



Ива Медвид

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

Гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета, H-ARQ

3,5 генерация мобильных систем (3,5G)

Быстрая адаптация связи

Управление высокоскоростным доступом к среде передачи, MAC-hs

Методы быстрого предоставления доступа

Адаптивная модуляция и кодирование, AMC

Квадратурная фазовая модуляция, QPSK

Квадратурная амплитудная модуляция, 16QAM

Key words:

High Speed Downlink Packet Access, HSDPA

Hybrid Automatic repeat Request, H-ARQ

3,5 Generation (3,5G)

Fast Link Adaptation

Medium Access Control - high speed, MAC-hs

Fast Channel Scheduling

Adaptive Modulation and Coding, AMC

Quadrature Phase Shift Keying, QPSK

Quadrature Amplitude Modulation, 16QAM

Обзор функциональных возможностей высокоскоростного пакетного доступа нисходящей линией связи

Резюме

В наступающие несколько лет ожидается значительное увеличение пакетной нагрузки и предполагается, что она станет доминантной частью нагрузки в сетях третьей генерации, 3G.

Технология высокоскоростного пакетного доступа нисходящей линией связи (HSDPA - High Speed Downlink Packet Access) обеспечивает значительные улучшения по сравнению с широкополосным множественным доступом с кодовым разделением каналов (WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access) в нисходящей линии связи. Технология HSDPA улучшает емкость системы и значительно увеличивает скорость передачи данных (до 14 Мбит/с), в результате улучшаются эксплуатационные показатели конечного пользователя, т.к. сокращается время ответа и установления соединения.

В данной статье описаны техники, с помощью которых получены такие большие скорости передачи данных. Речь идет об уменьшенном интервале передачи, гибридном автоматическом запросе на повторную передачу пакета, амплитудной модуляции и кодировании, методе предоставления права доступа, динамическом распределении мощности, передаче по совместным каналам, а также управлении высокоскоростным доступом к среде передачи (MAC-hs - Medium Access Control - high speed). Кроме того, описаны изменения в сетевой технологии после введения функциональных возможностей HSDPA (в RBS и RNC), транспортные способы реализации технологии HSDPA, а также основные характеристики системы HSDPA.

High Speed Downlink Packet Access

Abstract

Data services are expected to have significant growth over the next few years and will likely become the dominant source of 3G traffic. High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) provides impressive enhancements over Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) for the downlink. It offers peak data rates of up to 14 Mbps, resulting in a better end-user experience for downlink data applications, with shorter connection and response times. This article is organized as follows:

First comes the description of HSDPA physical channel configuration and protocol layer changes. Next, HSDPA key aspects and new features are presented (short TTI, Shared Channel Transmission, Fast Channel-Dependent Scheduling, Fast Link Adaptation, Amplitude Modulation and Coding, Fast Hybrid ARQ, Power Allocation). Also, transport network configuration and architectural impact are presented and a comparison to Release'99 downlink packet access possibilities is made.

1. Введение

После появления первых сотовых сетей в восьмидесятых годах прошлого столетия беспроводные коммуникации долгое время были направлены на передачу речи.

В самом начале развития беспроводной телефонии, первая генерация сотовых сетей (Рис. 1) основывалась на аналоговой беспроводной системе (NMT- Nordic Mobile Telephony), которая использовала частотную модуляцию для передачи речевой информации и частотную манипуляцию (FSK -Frequency Shift Keying) для сигнализации. В системе NMT использовался множественный доступ с разделением частот (FDMA - Frequency Division Multiple Access), который осуществляется предоставлением отдельной частоты каждому коммутационному каналу, а нисходящей (DL - Down Link) и восходящей (UL - Up Link) линиям связи выделены различные частотные полосы.

Такая беспроводная коммуникация отличалась множеством недостатков, в международной связи системы NMT были несовместимы, подслушивание легко осуществимо, мобильный телефон большой по своим размерам, а батарея недолговечная.

