

**Ива Медвид**

Эрикссон Никола Тесла А.О., Загреб, Хорватия  
*Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia*

**Ключевые слова:**

**Высокоскоростной пакетный доступ нисходящей линией связи, HSDPA, HSDPA+**  
**Высокоскоростной пакетный доступ, HSPA, HSPA +**  
**Высокоскоростной пакетный доступ восходящей линией связи, HSUPA**  
**Улучшенная восходящая линия связи, EUL**  
**Гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета, H-ARQ**  
**Динамическое распределение кодов**  
**Кодовое мультиплексирование**  
**Квадратурная амплитудная модуляция, 16QAM**  
**Широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов, WCDMA**  
**3,5 генерация мобильных систем (3,5G)**

**Key words:**

**High Speed Downlink Packet Access, HSDPA, HSDPA +**  
**High Speed Packet Access, HSPA, HSPA+**  
**High Speed Uplink Packet Access, HSUPA**  
**Enhanced Uplink, EUL**  
**Hybrid Automatic Repeat Request, H-ARQ**  
**Dynamic Code Allocation**  
**Code Multiplexing**  
**16QAM Quadrature Amplitude Modulation**  
**Wideband Code Division Multiple Access**  
**3,5 Generation (3,5G)**

**Резюме:**

Статья содержит описание методов, с помощью которых реализуется увеличение скорости, обеспечиваемой технологией Высокоскоростного пакетного доступа в нисходящей линии связи (HSDPA - *High Speed Downlink Packet Access*), на стандарт HSDPA фаза 2 (высокоскоростная нисходящая линия связи) и наращиванием на высокоскоростной пакетный доступ восходящей линией связи (HSUPA - *High Speed Uplink Packet Access*), которая обеспечивает высокоскоростную восходящую линию связи и комбинацию высокоскоростной нисходящей и восходящей линией связи. Конкретно, скорость увеличивается с 1,8 Мбит/с или 3,6 Мбит/с на 7,2 Мбит/с в нисходящей линии связи (HSDPA фаза 2), и с 384 Кбит/с на 1,4 Мбит/с (в будущем до 5,6 Мбит/с) в восходящей линии связи (HSUPA). Актуальность этой темы подтверждается тем, что таким наращиванием возможности пакетного доступа по мобильным сетям достигли, а в некоторых сегментах и опередили, возможности предлагаемых на рынке xDSL технологий.

**Abstract:**

This article deals with methods required to achieve acceleration of packet access speeds in the upgrade from High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) to HSDPA stage 2, and High Speed Packet Access (HSPA) upgrade option, which enables high speed uplink packet access. In figures, we are dealing with speed upgrade from 1.8 Mbps/3.6 Mbps to 7.2 Mbps in downlink speed (HSDPA phase 2), and from 384 Kbps to 1.4 Mbps (5.6 Mbps in the future) in uplink speed (HSUPA - *High Speed Uplink Packet Access*). This is currently interesting because with this upgrade, mobile network packet access features and speeds have reached, and in some areas, exceeded those of currently market-available xDSL technologies.

**1. Введение**

В соответствии с первичным назначением широкополосного множественного доступа с кодовым разделением каналов (WCDMA – *Wideband Code Division Multiple Access*) развиваются и функции Универсальной системы мобильной связи (UMTS - *Universal Mobile Telecommunications System*). Развивается сам характер мобильных коммуникаций, и внимание с речевых коммуникаций постепенно переходит на мультимедийные услуги, что пользователям открывает новые перспективы использования уже существующих услуг, и возможность расширения спектра широкополосных услуг.

После недавнего наращивания возможностей технологии Высокоскоростного пакетного доступа нисходящей линией связи (HSDPA - *High Speed Downlink Packet Access*) и постижения скорости 1,8 Мбит/с - 3,6 Мбит/с в нисходящей линии связи, HSDPA фаза 2 является следующим шагом на пути наращивания уже существующей UMTS/HSDPA сети (детально описана в журнале *Revija*, 1/2006), обеспечивая скорости до 7,2 Мбит/с - 14,4 Мбит/с в нисходящей линии связи.

Технология HSPA описана в шестой ревизии документов 3GPP, Проект сотрудничества в создании сетей третьей генерации (*Third Generation Partnership Project, Release 6*).

Ниже перечислены актуальные в данное время технологии передачи данных по мобильным сетям:

UMTS - в Хорватии первая сеть UMTS реализована в 2001 году, обеспечивает скорости до 384 Кбит/с по нисходящей линии;

HSDPA - наращивание сети UMTS на 1,8 Мбит/с в нисходящей линии связи, в Хорватии первая сеть HSDPA появилась в апреле 2006 года;

HSDPA фаза 2 (HSDPA stage 2) – наращивание HSDPA на максимальную скорость 7,2 Мбит/с в нисходящей линии связи (в 2007 году);

HSUPA - представляет наращивание скорости высокоскоростной восходящей линии связи до 1,4 Мбит/с;

HSPA - представляет комбинацию HSDPA фаза 2 (HSDPA stage 2) и HSUPA, т.е. пока обеспечивает скорость до 7,2 Мбит/с, точнее 7,4 Мбит/с по нисходящей и 1,4 Мбит/с по восходящей линии связи.

Кроме вышеперечисленной терминологии, в литературе также используются термины:

HSDPA+ и HSDPA фаза 2,

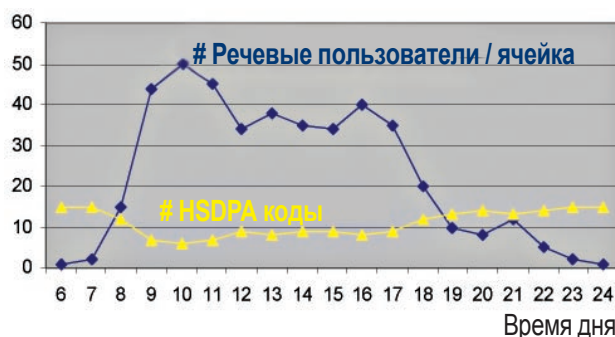
EUL - HSUPA,

HSPA+ – этот термин охватывает HSDPA фаза 2 и HSUPA.

Предыдущее наращивание сети UMTS технологией HSDPA обеспечивает следующие возможности:

- использование до 5 кодов по несущей частоте ячейки;
- постоянное распределение кодов;
- скорости до 1,8 Мбит/с в нисходящей линии связи по несущей частоте ячейки при использовании квадратурной фазовой модуляции, QPSK;
- скорости до 3,6 Мбит/с в нисходящей линии связи по несущей частоте ячейки при использовании квадратурной амплитудной модуляции, 16 QAM;
- до 16 пользователей по несущей частоте ячейки;
- скорости до 384 кбит/с в восходящей линии связи по несущей частоте ячейки.

Так как первая фаза технологии HSDPA детально описана в номере журнала Revija1/2006, во введении данного номера предлагаем лишь беглый обзор улучшенных функций в нисходящей линии связи, в результате введения которых



**Рис. 1. Разделение имеющихся кодовых ресурсов между HS и R99 пользователями**

сейчас достигаются скорости до 7,2 Мбит/с, а в будущем и до 14,4 Мбит/с. Простым наращиванием программных средств уже существующей сети UMTS/HSDPA более передовой технологией HSPA (т.н. HSUPA, HSDPA фаза 2), получена возможность использования даже 79 новых или улучшенных характеристик, которые значительно увеличивают скорости пользователей и емкостные возможности сети. По сравнению с R99, эта технология увеличила емкостные возможности даже за 100-200%, а время ожидания (*latency*) уменьшено до 70 мс. Ниже перечислены некоторые из главных улучшений в нисходящей линии связи, которые, в конечном итоге, обеспечивают упомянутые увеличения скорости и емкости:

1. **ВОЗМОЖНОСТЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ ДО 32 HSDPA ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПО НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЕ ЯЧЕЙКИ;**
2. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 10 ИЛИ 15 КОДОВ ПО НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЕ ЯЧЕЙКИ С ДИНАМИЧЕСКИМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ КОДОВ (DYNAMIC CODE ALLOCATION).**

Использование динамического распределения увеличивает число свободных кодов для потребностей нагрузки R99. Так как речевая коммуникация имеет преимущество перед R99 коммуникацией данными и HS (высокоскоростной) нагрузкой, в случаях большой речевой нагрузки в сети, коды, прежде всего, предоставляются речевой нагрузке и R99 передаче данных, а остаток может быть предоставлен HS нагрузке. Эффективность динамического распределения кодов значительно увеличивается при использовании кодового мультиплексирования.

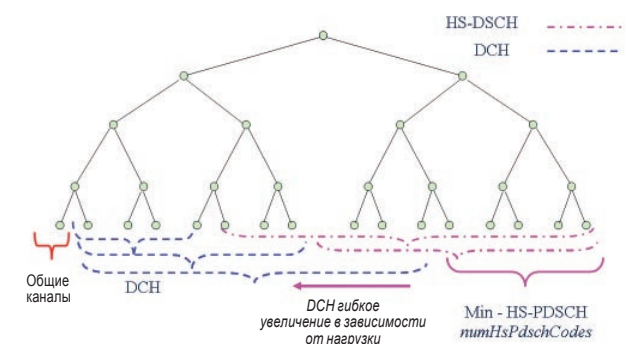
Актуальная ревизия программного обеспечения компании Эрикссон поддерживает предоставление до 15 HS-PDSCH кодов по несущей частоте ячейки.

Динамическим распределением кодов управляет базовая радиостанция (RBS – *Radio Base Station*), которая обеспечивает:

- реализацию больших скоростей в нисходящей линии связи (7,2 Мбит/с при использовании 10 кодов);
- увеличение числа HS пользователей;
- использование модулей данных RLC PDU величины 656 битов.

В зависимости от числа кодов, предоставленных HS пользователю, и возможностей пользовательского оборудования, пользователь попеременно будет использовать RLC PDU величины 656 или 336 битов.

Теоретически, кодовое дерево может быть полностью





**Рис. 2. Динамическое распределение кодов**



**Рис. 3. Постоянное предоставление кодов**

использовано для HSDPA нагрузки, но если не внедрена отдельная несущая (*carrier*) для передачи HSDPA нагрузки, имеющиеся в распоряжении коды используют пользователи R99 и HSDPA (Рис. 1).

Динамическое распределение кодов (Рис. 2.) распределяет дополнительные HS-PDSCH коды в случае, если на кодовом дереве есть еще коды, или если появятся новые R99 пользователи, освобождаются HS-PDSCH коды и предоставляются новым R99 пользователям.

Кодовые ресурсы распределяются внутри базовой радиостанции RBS в зависимости от нагрузки отдельной ячейки. Ячейка с большей нагрузкой, т.е. с большим числом пользователей, получит в свое распоряжение больше кодов.

При установлении соединения пользователь получит максимально возможное в данный момент число HS-PDSCH кодов. В случае ухудшения радио условий, или при подключении новых пользователей, число предоставленных кодов динамически уменьшается.

Кроме того, с помощью параметров можно определить инициальное число HS-PDSCH кодов, которые получит пользователь при установлении соединения, в зависимости от качества радио условий и емкостных возможностей.

**Динамическое распределение кодов это уникальное решение компании Эрикссон, которое позволяет передачу различных типов нагрузки (HS, R 99, речь), и уменьшает потребность введения дополнительной несущей частоты ячейки.**

Эта функция, по сравнению с постоянным предоставлением

кодов (Рис. 3.), значительно улучшает характеристики услуги окончному пользователю, а операторам обеспечивает более эффективное использование кодовых ресурсов и ресурсов мощности.

