (*Orthogonal Variable Spreading Factor* - Ортогональный изменяемый фактор расширения), которые используются для отделения трансмиссий одного передатчика;
- Коды шифрования (*Scrambling*), которые используются для различения разных передатчиков.

В WCDMA для модуляции используется техника квадратурной фазовой манипуляции QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*), которая отличается от техники, применяемой в GSM.

Существует еще несколько элементов, которые нужно упомянуть для более полного обзора технологии WCDMA. Самым важным является надзор мощности, особенно если речь идет о восходящей связи (*uplink*), т.к. много пользователей одновременно подключаются на одну и ту же частоту и частотную полосу, а между ними существует интерференция. Если бы в базовой

станции не было механизма надзора мощности передачи мобильных телефонов, могло бы случиться подавление сигнала пользователя, удаленного от базовой станции, сигналом пользователя, находящегося поблизости базовой станции, т.к. его сигнал более мощный.

Новый концепт, применяемый в технологии WCDMA, называется "soft handover"- мягкое переключение. При переходе пользователя из одной в другую ячейку, он связан с обеими базовыми станциями, обеим посылает данные, и обе контролируют мощность передачи мобильного оборудования связи пользователя (речь может идти и о нескольких базовых станциях или о нескольких секторах базовой станции). Преимущество мягкого переключения (*soft handover*) заключается в том, что пользователю ни на секунду не прерывается соединение, в отличие от твердого переключения (*hard handover*) в GSM. Один из недостатков технологии WCDMA связан именно с мягким переключением, т.к. пользователю, находящемуся в таком положении, на короткое время требуются ресурсы нескольких ячеек, а это в какой-то мере снижает емкость всей системы.

Есть еще один важный элемент, так называемое, »дыхание« ячеек. Если сравниваем с традиционным множественным доступом с временным разделением каналов TDMA, охват в WCDMA зависит от нагрузки ячейки. С увеличением нагрузки, увеличивается и интерференция, а позволенное расстояние между базовой станцией и мобильным оборудованием пользователя уменьшается. В системе с изменяемым уровнем нагрузки это вызывает или увеличение, или уменьшение ячеек. Этот эффект называется »дыхание« ячеек.

#### 4.4. Эволюция технологии WCDMA

Технология HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access* – Скоростная нисходящая линия связи с пакетным доступом) это улучшенная или, лучше сказать, еще более развитая технология WCDMA. С помощью технологии HSDPA пиковые скорости передачи данных достигнут 14 Мбит/с и емкость системы увеличится в три раза. Введение технологии HSDPA требует минимальных перемен архитектуры сети.

Коммерческий тип системы WCDMA компании Эрикссон очень хорошо подготовлен для введения HSDPA, т.к. архитектура сети доступа сконструирована с расчетом на будущие функции и улучшенную емкость. Основная архитектура поддерживает HSDPA и в данное время считается, что потребуется замена одной или двух печатных плат в базовых станциях, а также дополнительное программное обеспечение для всех узлов сети доступа.

## 5. Вывод

Развитие электроники в 70-х годах двадцатого столетия обеспечило возможность создания мобильного пользовательского оборудования связи, что вызвало стремительное развитие мобильной телефонии. Первые системы использовали простую, аналоговую частотную модуляцию, FM. Затем системы мигрируют в направлении цифровых и более современных техник модуляции, которые, наряду с множеством новых услуг, вызвали настоящий бум в мобильной связи. Мобильность и возможность доступа релевантной информации с любого места и в любое время являются главными характеристиками современных услуг телекоммуникаций.

### Сокращения

#### **3G Third Generation (of Mobile Telephony)**

- Третья генерация (мобильной связи)