Стандарт	Частота (МГц)	Число каналов
NMT 450	453-457,5 463-467,5	180

Рис. 1: Мобильная система первой генерации

Девяностые годы прошлого столетия характеризует экспансия цифровых беспроводных сетей второй генерации (GSM - Global System for Mobile Communication), полностью новых в отношении на предыдущую систему NMT (Рис.2.).

Введена цифровая передача речи и сигнализации и достигнута международная согласованность (стандарт), построена густая сеть передатчиков, а также обеспечен удовлетворительный охват сигналом.

Используется множественный доступ с временным разделением (TDMA - Time Division Multiple Access), который позволяет осуществление большего числа каналов на каждой несущей частоте методом разделения по времени, общее число каналов равняется количеству частот, умноженному на количество временных каналов.

Сети второй генерации, 2G, осуществляют скорость передачи данных до 9,6 кбит/с, однако с позиции пользователя это очень малая скорость для пакетной передачи, недостаточная для большинства услуг.

Кроме недостаточной скорости передачи, большим недостатком этой технологии является и то, что система GSM с самого начала не была задумана как локальная вычислительная сеть (LAN - Local Area Network), передача данных основывалась на коммутации каналов (CS - Circuit Switched). Система

GSM также отличается очень сложной структурой протоколов, требующей изменения и адаптации. Соответственно, при разработке следующих генераций беспроводных сетей внимание было направлено на быструю интеграцию передачи речи и на передовые техники передачи данных (доступ к сетям LAN, видеоконференция). Таким образом, создаются беспроводные сети генерации 2,5G, т.е. сети которые технически расположены между сетями генераций 2G и 3G.

Представителями этой генерации беспроводных сетей являются:

Ускоренная передача данных с коммутацией каналов (HSCSD - High Speed Circuit Switched Data) – эта технология обеспечивает скорость передачи до 57,6 кбит/с, что частично решает проблему слишком малой скорости передачи данных в GSM.

Основной принцип заключается в том, что мобильному пользователю предоставляются несколько каналов с целью осуществления большего потока данных. Максимально пользователю может быть предоставлено шесть каналов, соответственно, максимальная скорость передачи составляет 57,6 Кбит/с.

Стандарт	Частота (МГц)	Число каналов
GSM 900	890-915 935-960	992
DCS 1800	1710-1785 1805-1880	2992

Рис. 2: Мобильная система второй генерации

Пакетная радиосвязь общего назначения (GPRS - General Packet Radio Service) является важной переходной фазой на пути к третьей генерации беспроводных сетей. Для введения GPRS потребовалось интегрировать два новых узла: Обслуживающий узел поддержки в GPRS - (SGSN - Serving GPRS Support Node), и Шлюзовой узел поддержки в GPRS - (GGSN - Gateway GPRS Support Node). Пакеты могут быть направлены непосредственно из GPRS мобильного телефона к пакетным сетям, например, X.25 или IP сетям, теоретически скоростью до 115 кбит/с. Кроме того, можно определить требуемый профиль качества услуги (QoS – Quality of Service), в зависимости от желаемого качества передачи. Таким образом, приспособлением параметров качества услуги (запаздывание, приоритет, надежность, поток, и т.д.) можно определить желаемое качество услуги, в зависимости от располагаемых ресурсов и потребностей пользователя. Технология усовершенствованной передачи данных в GSM окружении (EDGE - Enhanced Data rates for Global Evolution) обеспечила, теоретически, скорости до 230 кбит/с, где скорость передачи практически зависит от числа пользователей, качества сигнала и типа мобильного телефона. Самые важные изменения эта технология внесла в радио части сети. Изменен стек

протоколов и используется фазовая модуляция 8-PSK, что обеспечивает большие скорости и более надежную передачу.

Главной идеей введения технологии EDGE было осуществление большей скорости передачи с применением уже существующих ресурсов сети GSM.

Однако тенденции в развитии технологии и постоянно увеличивающиеся требования пользователей значительно повлияли на критерии, касающиеся скорости передачи данных и полной мобильности (телефона и пользователя).