**3. КОДОВОЕ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕ**

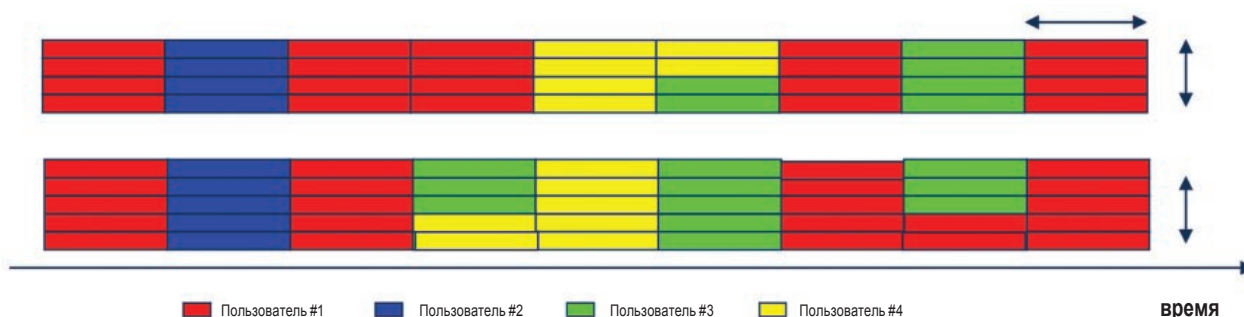
В интервале времени передачи TTТ (2 мс), до четырех пользователей одновременно может быть мультиплексировано на HS-DSCH канале, т.е. четыре пользователя могут посылать информацию, используя распределенные коды.

Числом мультиплексированных пользователей (1-4) можно управлять с помощью параметров (Рис. 4).

Кодовое мультиплексирование невозможно в случае:

- большого числа R99 пользователей в ячейке, (нагрузка R99 имеет преимущество перед нагрузкой HS);
- если предоставленная кодовая емкость при установлении соединения больше или равна максимальному числу HS-PDSCH кодов по несущей частоте;
- если параметр, которым задается число мультиплексированных пользователей, равен 1.

Кодовое мультиплексирование обеспечивает возможность использования всех имеющихся в распоряжении кодов в интервале времени передачи TTТ, даже в случаях, если оборудование пользователя не поддерживает максимальное число кодов. Например, три пользовательских терминала, которые поддерживают до 5 кодов, могут быть одновременно обслужены в течение одного интервала передачи, TTТ.



**Рис. 4. Кодовое мультиплексирование HS пользователей**

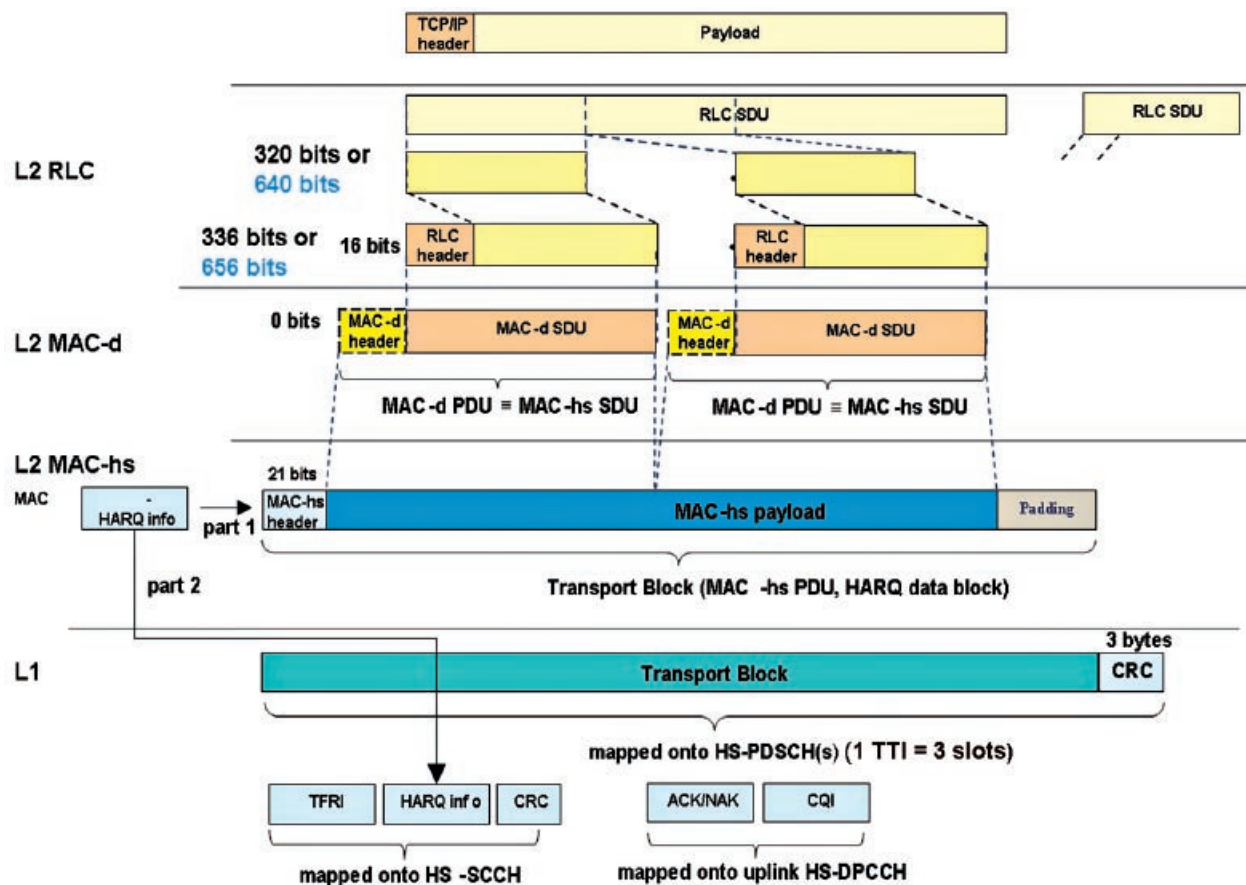


Рис. 5. RLC PDU величины 336 и 656 битов

Такие характеристики значительно увеличивают число HS пользователей в ячейке, а также пропускную способность ячейки.

#### 4. RLC PDU, МОДУЛИ ДАННЫХ ВЕЛИЧИНЫ 656 БИТОВ

В первой фазе реализации технологии HSDPA было возможно распределение 5 кодов на радиоинтерфейсе, а так как распределение кодов непосредственно влияет на скорости пользователей, первая версия HSDPA требовала поддержку пропускной способности равную ~4 Мбит/с на уровне управления радио связью, RLC.

Вторая фаза реализации поддерживает распределение до 15 кодов. Чтобы обеспечить пропускную способность на уровне RLC до 13 Мбит/с, на уровне управления доступом к среде передачи (MAC-d) требуется использовать модули данных протокола (PDU) величины 656 битов (Рис. 5).

В технологии HSDPA фаза 2 есть возможность использования двух величин пакетов RLC PDU, 336 или 656 битов. Выбор величины PDU пакета возможен для пользователей нагрузки HSDPA и непосредственно зависит от числа кодов, которые находятся в распоряжении отдельного пользователя, и параметра, которым регулируется эта возможность, находящегося на самом канале HS-DSCH (Высокоскоростной канал в нисходящей линии связи, совместный для всех пользователей ячейки).

В Таблице 1. представлен пример реализации возможных скоростей в зависимости от:

- числа MAC-d PDU – K;
- типа модуляции – QPSK или 16 QAM (0 = QPSK, 1 = 16 QAM);
- числа используемых кодов;
- числа битов в транспортном блоке TBS (*Transport Block Set*).

Очевидно, что большее число модулей данных протокола (PDU – *Protocol Data Unit*) и система телефонного широковещания (TBS – *Telephone Broadcasting System*) требуют большей мощности для передачи от базовой станции до оборудования пользователя. Если пользователю распределено всех 15 кодов, при использовании RLC-PDU пакетов величины 640 битов и квадратурной амплитудной модуляции, 16 QAM, достигается скорость до 13,44 Мбит/с ( $42 \cdot 640 / 2 \text{ мс} = 13,44 \text{ Мбит/с}$ ) на уровне RLC.

#### 5. ГИБКОЕ ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ДОСТУПА

Объем HS нагрузки быстро увеличивается и стратегия управления доступом получает все большее значение. Поэтому, если в первой фазе применялось три алгоритма для управления доступом, а именно:

- *Round Robin* (циклический алгоритм)
- *Proportional Fair Scheduling* (алгоритм пропорциональной очередности выполнения)
- *максимальное соотношение между мощностью несущей и уровнем интерференции, C/I,*

то во второй фазе для управления доступом применяется пять различных алгоритмов:

- **ROUND ROBIN:**
  - алгоритм одинаковых возможностей пользователей, как и в первой фазе, селекция пользователей зависит от фактора запаздывания;
- **PROPORTIONAL FAIR:**
  - дает преимущество пользователям с хорошими радио характеристиками, с возможностью создания степеней сравнения преимуществ пользователей с более мощным сигналом:
  - низкая степень преимущества (*low*)
  - средняя степень преимущества (*medium*)
  - высокая степень преимущества (*high*)
- **COEFFICIENT BASED:**
  - алгоритм исключительно компании Эрикссон, дает преимущество пользователю с самыми лучшими значениями индикатора качества канала CQI (*Channel Quality Indicator*);
- **EQUAL RATE:**
  - алгоритм пытается всем пользователям предоставить одинаковую скорость передачи;
- **MAXIMUM CQI :**
  - алгоритм CQI дает преимущество пользователям с лучшим значением CQI.

Увеличенный выбор алгоритмов для управления доступом обеспечивает операторам возможность лучшего контроля HS характеристик. Вследствие резкого увеличения HSPA нагрузки, необходимо выбрать такой метод предоставления доступа, который самым лучшим образом будет содействовать улучшению характеристик нагрузки в определенной ячейке.

В будущем планируется развитие методов доступа, которые определяют приоритеты для определенного потока данных и, таким образом, улучшат характеристики оконечного пользователя. С помощью такого метода можно будет определить приоритет для, например, потоковой сессии VoIP (речевая нагрузка по сети Интернет), и нагрузки „золотого“ пользователя перед остальной нагрузкой, а операторам будет предоставлена возможность разделения предлагаемых услуг в зависимости от приложений и потребностей пользователей.

| Число MAC-d PDU | Число битов в TBS | Число кодов | QPSK / 16 QAM | RxQual Req |
|-----------------|-------------------|-------------|---------------|------------|
| 0               | 0                 | -           | -             | -          |
| 1               | 686               | 2           | 0             | 0,23       |
| 2               | 1356              | 4           | 0             | 9,99       |
| 3               | 2010              | 6           | 0             | 11,72      |
| 4               | 2677              | 8           | 0             | 12,83      |
| 5               | 3319              | 10          | 0             | 13,71      |
| 6               | 3970              | 13          | 0             | 14,44      |
| 7               | 4664              | 15          | 0             | 15,11      |
| -               | -                 | -           | -             | -          |
| -               | -                 | -           | -             | -          |
| 37              | 24659             | 15          | 1             | 28,74      |
| 38              | 25558             | 15          | 1             | 29,42      |
| 39              | 26020             | 15          | 1             | 29,83      |
| 40              | 26490             | 15          | 1             | 30,24      |
| 41              | 26969             | 15          | 1             | 30,66      |
| 42              | 27952             | 15          | 1             | 32,02      |

**Таблица 1. Влияние параметров уровня MAC на скорости передачи**

## 2. Обзор технологии HSUPA

В технологии R99 восходящая линия связи реализована на физическом уровне следующими каналами:

- DCH (*Dedicated Channel*) – выделенный канал, использующий переменный фактор распространения (SF), может быть реализован мягким переключением/хендовером (*soft handover*) и обладает возможностью внутреннего управления мощностью;
- RACH (*Random Access Channel*) – совместный канал с константным, договоренным значением фактора распространения (SF 256, 128, 64, 32), не обладает внутренним управлением мощностью и возможностью мягкого переключения.