#### **3GPP Third Generation Partnership Project**

- Проект сотрудничества в создании сетей третьей генерации

#### **ANSI American National Standards Institute**

- Национальный институт стандартизации США

#### **ARIB Association of Radio Industries and Businesses**

- Ассоциация по стандартам радио индустрии и бизнеса Японии

#### **BS Base Station**

- Базовая (радио) станция

#### **CDMA Code Division Multiple Access**

- Множественный доступ с кодовым разделением каналов

#### **CPP Connectivity Packet Platform**

- Платформа пакетной связи

#### **CS Circuit Switched**

- Техника коммутации каналов

#### **DS-CDMA Direct Sequence CDMA**

- Прямая последовательность CDMA

#### **DSSS Direct Sequence Spread Spectrum**

- Технология расширения частотного спектра

#### **EDGE Enhanced Data GSM Environment**

- Эволюция GSM с улучшением скорости передачи данных

#### **ETSI European Telecommunication Standard Institute**

- Европейский институт по стандартизации связи

#### **FDD Frequency Division Duplex**

- Дуплексная передача с частотным разделением

#### **GGSN Gateway GPRS Support Node**

- Шлюзовой узел поддержки в GPRS

#### **GPRS General Packet Radio Service**

- Общие услуги пакетной передачи радиосвязью

#### **GSM Global System for Mobile Communications**

- Глобальная система мобильной связи

#### **HSDPA High-Speed Downlink Packet Access**



- Скоростная нисходящая линия связи с пакетным доступом  
**HTTP HyperText Transfer Protocol**
- Протокол передачи гипертекстовых файлов  
**IMT International Mobile Telecommunication**
- Международные мобильные телекоммуникации  
**IP Internet Protocol**
- Интернет протокол  
**ITU International Telecommunication Union**
- Международный союз телекоммуникаций  
**LAN Local Area Network**
- Локальная вычислительная сеть  
**MGW Media Gateway**
- Сопрягающий шлюз доступа  
**MS Mobile Station**
- Мобильный телефон, мобильное оборудование пользователя  
**MSC Mobile Switching Center**
- Центр коммутации мобильной связи  
**MTX Mobile Telephone Exchange**
- Станция мобильной телефонной связи  
**NMT Nordic Mobile Telephone System**
- Скандинавская система мобильной телефонии  
**OVSF Orthogonal Variable Spreading Factor**
- Ортогональный изменяемый фактор расширения  
**PAP Push Access Protocol**
- Протокол доступа PAP  
**PS Packet Switched**
- Техника коммутации пакетов  
**QPSK Quadrature Phase Shift Keying**
- Квадратурная фазовая манипуляция  
**RAB Radio Access Bearer**
- Носитель радио доступа  
**RAN Radio Access Network**
- Сеть радио доступа  
**RBS Radio Base Station**
- Радио базовая станция  
**RNC Radio Network Controller**
- Модуль управления радио сетью  
**SGSN Serving GPRS Support Node**
- Узел поддержки обслуживания GPRS  
**SMS Short Message Service**
- Услуги коротких сообщений  
**SMS-C Short Message Service Center**
- Центр услуг коротких сообщений  
**SMPP Short Message Peer to Peer**
- Система кратких сообщений между равноправными узлами ЛВС  
**SNMP Simple Network Management Protocol**
- Простой протокол сетевого управления  
**TCP Transport Control Protocol**
- Протокол управления передачей  
**TTA Telecommunications Technology Association**
- Ассоциация технологии связи  
**TTC Telecommunications Technology Committee**
- Комитет технологии связи  
**UMTS Universal Mobile Telecommunication System**
- Универсальная система мобильной связи  
**WAP Wireless Application Protocol**
- Беспроводный прикладной протокол  
**WCDMA Wideband Code Division Multiple Access**
- Широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов  
**WWW World Wide Web**
- Услуга Интернет

## Литература

- [1] Документы корпорации Эрикссон.  
[2] NMT System Description, EN/LZT 120 213 R4, Ericsson Radio Systems AB, Stockholm, 1998.  
[3] RBS Systems Overview, 2/LZB 119 1118 R2, Ericsson Radio Access AB, Stockholm, 1996.  
[4] NMT DOC 450-1, System Description, NMT Group (TeleDanmark Mobil, Danmark; Telecom Finland, Finland; Telenor Mobil, Norway; Telia Mobile, Sweden), 1997.  
[5] NMT DOC 450/900-2, Technical Specification, NMT Group (TeleDanmark Mobil, Danmark; Telecom Finland, Finland; Telenor Mobil, Norway; Telia Mobile, Sweden), 1995.  
[6] NMT DOC 450-3, Technical Specification for the Mobile Station, NMT Group (TeleDanmark Mobil, Danmark; Telecom Finland, Finland; Telenor Mobil, Norway; Telia Mobile, Sweden), 1995  
[7] The evolution from 2G to 3G, EN/LZT 123 5215 R1A, Ericsson Radio Systems AB, 1999.  
[8] GSM System Survey, LZU 108 852 R5A, Ericsson AB, 2003.  
[9] Направления развития системы GSM, ENT revija 1997. str.91-104, G. Ožbolt, H. Benčić, B Županić, 1997.  
[10] GSM Product Description, Ericsson Radio Systems AB, 2003.  
[11] BSS Description, LVX/R-00:0091, Ericsson Radio Systems AB, 2003.  
[12] Home Location Register server, EEM/TD/MX- 02: 044 Ericsson Radio Systems AB, 2002.  
[13] MSC Product Description, EED/X/X- 02:094, Ericsson Radio Systems AB 2002.  
[14] The Shosteck Group: "UMTS – When and why it will happen: Timetables and forecasts", 2003  
[15] Tim Kridel: "Next-Generation Wireless Infrastructure", Heavy Reading, May 2004

### АДРЕСА АВТОРОВ:

**Борис Жупанич**  
e-mail: boris.zupanic@ericsson.com  
Ericsson Nikola Tesla d.d.  
Krapinska 45  
p.p.93  
HR-10002 Zagreb  
Хорватия

**Миленка Гадже**  
e-mail: milenka.gadze@ericsson.com  
Ericsson Nikola Tesla d.d.  
Krapinska 45  
p.p.93  
HR-10002 Zagreb  
Хорватия

**Ана Янкович**  
e-mail: ana.jankovic@ericsson.com  
Ericsson Nikola Tesla d.d.  
Krapinska 45  
p.p.93  
HR-10002 Zagreb  
Хорватия

*Редакция приняла рукопись 15 октября 2004.*

Перевод: Надежда Племеннич