С введением сетей третьей генерации скорости передачи значительно увеличились - теоретическая скорость достигает 144кбит/с (практическая 128 кбит/

Стандарт	Частота (МГц)
UMTS	1920 - 1980 2110 - 2170

Рис. 3: Частотный диапазон UMTS

с) и гарантируется во всех условиях, а на открытой местности достигает 384 кбит/с. Такое увеличение скорости в сети 3G обеспечивает возможность широкого спектра услуг - от узкополосных (разговор), до широкополосных (мультимедиа). На Рис. 3. представлен частотный диапазон технологии универсальной системы мобильной связи (UMTS - Universal Mobile Telecommunication System).

Кроме выше перечисленного, улучшено и качество услуг. А именно, уменьшено запаздывание, ускорена

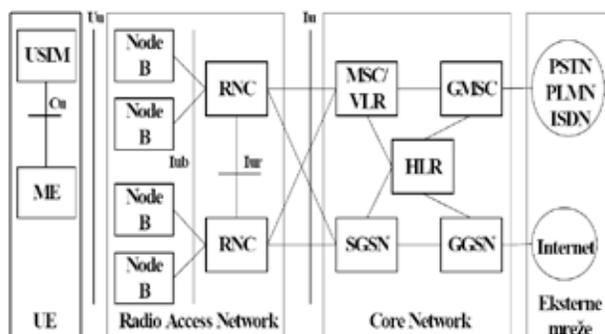


Рис. 4: Архитектура системы UMTS

Node	Узел
Radio Access Network	Сеть радио доступа
Core Network	Опорная сеть
Eksterne mreže	Внешние сети

коммутация пакетов, унифицировано управление сообщениями, пользователям обеспечен непрерывный доступ к речевым и пакетным коммуникациям, услуга стала простой, надежной и гибкой.

Техническое выполнение сети UMTS (Рис. 4.),

позволяющей все эти улучшения, основывается на широкополосном множественном доступе с кодовым разделением каналов (WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access).

Развитие технологии вызвано постоянным тяготением к усовершенствованию и развитию новых технологий, подстрекаемое вечным стремлением человечества к лучшему, последствием этого является непрерывное введение новых технологий, или улучшение уже существующих.

В соответствии с выше сказанным, хотя сети третьей

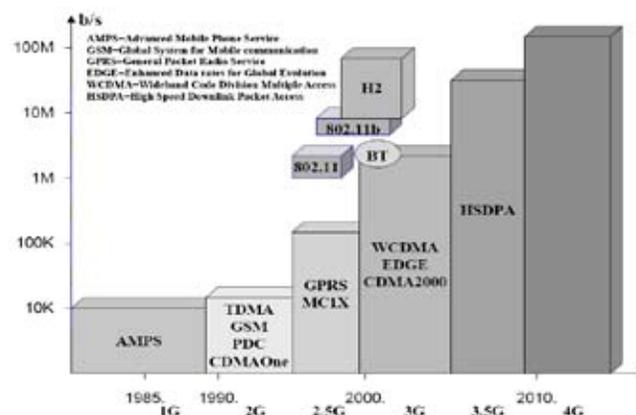


Рис. 5: Развитие телекоммуникационных сетей

- AMPS** Развитая мобильная телефонная служба
- GSM** Глобальная система мобильной связи
- GPRS** Пакетная радиосвязь общего назначения
- EDGE** Усовершенствованная передача данных в GSM окружении
- WCDMA** Широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов
- HSDPA** Высокоскоростной пакетный доступ нисходящей линией связи

генерации все еще не достигли своего полного и максимального коммерческого применения, уже планируется введение сетей четвертой генерации 4G, точнее, следующего стандарта после 3G, который значит усовершенствованную версию сети 3G с полной пакетной передачей и широкой пропускной способностью (Рис. 5.).

В данный момент мы находимся в технической переходной фазе между сетями 3G и 4G, характеризующейся вызывающе быстрым развитием телекоммуникационных технологий.

Высокоскоростной пакетный доступ нисходящей линией связи (HSDPA -High Speed Downlink Packet Access) является технической надстройкой сети

третьей генерации, 3G WCDMA, обработанной в спецификациях 3GPP R5 и R6.