Кроме того, в R99 метод управления доступом выполняет модуль управления радио сетью, RNC, и последствиями этого является:

- замедленное предоставление доступа пользователям;
- увеличенное запаздывание;
- более длительное время ожидания;
- процесс повторной передачи данных (*retransmission*) выполняется в RNC;
- длительность интервала TTI равняется 10/20/30/40/80 мс, в зависимости от нагрузки системы;
- скорость передачи данных в восходящей линии связи ограничена на максимально 384 кбит/с.

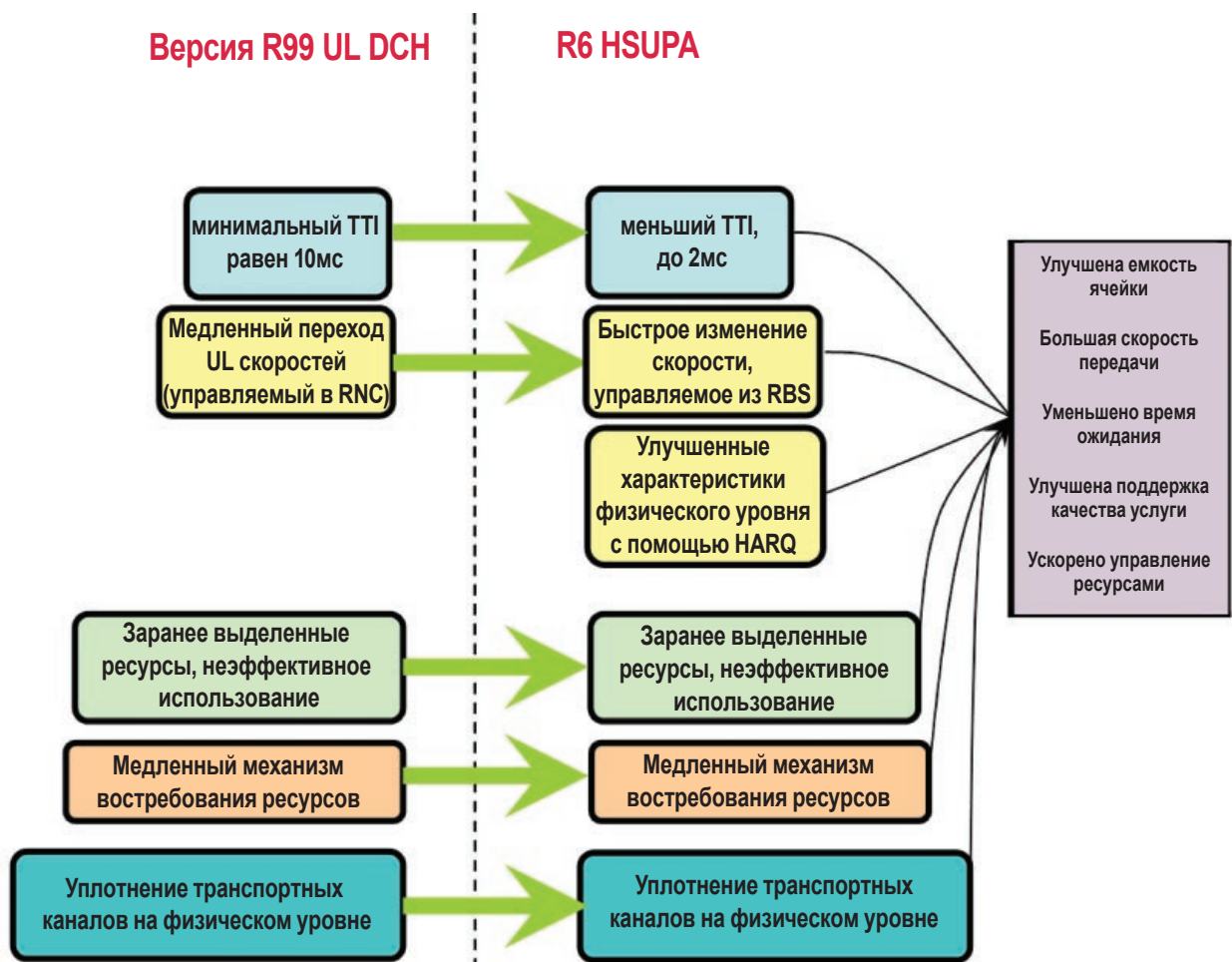
Технология HSUPA, после введения новых функций, предлагает ряд улучшений характеристик системы (Рис.6):

- большая скорость передачи данных в восходящей линии связи – обеспечивает введение и использование новых пользовательских услуг, а также более эффективное использование уже существующих;
- уменьшено время ожидания (*latency*);
- метод быстрого предоставления доступа и управление ресурсами мощности увеличивают эффективность использования ресурсов;
- возможно определение желаемого профиля качества услуги (QoS) в зависимости от типа услуги и желаемого качества передачи;
- улучшена емкость ячейки в восходящей линии связи;
- улучшен охват в восходящей линии связи для передачи данных с большей скоростью.

### 2.1. Изменения в структуре протоколов, вызванные введением технологии HSUPA

На Рис. 7. представлена структура протоколов радио интерфейса UTRAN (наземная UMTS сеть радио доступа), состоящая из трех уровней:

- физический уровень – L1
- уровень данных – L2
  - уровень управления доступом к среде передачи, MAC (*Medium Access Control*)
  - уровень управления радио связью RLC (*Radio Link Control*)
- уровень сети – L3
  - уровень управления радио ресурсами RRC (*Radio Resource Control*)



**Рис. 6. Сравнение функций систем HSUPA и R99**

### 2.1.1. Изменения в структуре физического канала

Самым нижним, физическим уровнем (L1), который предоставляет услуги верхним уровням, управляет протокол управления ресурсами, RRC (Рис. 7).

После введения технологии HSDPA на физическом уровне произошло множество перемен в течение выпуска 3GPP, так, например, увеличилось число каналов и функций уровня L1, а некоторые из функций, которые выполнялись в RNC, сейчас перемещены в узел В (NodeB).

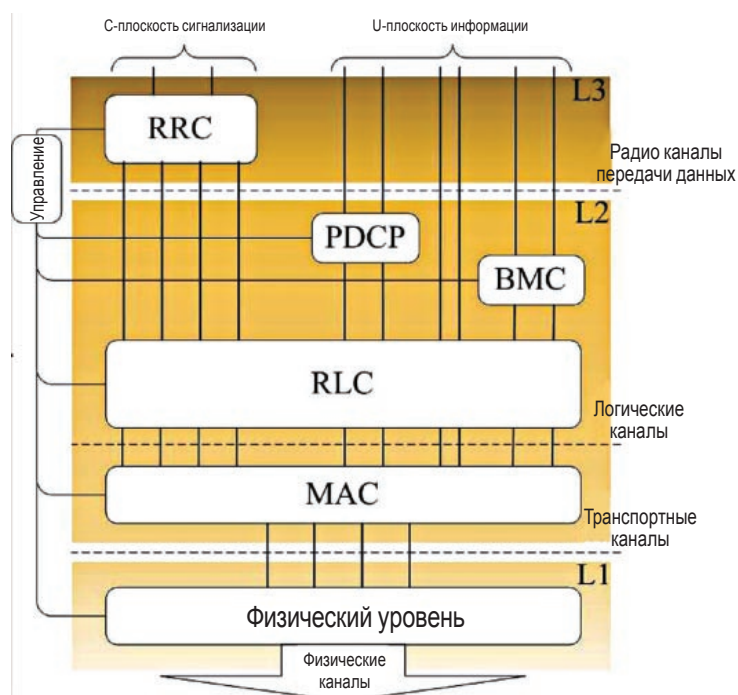
В отличие от второй фазы реализации HSDPA, в которой нет важных перемен в структуре каналов нисходящей линии связи, первая фаза (HSDPA) внесла больше всего перемен именно в структуру каналов нисходящей линии связи:

**HS-PDSCH** – канал в нисходящей линии связи, служит для передачи пользовательских данных. Использует модуляцию 16QAM или QPSK, и фактор распространения SF 16;

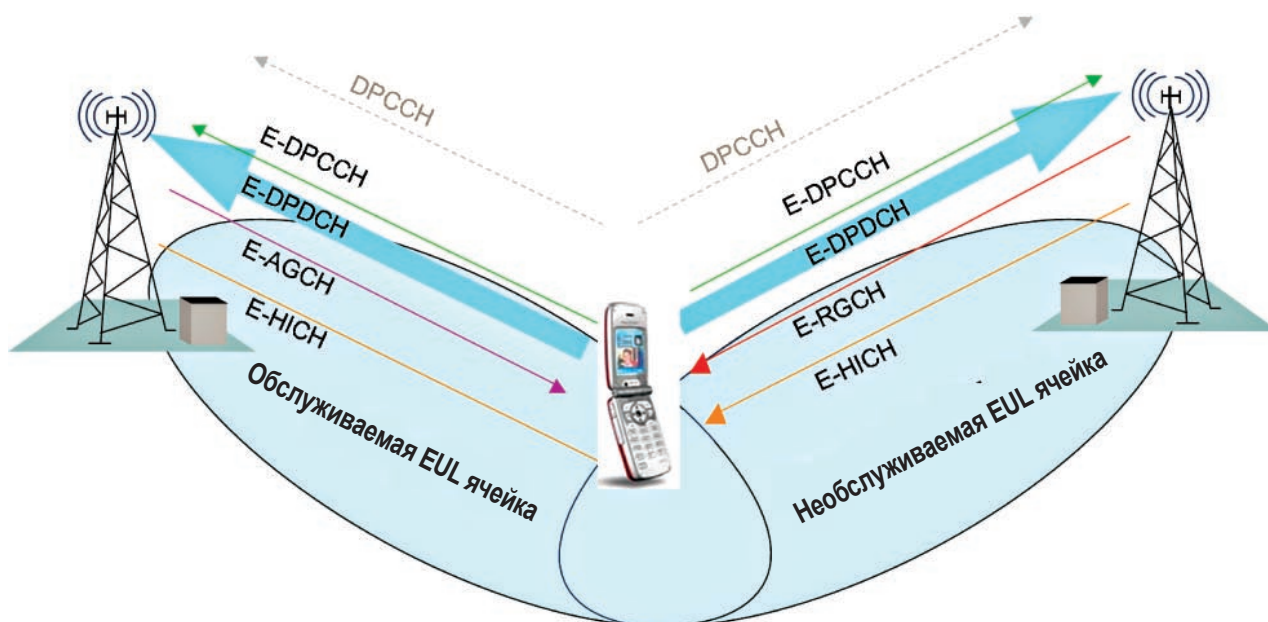
**HS-SCCH** – канал в нисходящей линии связи, служит для передачи управляющей информации;

**HS-PDSCH** – канал использует модуляцию QPSK и SF 128;

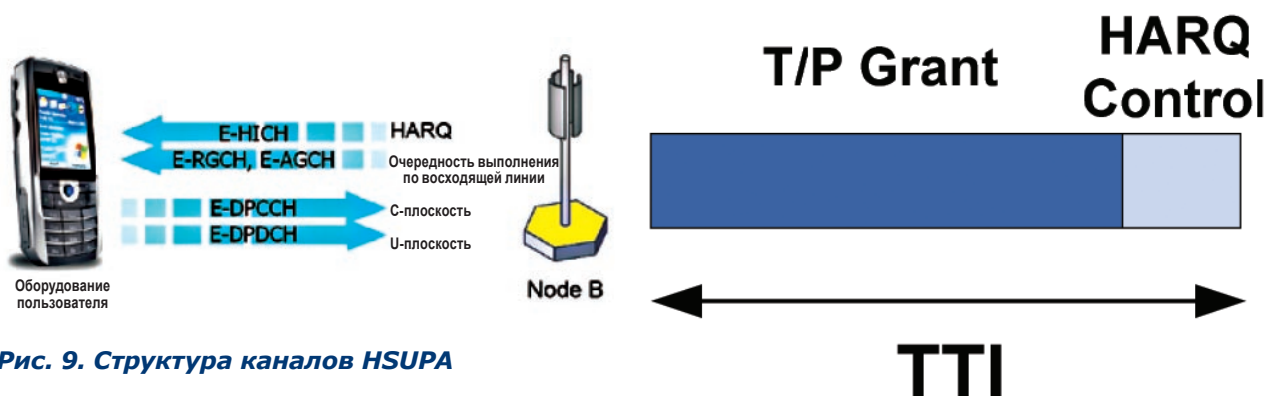
**HS-DPCCH** – управляющий канал в восходящей линии связи, используется для передачи HARQ (ACK/NACK) информации и сообщения о качестве канала, CQI.



**Рис. 7. Структура протоколов радио интерфейса UTRAN**



**Рис. 8. Конфигурация каналов в системе HSUPA**



**Рис. 9. Структура каналов HSUPA**

В восходящей связи HSUPA появились значительные перемены в структуре каналов на физическом уровне. Технология HSUPA вводит пять новых каналов (Рис. 8. и 9.):

- **E-AGCH – Enhanced Absolute Grant Channel (Рис. 10)** – канал в нисходящей линии связи, служит для передачи информации об абсолютной мощности обслуживаемой ячейки, в соответствии с которой терминал подстраивается для передачи данных.

По каналу также передается идентификационная информация о пользователе (ID-E-RNTI). Внутри ячейки может быть большее число каналов E-AGCH, а каждый из них может обслуживать одного или несколько пользователей ячейки. Канал обеспечивает постоянную скорость 30кбит/с, использует фактор распространения SF 256 и модуляцию QPSK.

- **E-RGCH – Enhanced Relative Grant Channel (Рис. 11)** – канал в нисходящей линии связи, использует SF 128 и модуляцию QPSK. Канал служит для передачи информации о сравнительной мощности (по сравнению с абсолютной мощностью) не обслуживаемой ячейки. Указывает каналу E-DCH нужно ли увеличить (*Up*), уменьшить (*Down*) или

сохранить (*Hold*) уровень актуальной мощности передачи.

- **E-HICH – HARQ Indicator Channel (Рис. 12)** – канал в нисходящей линии связи, использует SF 128 и модуляцию QPSK.

Канал служит для передачи информации о результате декодирования соответствующей нагрузки узла В в виде положительного (ACK) или отрицательного (NACK) сообщения. Этот канал функционально аналогичен каналу HS-DPCCH, который используется в HSDPA, основное отличие между ними заключается в том, что по каналу E – HICH не передается информация об индикаторе качества канала CQI, т.к. система HSUPA не использует адаптивную модуляцию.

- **E-DPDCH – Enhanced Dedicated Physical Channel (Рис. 13)** – служит каналу E-DCH для передачи пользовательских данных со скоростью до 5,76 Мбит/с. Может использовать SF: 256, 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, и двоичную фазовую модуляцию BPSK. Канал может

## Up / Down / Hold



**Рис. 11. Канал E-RGCH**

быть в мягком переключении, что, из-за интерференции в восходящей линии связи, очень существенно.

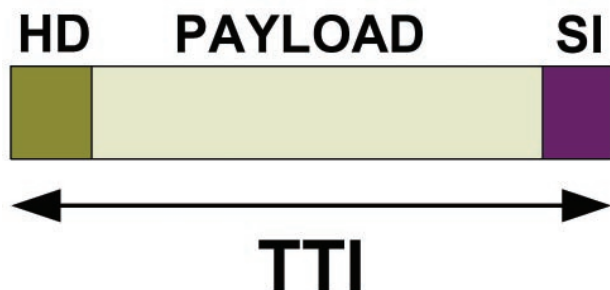
- **E-DPCCH** – *Enhanced Dedicated Physical Control Channel* (Рис. 14) – управляющий канал, присоединенный каналу E-DCH, служит для передачи управляющей информации, необходимой каналу E-DPDCH.

## ACK/NAK



**Рис. 12. Канал E-DPDCH**

- RSN (*Retransmission Sequence Number* – порядковый номер повторной передачи) 2 бита,
- E-TFC (*E-DCH Transport Format Combination*) 7 битов; UE и RBS посылают информацию о взаимной мощности передачи,
- "Happy bit" 1 бит.

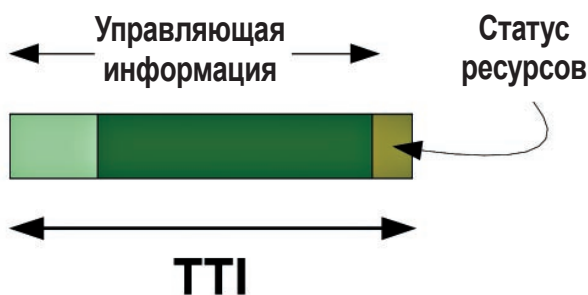


**Рис. 13. Канал E-DPCCH**

## 2.1.2. Перемены в структуре протоколов уровня данных

Уровень данных (L2) разделен на четыре подуровня:

- **Medium Access Control (MAC)** – Управление доступом к среде передачи,
- **Radio Link Control (RLC)** – Управление радио связью,
- **Packet Data Convergence Protocol (PDCP)** – Протокол конвергенции пакетных данных,
- **Broadcast/Multicast Control (BMC)** – Управление широковещанием/многоадресной передачей.



**Рис. 14. Канал E-DPCCH**

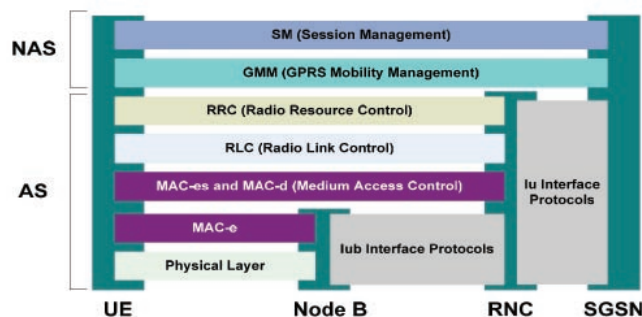
Уровень данных обеспечивает установку несущей частоты для высших уровней, а четырьмя подуровнями управляет протокол RRC.

Уровень сети разделен на две логические целостности:

- плоскость пользователя (*user plane*)
- плоскость сигнализации (*control plane*).

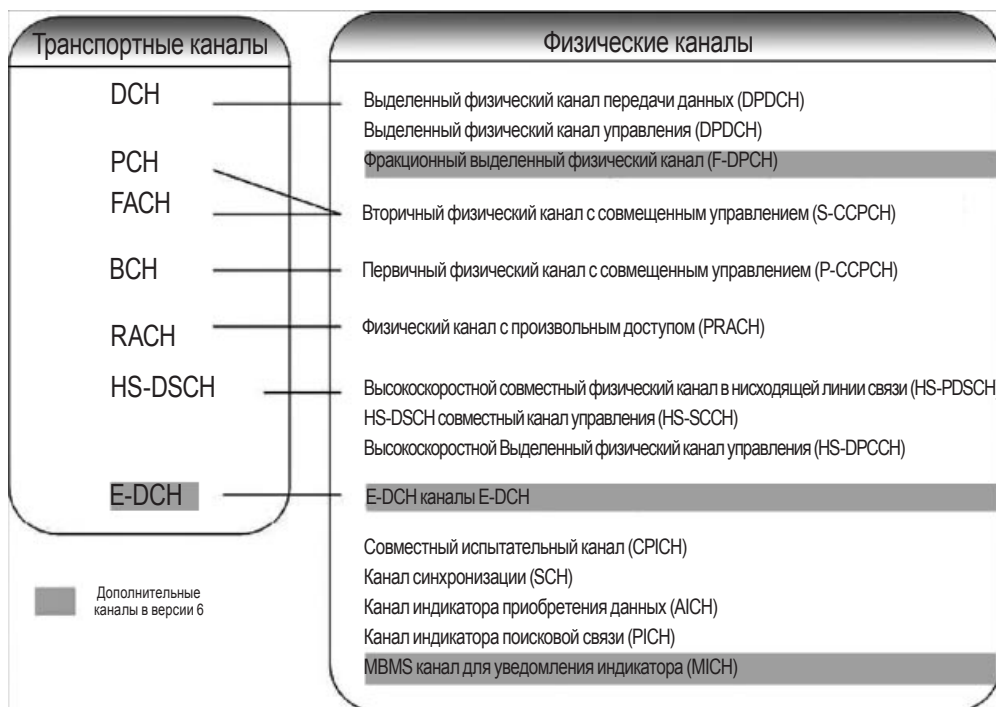
Управление радио ресурсами RRC (*Radio Resource Control*) является исключительно управляющей частью сетевого уровня, служит для установления радио интерфейса на уровнях L1 и L2, передачи информации NAS (*Non Access Stratum* –Уровень недоступности) с помощью сообщений, относящихся на управление вызовом и управление сессией. NAS сообщения непосредственно обмениваются между оборудованием пользователя (UE) и опорной частью сети (CN), Рис.15.

Темой следующих разделов статьи являются изменения в протоколах части наземной UMTS сети радио доступа (UTRAN), конкретно, увеличение функциональных возможностей и новая структура каналов.

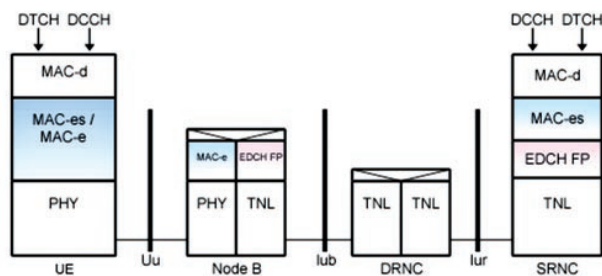


**Рис. 15. Управляющая плоскость части сети UTRAN**





**Рис. 16. Структура каналов HSUPA**



**Рис. 17. Структура протоколов HSUPA**

Введение технологии HSUPA повлияло на транспортный уровень, который расширен выделенным каналом E-DCH (Рис.16.), представляющим своеобразное расширение DCH передачи, и служащим для передачи пользовательских данных в восходящей линии связи.

По сравнению с HSDPA технологией, в которой введен уровень протоколов MAC-hs в узле В (NodeB),

технология HSUPA вводит следующие изменения в структуру протоколов: вводит уровень MAC e/es на стороне пользователя, уровень MACe на стороне узла В, и уровень MAC-e – уровень, реализованный на стороне оборудования пользователя и узла В (NodeB), служит для MAC мультиплексирования (UE) и демультимплексирования (NodeB), управления доступом (*scheduling* – очередность выполнения), HARQ, E-TFC селекции.

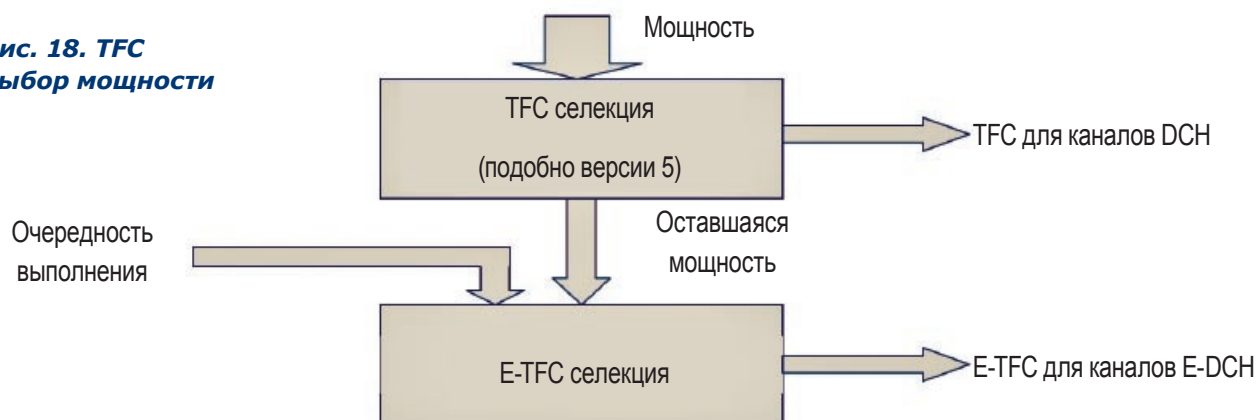
E-TFC (*E-Transport Format Combination*) каждые 10 мс выбирает мощность, которую можно использовать для передачи данных по каналу E-DCH (Рис.18).