Технология HSDPA, т.н. 3.5G генерация, представляет новый шаг на пути развития телекоммуникационных систем, или еще один шаг ближе к четвертой генерации мобильных систем.

Технология HSDPA позволяет значительное увеличение скорости пакетной передачи. Практически в настоящее время достигаются скорости до 1,8 Мбит/с в нисходящей линии связи, а теоретически эта технология разработана для поддержки скоростей до 14 Мбит/с.

Наряду с таким увеличением скорости, уменьшено запаздывание при скачивании (download) видео и аудио, или других больших файлов данных, что обеспечивает удобность работы с приложениями в реальном времени (real-time applications).

Технологические изменения, точнее, новые

существующих UMTS каналов нагрузки на нисходящей линии связи (DCH, DSCH, FACH) физическими и логическими каналами, предназначенными для HSDPA нагрузки.

Кроме того, важными являются и изменения на протокольном уровне техники адаптивной модуляции и кодирования (AMC - Adaptive Modulation and Coding). Эта техника, что очевидно и из самого названия, на основании частой ответной информации о качестве канала (channel conditions) принимает решение о выборе самой лучшей техники модуляции и схемы кодирования, с целью оптимизации скорости передачи данных в данном сегменте.

Динамика этого процесса характеризуется интервалом времени передачи (TTI - Transmission Time Interval). Величина параметра TTI значительно уменьшена (TTI = 2 мс) по сравнению с версией R99 (TTI = 10, 20, 40 или 80 мс).

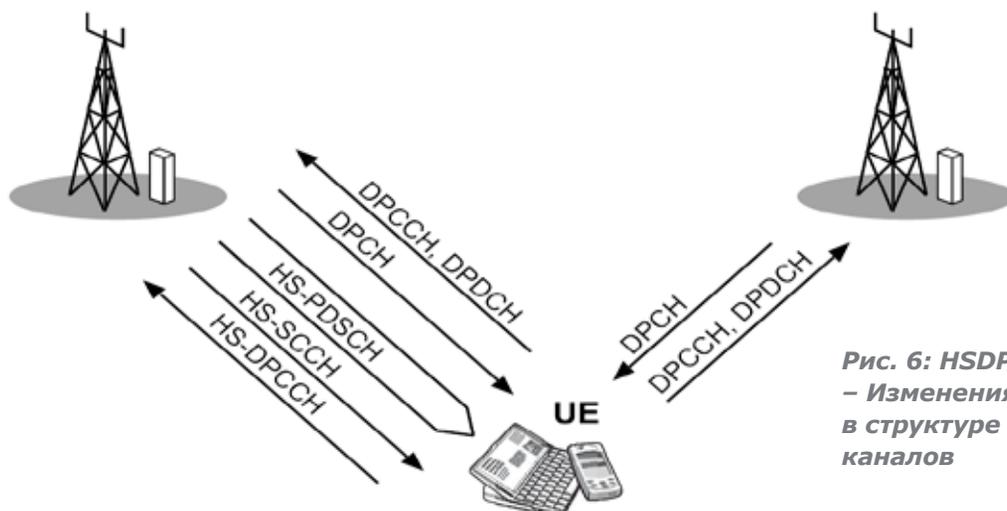


Рис. 6: HSDPA – Изменения в структуре каналов

реализованные механизмы, которые позволяют такие улучшения, перечислены ниже:

AMC - Adaptive Modulation and Coding

- Адаптивная модуляция и кодирование.

H-ARQ - Fast Hybrid Automatic Repeat Request

- Гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета.

FCSS - Fast Cell Site Selection

- Быстрый выбор ячейки

TTI - Short Transmission Time Interval

- Краткий интервал времени передачи.

Shared Chanell Transmission

- Передача по совместно/разделенному каналу.

Fair and fast scheduling at Node B

- Справедливое и быстрое распределение очередности обслуживания в узле В.

2. Обзор технологии HSDPA

Значительным изменением, вызванным введением технологии HSDPA, является расширение

Следующей, не менее важной, причиной эффективности технологии HSDPA является новая техника повторной передачи данных – быстрый гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета (H-ARQ - Fast Hybrid Automatic Repeat Request). Эта техника обеспечивает оборудованию пользователя (UE - User Equipment) возможность выбора между активными базовыми радиостанциями RBS той RBS станции, которая в данный момент обеспечивает самые лучшие радио параметры для передачи данных (предусмотрено в более новых версиях программного обеспечения).