При распределении совокупной мощности преимущество дано пользователям R99, а остаток предоставлен HS пользователям.

HS пользователям с лучшими радио условиями (значение CQI) обеспечена привилегия при предоставлении ресурсов.

MAC-es – уровень, реализован на стороне пользовательского оборудования и SRNC, частично выполняет мультиплексирование множества MACd потоков в один MAC-es поток. На стороне SRNC уровень выполняет

**Рис. 18. TFC выбор мощности**



перераспределение MAC-es потоков, демультиплексирование потоков MACd, а также перераспределение потоков MAC-d в очереди, в зависимости от характеристик QoS, которые обычно соответствуют PDP контексту, открытому на интерфейсе IuPS.

Тот факт, что канал E-DCH поддерживает мягкое переключение, требует наличия протокольного уровня MAC на стороне узла В и SRNC. MAC уровень в узле В выполняет функции, критические в отношении времени, такие как: HARQ, управление доступом, и т.д. MAC уровень в RNC выполняет функции, связанные с последовательным распределением MAC-es фреймов от одного пользователя, если он обслужен соответствующими базовыми станциями.

Внедрение новых MAC (MAC-es, MAC-e) уровней, наряду с уже реализованными функциями

в технологии HSDPA, обеспечило возможность использования новых функций, из которых самые важные обработаны в продолжение статьи.

### 3. Принципы технологии HSUPA

Учитывая то, что технология HSUPA направлена на улучшение емкости системы и скоростей передачи данных в восходящей линии связи, для осуществления желаемых характеристик она использует метод, подобный методу, используемому в технологии HSDPA. С помощью эффективного управления мощностью увеличивает скорости передачи пользователей с лучшими радио условиями, и уменьшает скорости передачи пользователей с плохими радио условиями.

Для реализации такого способа управления мощностью, технология HSUPA применяет следующие принципы (Рис.19):

- предоставление доступа в базовой станции;
- HARQ;
- приспособливание линии связи новым радио условиям;
- длина интервала времени передачи TTI = 2/10 мс;
- мягкое переключение.

#### 3.1. Быстрый гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета (HARQ)

Функциональность HARQ, представленная на Рис.20., улучшена следующими возможностями:

- быстрой повторной передачей (*retransmission*) пакетов – число попыток повторной передачи пакета можно определить с помощью параметра;
- мягким комбинированием (*soft combining*) – используя мягкое комбинирование, оборудование пользователя (UE) при передаче сообщений „экономит“ мощность, а в то же время возросла его сопротивляемость на нестабильность качества соединения.

Каждый из MAC-d потоков имеет H-ARQ профиль, в котором определено максимальное число повторных передач.

Приложения, которые не чувствительны на запаздывания, используют HARQ профиль, который им позволяет большее

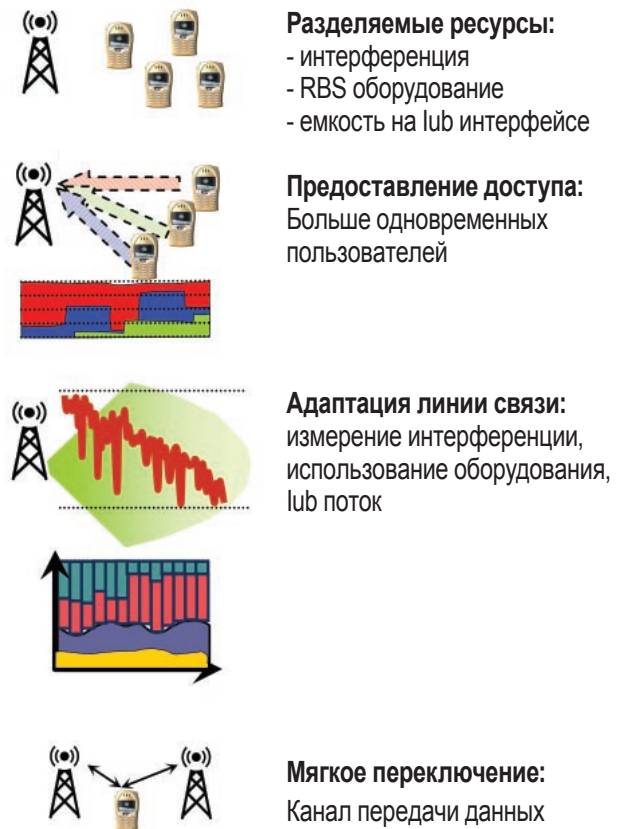
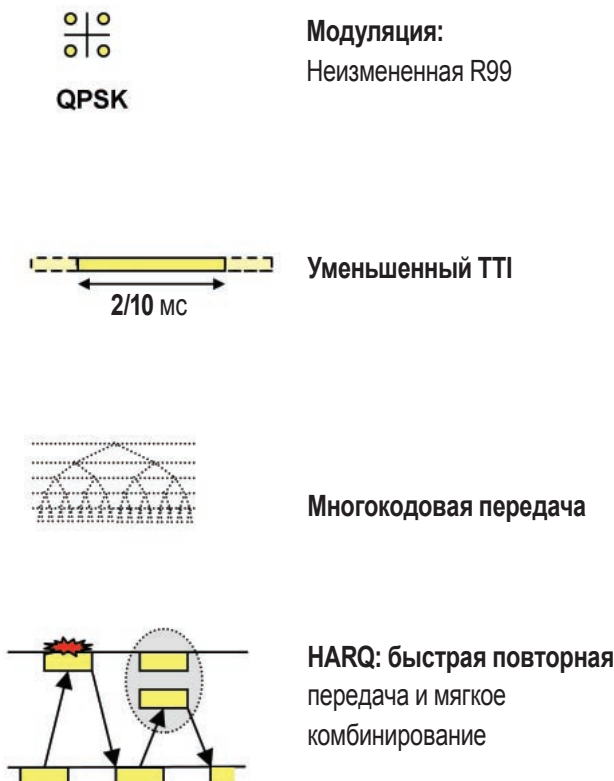
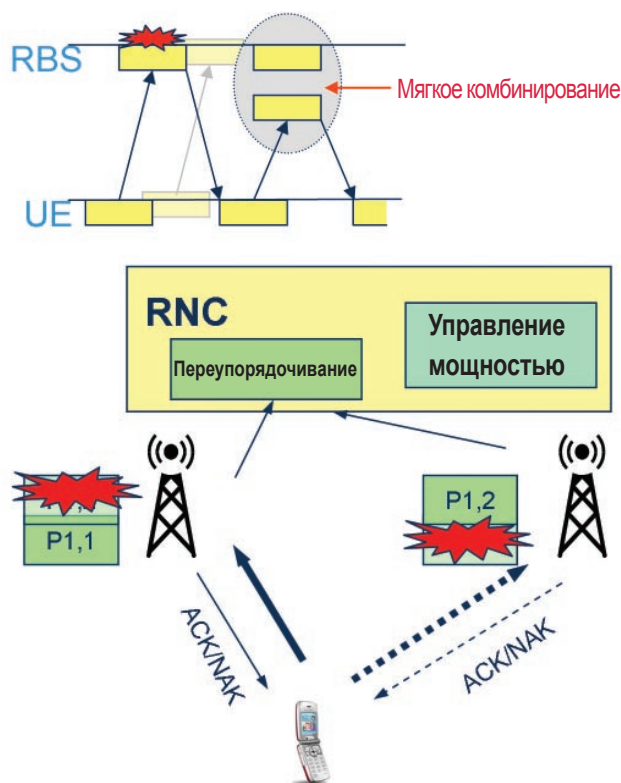


Рис. 19. Принципы HSUPA



**Рис. 20. HARQ, мягкое комбинирование**

число повторных передач пакета. Приложения, которые чувствительны на запаздывания (например, речевая коммуникация), используют профиль с меньшим числом попыток повторной передачи

### 3.2. Быстрое управление мощностью и мягкое переключение

Технология HSPA требует постоянного контроля мощности передачи, предоставленной каналу E-DCH для передачи данных. Этот контроль необходим для предотвращения перегрузки базовой станции.

Принцип быстрого управления мощностью унаследован из основных данных системы WCDMA. Мощность передачи пользовательского оборудования в прямой зависимости от скорости передачи данных. Т.е. большие скорости передачи требуют меньшего значения фактора распространения (*spreading factor*), который требует большей мощности передачи по сравнению с той, которая требуется для передачи информации с меньшей скоростью и большим фактором распространения.

Базовая станция допускает определенный уровень интерференции, однако после превышения этого уровня появляются проблемы в декодировании передачи отдельного пользовательского оборудования, UE.

Когда большее число пользователей посылают информацию одновременно, базовая станция решает проблему интерференции с помощью регулирования мощности отдельного оборудования пользователя, передающего данные по каналу E-DCH. Такая регулировка мощности передачи эквивалентна быстрому предоставлению доступа в восходящей линии связи. Другими словами, метод предоставления доступа в восходящей линии связи это механизм быстрого управления мощностью.

#### 3.2.1. Что влияет на мощность передачи

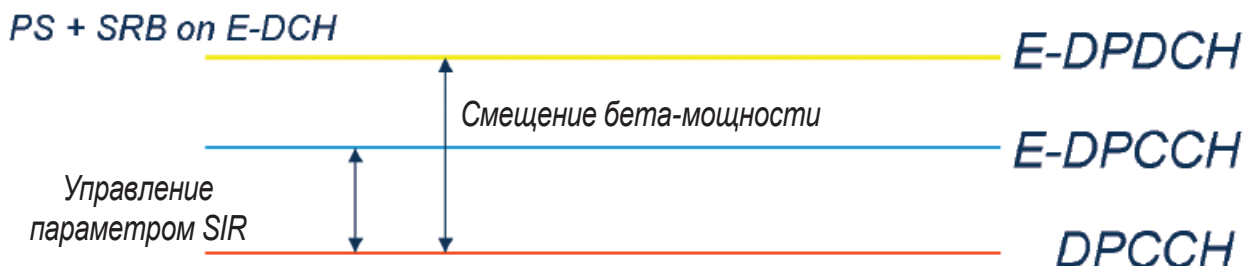
Как уже описано в предыдущем тексте, каналы E-RGCH и E-AGCH служат для управления мощностью. Каналы посылают информацию оборудованию пользователя о требующейся регулировке мощности передачи. Канал E-RGCH передает информацию о том, нужно ли увеличить или уменьшить мощность передачи, или сохранить мощность, существующую в данный момент. Посредством канала E-AGCH базовая станция посылает информацию о предусмотренной абсолютной мощности, на которой канал E-DCH должен передавать данные пользователя.

Оборудование пользователя и узел В обмениваются данными о мощности передачи с целью управления взаимной мощностью передачи. Информация посылается по выделенному физическому каналу управления DPCCCH (канал R99), мощность которого непосредственно связана с отношением между мощностью сигнала и интерференцией (*SIR – Signal to Interference Ratio*). На основании значения параметра SIR регулируется мощность канала E-DCH (*Рис.21*).

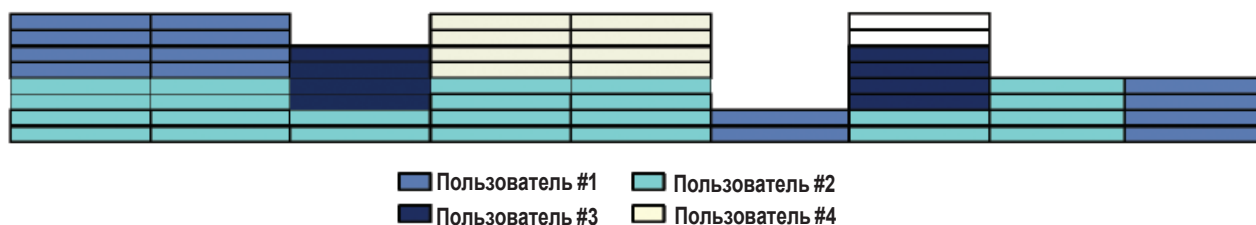
В случае ошибки, подсчитываются попытки повторной передачи и, в зависимости от их числа, меняется значение SIR, а значит и информации UE о TPC (*Transmit Power Control – Управление мощностью передачи*), т.е. о потребности уменьшения или увеличения мощности, используемой в данный момент.

#### 3.3. Предоставление доступа в восходящей линии связи

Основой метода предоставления доступа является определение скоростей пользователей на основании входных переменных о свободных ресурсах (*Рис. 22*) и в



**Рис. 21. Отношение значения SIR и мощности канала E-DCH**



**Рис. 22. Предоставление доступа в восходящей линии связи**

зависимости от желаний пользователя. Базовая станция реализует предоставление доступа (*scheduler*) в восходящей линии связи В то время как HSDPA предоставляет ресурсы HS-DSCH, метод управления доступом в технологии HSUPA предоставляет мощность передачи индивидуально каналу E-DCH, с целью предотвращения перегрузки базовой станции.

Управление доступом в технологии HSUPA распределяет неиспользованные ресурсы DCH пользователей и предоставляет их пользователям E-DCH, которые послали требование на передачу данных.

Таким образом, распределяется мощность между пользователями, получившими доступ, и приспособляются скорости передачи.

Ниже перечислены некоторые из функций метода предоставления доступа:

- определение скорости передачи, которую получит отдельный пользователь E-DCH, в зависимости от свободных ресурсов, при чем исчисление свободных ресурсов выполняется на основании входных переменных в планировщике (*scheduler*) доступа, как показано на *Рис. 24*:
  - нагрузка в восходящей линии связи на интерфейсе Uu;
  - нагрузка управления потоком на интерфейсе Iub, т.е. свободные ресурсы для всех ячеек, которые обслуживает базовая станция на данном интерфейсе;
  - свободные аппаратные ресурсы на базовой станции для всех ячеек, определенных на данной RBS;
- забота о предоставлении E-DCH пользователю минимальных ресурсов, ранее распределенных с помощью аппаратных средств;
- если пользователь потребует увеличения скорости, метод предоставления доступа попытается (в зависимости от свободных ресурсов) увеличить скорость передачи;
- если предоставление большей скорости данному пользователю невозможно без уменьшения скорости другому пользователю, метод предоставления доступа выполнит повторное распределение ресурсов.

### 3.3.1. **Очередность предоставления доступа**

Передачу требования на доступ и предоставление доступа можно кратко описать тремя основными шагами (*Рис.23*).

1) Пользователь (т.е. оборудование пользователя, UE) посылает требование на передачу пакетов.

➤ Пользователь требует ресурсы для передачи данных на основании информации о предоставлении доступа, которая в качестве входящих данных использует количество сохраненных данных и располагаемую мощность терминала.

2) Базовая станция в ответ на требование пользователя посылает информацию с вычисленной абсолютной мощности, которую пользователь может использовать, и о распределении требующихся ресурсов в восходящей линии связи.

➤ Базовая станция определяет абсолютную мощность терминала на основании наблюдения за помехами в восходящей линии связи, анализа затребованных пользователем скоростей и реальными возможностями их осуществления.

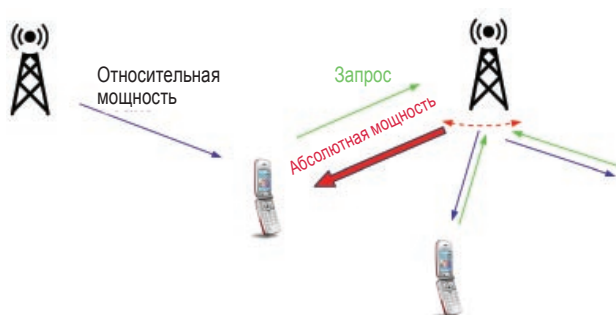
3) Предоставленную скорость пользователь использует для передачи данных в направлении базовой станции.

➤ Используя информацию об абсолютной мощности, полученную из базовой станции, пользователь, на основании имеющихся данных и собственной мощности, выбирает канал E-DCH для передачи данных и соответствующую мощность передачи.

### 3.3.2. **Приоритет при предоставлении доступа**

Как уже было упомянуто, при определении очередности пользователей, типа доступа и возможных скоростей существенными входными параметрами являются (*Рис. 24*):

- оценка нагрузки в восходящей линии связи на интерфейсе Uu;
- контроль потока на интерфейсе Iub;
- аппаратные ресурсы, точнее, число свободных элементов каналов.



**Рис. 23. Процесс предоставления доступа**

Если большее число пользователей посылает требование на предоставление доступа или увеличение скорости передачи, требования выполняются согласно заданным спискам приоритета.

Списки приоритета формируются отдельно для каждой ячейки и Iub интерфейса определенной базовой станции:

- список пользователей ячейки, например, ячейки А, зависимый от скорости на интерфейсе Uu; аналогичные списки приоритета формируются для каждой ячейки базовой станции;
- список пользователей базовой станции, зависимый от скорости на интерфейсе Iub.

Чтобы пользователю был предоставлен доступ или увеличена скорость передачи, он должен удовлетворять определенным требованиям, заданным в списках приоритетов.

Список приоритета, базирующийся на скорости передачи, предоставляет пользователю большую скорость или право доступа по следующему принципу – пользователям с самой малой скоростью обеспечен самый большой приоритет:

- пользователи с самой малой скоростью передачи на интерфейсе Uu, имеют самый большой приоритет на этом интерфейсе;
- пользователи с самой малой скоростью передачи на интерфейсе Iub, имеют самый большой приоритет на этом интерфейсе, и т.д..

Если большее число пользователей обладает одинаковым приоритетом, приоритет получает самое первое посланное требование.

### 3.4. Реализация технологии HSUPA в транспортной части сети

Введение технологии HSUPA значительно повлияло на улучшение транспортной части сети. В соответствии с качеством услуги (QoS – *Quality of Service*) класса С, которая определяется введением нагрузки HSDPA, для HSUPA определяется новый Best effort QoS класс D – класс не заданной заранее скорости, который, в зависимости от радио характеристик, модифицирует транспортные условия передачи нагрузки HSUPA.

По своей дефиниции класс D качества услуги QoS это:

- толерантный класс;
- используется для соединений с неопределенной скоростью передачи данных;
- меньшего приоритета, чем класс С нагрузки.

Нагрузку, в зависимости от типа и приоритета, можно разделять по классам качества QoS:

- для нагрузки высокого приоритета, чувствительного на запаздывания (например, речевая нагрузка), используется А класс нагрузки – жесткий (*strict*) класс, допускает запаздывание до 5 мс, описывается постоянной скоростью передачи (CBR), используется для речевых услуг (потокковые приложения с коммутацией каналов, CS, и коммутацией пакетов, PS, - PS64, CCH));
- для нагрузки меньшего приоритета используется класс В нагрузки – жесткий (*strict*) класс, допускает запаздывание

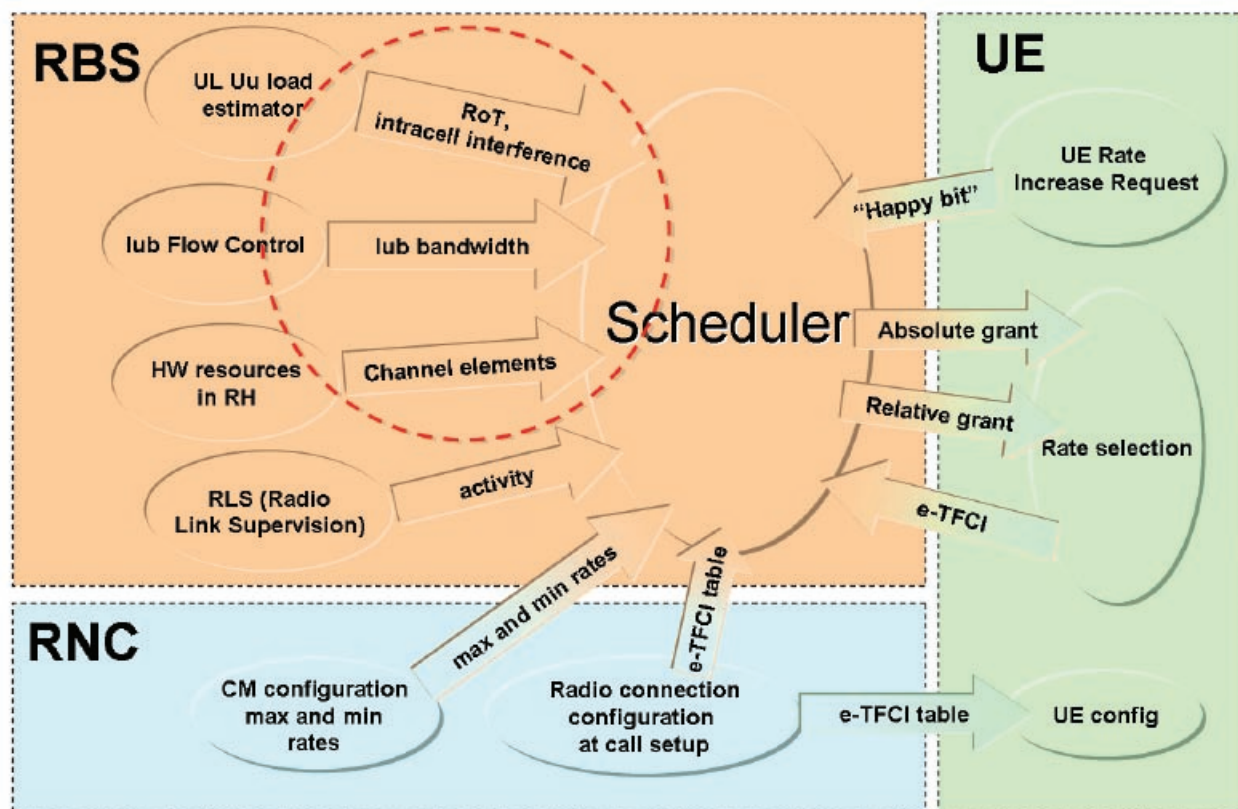


Рис. 24. Процедура предоставления доступа

до 15 мс, используется для передачи пакетных услуг (например, PS128, PS384), описывается переменной скоростью передачи (VBR);

- для нагрузки меньшего приоритета, нечувствительного на запаздывания (HSDPA) и неопределенной скорости передачи, используется класс C нагрузки, который описывается не заданной заранее скоростью передачи (UBR).

Разделение нагрузки на интерфейсе Iub обеспечивает операторам возможность самостоятельного конфигурирования Aal2 QoS класса и таким образом, отделяя HSPA пользователей, использующих класс Best effort (максимальные возможные характеристики), от DCH нагрузки, гарантировать определенные характеристики DCH пользователям.

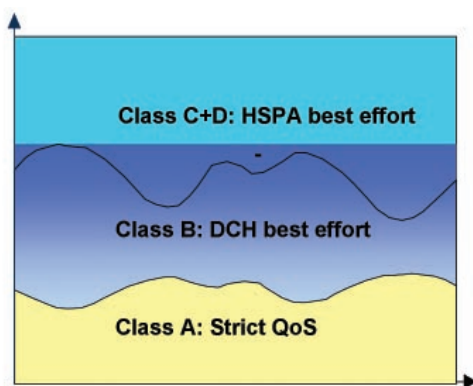
В дальнейшем тексте представлены три различных способа транспортной конфигурации, в зависимости от желаний и приоритетов операторов.

### 3.4.1. Методы реализации транспортной конфигурации

В сетях, которые поддерживают технологию HSPA, вводятся три различных способа реализации транспортной части на интерфейсе Iub:

1. отделение качества услуги двумя AAL2 каналами (Рис. 25);
2. отделение качества услуги двумя AAL2 каналами, наряду с обеспечением минимальной ширины полосы передачи для HS нагрузки (Рис. 26);

Iub емкость



3. классы A, B, C и D определены на одном и том же канале AAL2 – такая конфигурация обеспечивает полное QoS разделение нагрузки в виртуальном канале, который характеризуется постоянной скоростью передачи.

### 3.5. Перемены в сетевом оборудовании, вызванные введением функциональности HSUPA

Одним из существенных преимуществ этой технологии является возможность ее реализации на уже построенной инфраструктуре сети UMTS.

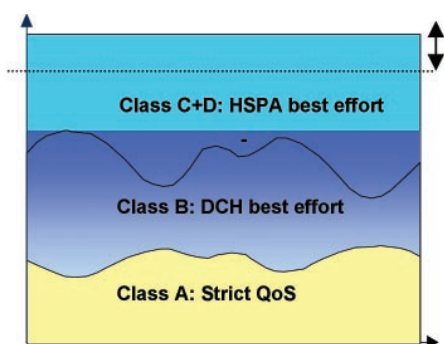
Так как функциональность HSUPA обеспечивает улучшение скоростей передачи в восходящей линии связи на радио интерфейсе, появились функциональные изменения в RNC и RBS.

С введением HSUPA установлены новые MAC объекты (MAC-e, MACes) в RNC, RBS и в оборудовании пользователя, которые выполняют функции быстрой повторной передачи, HARQ, управления доступом, мультиплексирования и демупльтиплексирования.

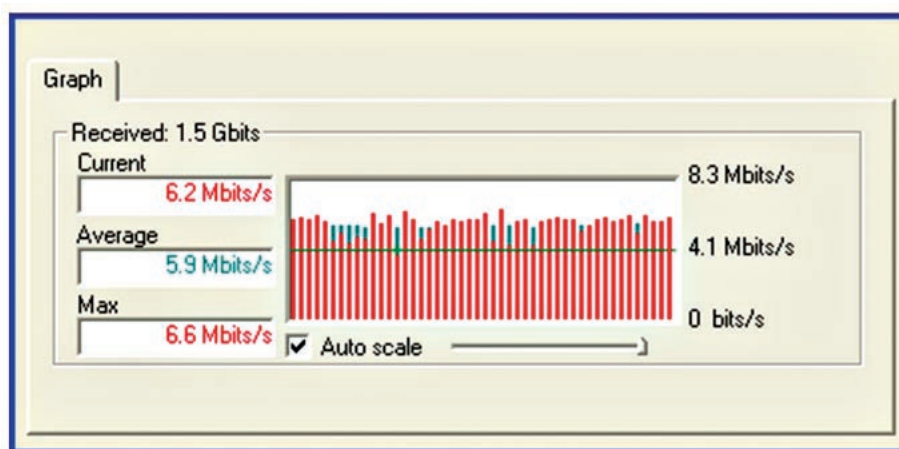
**Рис. 25. Отделение QoS двумя AAL2 каналами.** Классы A и B определены виртуальным каналом с постоянной скоростью передачи (CBR); классы C (используется для передачи HSDPA нагрузки) и D (используется для передачи HSUPA нагрузки) определены на том же самом AAL2 пути, виртуальным каналом с не заданной заранее скоростью передачи (UBR). В такой конфигурации ширина полосы передачи для HS нагрузки не обеспечена заранее.

Iub емкость

Минимальная HS скорость



**Рис. 26. Минимальные ширины полосы передачи для HS нагрузки.** Классы A и B определены на одном и том же AAL2 пути, а описаны виртуальным каналом с постоянной скоростью передачи, классы C и D определены на одном и том же AAL2 пути и виртуальном канале, который описан не заданной заранее скоростью передачи, однако обеспечивающий минимальную ширину полосы передачи для HS нагрузки (UBR+). В этой конфигурации ширина полосы передачи для HS нагрузки равна обеспеченной минимальной ширине полосы передачи.



**Рис. 27. Скорости, реализованные в нисходящей линии связи**

### 3.5.1. Влияние на элементы в Эрикссон WCDMA сети доступа

Чтобы обеспечить HSPA функциональности в RBS, обязательно требуется следующее:

- внедрить новые аппаратные средства (минимально: HS-TX15, TX3.x платы, минимально: RAX R2 платы);
- ввести новую версию программного обеспечения (минимально: P5.GA).

Если в сети реализована технология HSDPA, достаточно лишь обновить программное обеспечение версией P5 и внедрить аппаратные средства (RAX плата).

RNC требует минимальных изменений, таких как, например, обновление программного обеспечения версией P5GA.

Из выше сказанного становится ясно, что введение технологии HSPA, требующей минимальных изменений в сети UMTS/

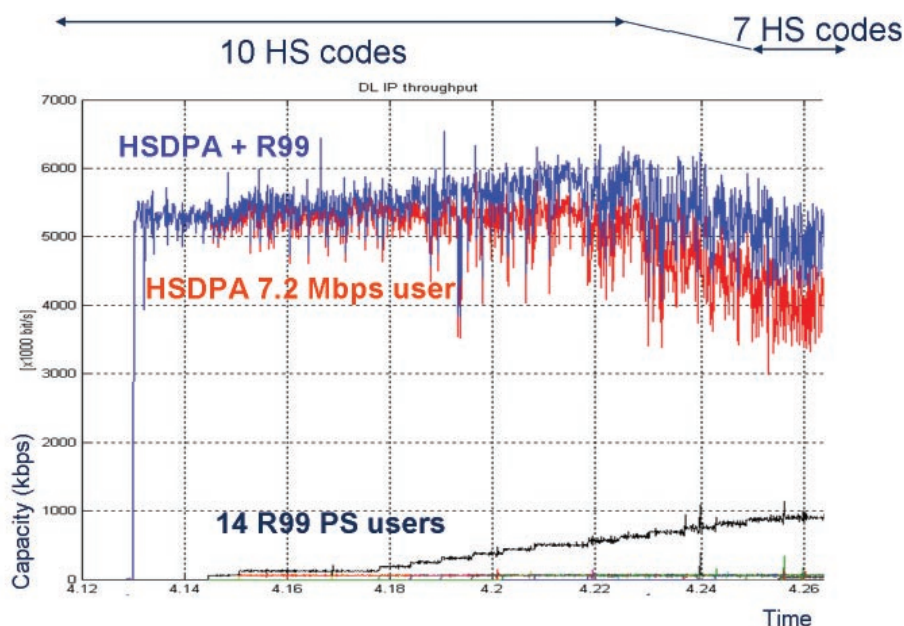
HSDPA, обеспечивает операторам возможность значительных улучшений скорости передачи данных в восходящей линии связи и реализации новых услуг, которые предоставляют полную мобильность пользователям, таким образом, обогащая и облегчая их деловую и частную жизнь.

## 4. Характеристики HSPA

Вследствие введения функциональности HSPA характеристики системы значительно улучшены, а эти улучшения можем разделить на три основные категории:

- характеристики оконечного пользователя;
- новые пользовательские услуги;
- усовершенствованные емкости системы.

Характеристики оконечного пользователя улучшены возможностью использования до 15 кодов, кодовым мультиплексированием, динамическим распределением кодов, гибкими методами предоставления доступа, повышенной мобильностью оконечного пользователя, большим числом HS пользователей.



**Рис. 28. Осуществимая емкость при совместном использовании кодовых ресурсов пользователей R99 и HS**



Рис. 29. HSUPA скорости в зависимости от охвата

Перечисленные характеристики:

- увеличивают скорость передачи до 14 Мбит/с в нисходящей линии связи; до 1,4 Мбит/с в восходящей линии связи,
- увеличивают емкость системы за +100 до 200%,
- уменьшают время ожидания на <70 мс,

и таким образом обеспечивают преимущества использования HSPA функциональности, которые становятся очевидными для конечного пользователя.

Новые пользовательские услуги, базирующиеся на технологии HSUPA, наряду с реализуемыми скоростями в восходящей линии связи до 5,6 Мбит/с (пока еще 1,4 Мбит/с), обеспечивают и целый ряд других улучшений, а именно:

- уменьшено время ожидания (*latency*) < 60 мс
- увеличена емкость (даже до 50%).

Введено даже 11 новых RAB, в данной версии введен RAB речь+HSDPA, который делает возможным одновременное использование речевой информации и коммуникации данными.

Усовершенствована емкость системы с помощью:

- функции динамического распределения кодов, которая позволяет разделить коды внутри NodeB и между пользователями R99 и HS;

- дополнительного метода активирования перехода на более низкий разряд скоростей (*downswitch*) в зависимости от пропускной способности (*throughput*), наряду с наследованными методами из предыдущих версий с зависимостью от емкости, охвата, и бездеятельности пользователя.

Компания Эрикссон Никола Тесла, одна из первых в мире, участвовала в реализации технологии HSDPA фаза 2, а первая в Европе коммерчески ее внедрила (Рис. 27).

На Рис. 28. представлена осуществимая в данное время HS емкость в нисходящей линии связи с использованием 10 или 7 кодов и амплитудной модуляции 16QAM.

Единственное решение компании Эрикссон – динамическое распределение кодов, обеспечивает возможность простого и эффективного разделения кодовых ресурсов между пользователями R99 и пользователями HSDPA.

В ближайшем будущем ожидается достижение скорости передачи в нисходящей линии связи до 14,4 Мбит/с.

В восходящей линии связи на физическом уровне (Рис. 29) при хороших радио условиях пока можно получить максимальную скорость до 1,4 Мбит/с.



Рис. 30. Оборудование пользователя HSPA



| Категория E-DCH | Макс. число каналов E-DPDCH | Минимальный SF | Поддерживаемый TTI | Пиковая скорость для TTI = 10 мс | Пиковая скорость для TTI = 2 мс |
|-----------------|-----------------------------|----------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Категория 1     | 1                           | SF 4           | 10 мс              | 711 кбит/с                       | -                               |
| Категория 2     | 2                           | SF 4           | 2 и 10 мс          | 1448 кбит/с                      | 1448 кбит/с                     |
| Категория 3     | 2                           | SF 4           | 10 мс              | 1448 кбит/с                      | -                               |
| Категория 4     | 2                           | SF 2           | 2 и 10 мс          | 2000 кбит/с                      | 2886 кбит/с                     |
| Категория 5     | 2                           | SF 2           | 10 мс              | 2000 кбит/с                      | -                               |
| Категория 6     | 4                           | SF 2 + SF 4    | 2 и 10 мс          | 2000 кбит/с                      | 5742 кбит/с                     |

**Таблица 2. Категории терминалов HSUPA**

## 5. Оборудование пользователя

Распространенность технологии HSPA очень наглядно подтверждается быстрым увеличением числа предлагаемых в данное время HSDPA терминалов на рынке.

В апреле 2007 года коммерчески было доступно 254 HSDPA терминала, т.е. почти в два раза больше по сравнению с три месяца ранее объявленным числом терминалов. И число поставщиков HSDPA терминалов в том же периоде увеличилось вдвое.

Коммерчески в настоящее время доступно 40 терминалов, которые поддерживают или могут быть обновлены с версией HSDPA фаза 2, и 20 терминалов, которые поддерживают технологию HSUPA.

Их серьезный прорыв на рынок лишь ожидается, в виде мобильных телефонов, PC карточек, встраиваемых PC модулей, USB модемов, портативных компьютеров или беспроводных маршрутизаторов (Рис. 30).

Определено несколько категорий терминалов, поддерживающих различные скорости HSUPA передачи данных.

Как видно из Таб. 2., в зависимости от поддерживаемого фактора распространения, интервала времени передачи и числа используемых каналов E-DPDCH, реализуются различные скорости передачи. В данное время коммерчески используется категория 3 терминалов, которая поддерживает интервал времени передачи равный 10 мс, с фактором расширения 4, а возможная максимальная скорость передачи с этой категорией терминалов равна приблизительно 1,45 Мбит/с.

## 6. Вывод

Данная статья знакомит читателей с актуальными новостями в развитии пакетной передачи данных в мобильных сетях.

Представлены методы и принципы наращивания существующих систем технологиями HSUPA и HSDPA, т.е. способы реализации скоростей до 7,2 Мбит/с в нисходящей линии связи, и 1,4 Мбит/с в восходящей линии связи. Бесспорно, развитие телекоммуникационных технологий возрастает, а в результате появились более передовые возможности по сравнению с теми, которые обеспечивают соединения с передачей данных по медным парам в сегменте технологии xDSL.

Первая коммерческая реализация технологии HSDPA+ в Европе это наращивание сети Vipnet, которую выполнила компания Эрикссон Никола Тесла. Кроме прочего, и этот проект подтвердил лидерскую позицию компании Эрикссон в том сегменте рынка. В будущем нас ожидает дальнейшее увеличение скоростей, в настоящий момент предусмотрены скорости до 14,4 Мбит/с в нисходящей линии связи, и 5,6 Мбит/с в восходящей линии связи.

## 7. Список сокращений

|                      |   |  |
|----------------------|---|--|
| <b>3GPP</b>          | Third Generation Partnership Project          | <i>Проект сотрудничества в создании сетей третьей генерации</i>  |
| <b>AAL2</b>          | ATM Adaptation layer 2                        | <i>Уровень адаптации ATM, протокол AAL2</i>  |
| <b>ACK</b>           | Acknowledge                                   | <i>Сообщение об успешном приеме данных</i>   |
| <b>CN</b>            | Core Network                                  | <i>Опорная сеть</i>  |
| <b>CQI</b>           | Channel Quality Indicator                     | <i>Индикатор качества канала</i>   |
| <b>DPCCH</b>         | Dedicated Physical Control Channel            | <i>Выделенный физический канал управления</i>  |
| <b>E-AGCH</b>        | Enhanced Absolute Grant Channel               | <i>Канал в нисходящей линии связи, служит для передачи информации об абсолютной мощности обслуживающей ячейки</i>                            |
| <b>E-DCH</b>         | Enhanced Dedicated Channel                    | <i>Усовершенствованный выделенный канал</i>  |
| <b>E-DPCCH</b>       | Enhanced Dedicated Physical Control Channel   | <i>Усовершенствованный выделенный физический канал управления</i>  |
| <b>E-DPDCH</b>       | Enhanced Dedicated Physical Data Channel      | <i>Усовершенствованный выделенный физический канал передачи данных</i>   |
| <b>E-HICH</b>        | Enhanced HARQ Indicator Channel               | <i>Усовершенствованный канал в нисходящей линии связи, служащий для передачи сообщения о результате декодирования, ACK или NACK</i>          |
| <b>E-RGCH</b>        | Enhanced Relative Grant Channel               | <i>Усовершенствованный канал в нисходящей линии связи, служащий для передачи информации о сравнительной мощности не обслуживающей ячейки</i> |
| <b>E-TFC</b>         | Enhanced Transport Format Combination         | <i>Информация по каналу E-DCH, которую посылают UE и RBS о взаимной мощности передачи</i>  |
| <b>E-UL</b>          | Enhanced Uplink                               | <i>Усовершенствованная восходящая линия связи</i>  |
| <b>HARQ</b>          | Hybrid Automatic Request                      | <i>Быстрый гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета</i>  |
| <b>HS-DPCCH</b>      | High Speed Dedicated Physical Control Channel | <i>Высоко скоростной выделенный физический канал управления</i>  |
| <b>HSPA</b>          | High Speed Packet Access                      | <i>Высоко скоростной пакетный доступ</i>   |
| <b>HSDPA</b>         | High Speed Downlink Packet Access             | <i>Высокоскоростной пакетный доступ нисходящей линией связи</i>  |
| <b>HSDPA stage 2</b> | High Speed Downlink Packet Access faza 2      | <i>Высокоскоростной пакетный доступ нисходящей линией связи, фаза 2</i>  |
| <b>HSUPA</b>         | High Speed Uplink Packet Access               | <i>Высокоскоростной пакетный доступ в восходящей линии связи</i>   |
| <b>MAC</b>           | Medium Access Control                         | <i>Управление доступом к среде передачи</i>  |
| <b>ME</b>            | Mobile Equipment                              | <i>Мобильное оборудование</i>  |
| <b>NACK</b>          | Non Acknowledge                               | <i>Сообщение о неуспешном приеме данных</i>  |
| <b>NAS</b>           | Non Access Stratum                            | <i>Уровень недоступности</i>   |
| <b>PDU</b>           | Protocol Data Unit                            | <i>Модуль данных протокола</i>   |
| <b>16QAM</b>         | 16 Quadrature Amplitude Modulation            | <i>Квадратурная амплитудная модуляция</i>  |
| <b>QoS</b>           | Radio Link Control                            | <i>Качество услуги</i>   |
| <b>QPSK</b>          | Quadrature Phase Shift Keying                 | <i>Квадратурная фазовая модуляция</i>  |

|              |                                       |   |
|--------------|---------------------------------------|---|
| <b>R99</b>   | Release 99                            | <i>Версия стандарта 99</i>                                  |
| <b>RBS</b>   | Radio Base Station                    | <i>Базовая радиостанция</i>                                 |
| <b>RLC</b>   | Radio Link Control                    | <i>Управление радио связью</i>                              |
| <b>RNC</b>   | Radio Network Controller              | <i>Модуль управления радио сетью</i>                        |
| <b>RRC</b>   | Radio Resource Control                | <i>Уровень управления ресурсами</i>                         |
| <b>RTT</b>   | Round Trip Time                       | <i>Время на передачу и подтверждение приема (сообщения)</i> |
| <b>SF</b>    | Spreading Factor                      | <i>Фактор распространения</i>                               |
| <b>SIR</b>   | Signal to Interference Ratio          | <i>Отношение сигнал/помеха</i>                              |
| <b>TPC</b>   | Transmit Power Control                | <i>Протокол управления мощностью</i>                        |
| <b>TTI</b>   | Transmission Time Interval            | <i>Интервал времени передачи</i>                            |
| <b>UE</b>    | User Equipment                        | <i>Оборудование пользователя</i>                            |
| <b>UE ID</b> | User Equipment Identity               | <i>Оборудование пользователя</i>                            |
| <b>UE ID</b> | User Equipment Identity               | <i>Оборудование пользователя</i>                            |
| <b>UL</b>    | Uplink                                | <i>Восходящая линия связи</i>                               |
| <b>USIM</b>  | UMTS Subscriber Identity Module       | <i>Универсальная система мобильной связи</i>                |
| <b>UTRAN</b> | UMTS Terrestrial Radio Access Network | <i>Наземная UMTS сеть радио доступа</i>                     |

## 8. Литература

- [1.] Anwar Mousa: „Power Control tehniqe for High Speed Downlink Packet Access system“, Journal of high speed networks, 14. izdanje
- [2.] D. Avidor, S. Mukherjee: ”Downlink Dimensioning for the HSDPA Standard”, Wireless Personal Communications
- [3.] Ingo Forkel, Hartmut Klenner, Andreas Kemper: High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)—Enhanced D Data Rates for UMTS Evolution, Computer Networks Aachen University, Germany
- [4.] T. Blajić: „Evolucija radijske pristupne mreže u mobilnim sustavima treće generacije“, Revija 2/2006
- [5.] 3GPP TS 25.309 “Technical Specification Group Radio Access Network; FDD Enhanced Uplink, Overall description”
- [6.] 3GPP TS 25.308 “High Speed Downlink Packet Access (HSDPA), Overall description”
- [7.] Interna Ericssonova dokumentacija

### Адрес автора:

**Ива Медвид**  
**e-mail: iva.medvid@ericsson.com**

Ericsson Nikola Tesla d.d.  
 Krapinska 45  
 p.p. 93  
 HR-10002 Zagreb  
 Хорватия

*Редакция приняла рукопись 20 июня 2007 года.*

*Перевод: Надежда Племенич*

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| Payload                  | полезная нагрузка         |
| Header                   | заголовок                 |
| 320 bits or 640 bits     | 320 битов или 640 битов   |
| 336 bits or 656 bits     | 336 битов или 656 битов   |
| 16 bits, 0 bits, 21 bits | 16 битов, 0 битов, 21 бит |
| Transport Block          | транспортный блок         |
| data block               | блок данных               |
| mapped onto              | отображенный на           |
| mapped onto uplink       | отображенный на uplink    |
| part 1, part 2           | часть1, часть2            |
| 3 slots                  | 3 слота                   |
| padding                  | заполнение                |
| 3 bits                   | 3 бита                    |

**Перевод текста  
рисунка 5, стр. 27**

|                          |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|
| Session Management       | Управление сессией                   |
| GPRS Mobility Management | GPRS Управление мобильностью         |
| Radio Resource Control   | Управление радио ресурсами           |
| Radio Link Control       | Управление радио связью              |
| Medium Access Control    | Управление доступом к среде передачи |
| Iub Interface Protocols  | Протоколы интерфейса Iub             |
| Physical Layer           | Физический уровень                   |
| Iu Interface Protocols   | Протоколы интерфейса Iu              |

**Перевод текста  
рисунка 15, стр. 31**

|  |  |
|--|--|
| UL Uu load estimator                         | UL Uu оценка нагрузки                            |
| RoT, intracell interference                  | RoT, интерференции внутри ячейки                 |
| Iub Flow Control                             | Iub Управление потоком                           |
| Iub bandwidth                                | Iub ширина полосы                                |
| HW resources in RH                           | HW ресурсы в RH                                  |
| Channel elements                             | Элементы канала                                  |
| RLS (Radio Link Supervision)                 | RLS (Надзор радио линии связи)                   |
| activity                                     | активность                                       |
| Scheduler                                    | Планировщик                                      |
| “Happy bit”                                  | “Happy bit”                                      |
| UE Rate Increase Request                     | UE Запрос на увеличение скорости                 |
| Absolute grant                               | Абсолютная мощность                              |
| Relative grant                               | Относительная мощность                           |
| Rate selection                               | Выбор скорости                                   |
| EU config                                    | UE конфигурация                                  |
| Max and min rates                            | макс. и мин. Скорости                            |
| CM configuration max and min rates           | CM конфигурация макс. и мин. Скорости            |
| e-TFCI table                                 | e-TFCI таблица                                   |
| Radio connection configuration at call setup | Конфигурация радио связи при установлении вызова |

|            |                      |
|------------|----------------------|
| Graph      | График               |
| Current    | Текущий              |
| Average    | Среднее              |
| Max        | Максимально          |
| Auto scale | Автоматическая шкала |

**Перевод текста  
рисунка 27, стр. 38**

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| DL IP throughput    | DL IP пропускная способность |
| Capacity (kbps)     | Емкость (кбит/с)             |
| Time                | Время                        |
| 10 HS codes         | 10 HS кодов                  |
| 7 HS codes          | 7 HS кодов                   |
| HSDPA 7.2 Mbps user | HSDPA 7,2 Мбит/с             |
| 14 R99 PS users     | 14 R99 PS пользователи       |

**Перевод текста  
рисунка 28, стр. 38**

**Перевод текста  
рисунка 24,  
стр. 36**