Можно предположить, что реализация HSDPA требует больших изменений на физическом уровне, а изменения на уровне протоколов требуют введения нового механизма управления доступом к среде передачи данных (MAC), высокоскоростного MAC – hs.

На остальных уровнях сети изменения минимальные.

2.1. Изменения в физической и логической структуре каналов

Технология HSDPA является результатом постоянного прогресса в мобильной технологии. Одним из существенных изменений, приведших к такому значительному увеличению скорости, является введение новой структуры каналов, точнее, расширение уже существующей структуры новыми HSDPA каналами: HS-PDSCH, HS-DSCH, HS-SCCH, HS-DPCCH (Рис. 6).

- High Speed Physical Downlink Shared Channel (HS-PDSCH)

используется для передачи данных пользователя в нисходящей линии связи и представляет собой транспортный механизм для логических HSDPA каналов – HS-DSCH. Хотя стандартами 3 GPP

каждых 2 мс. Кроме динамического разделения, по этому каналу непрерывно, каждые 2 мс, посылается информация о необходимости повторной передачи блока пакетных данных (PDU - Packet Data Unit), т.е. информация, связанная с H-ARQ, и данные о сочетании транспортного формата и ресурсов (TFRC - Transport Format and Resource Combination), которые будут использоваться для передачи данных.

Этот канал поддерживает быструю адаптацию связи, H-ARQ и методы предоставления доступа.

Первая фаза введения технологии HSDPA поддерживает 5 кодов, но максимально предусмотрено 15 кодов. Для обеспечения функциональных возможностей канала HS-DSCH введены два дополнительных управляющих канала:

- High Speed Dedicated Physical Control Channel (HS-DPCCH)

это канал в восходящей линии связи (SF=256).

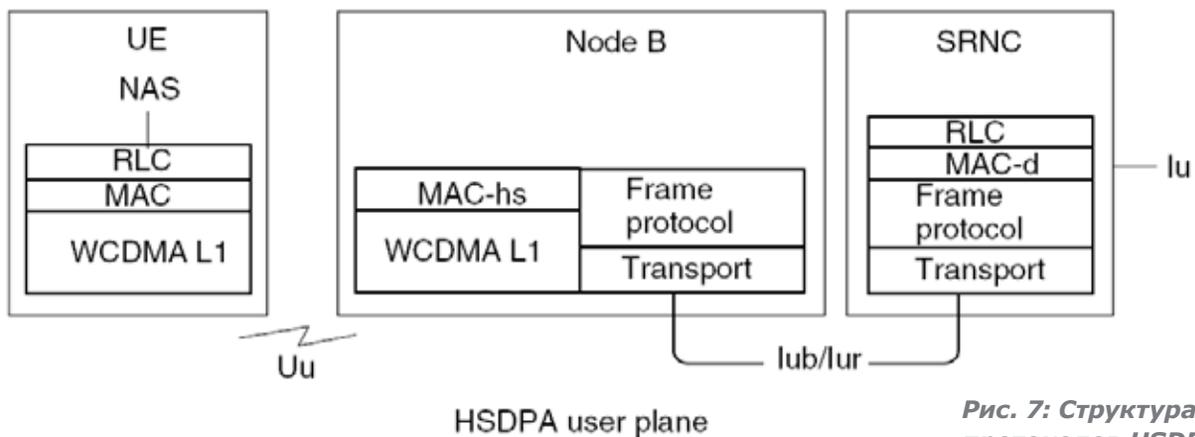


Рис. 7: Структура протоколов HSDPA

Node B	Узел В
Frame protocol	Протокол фрейма
Transport	Транспорт
HSDPA user plane	HSDPA плоскость пользователя

предусмотрено использование до 15 HS-PDSCH каналов по одной ячейке, в настоящее время используется максимально 5 каналов по ячейке с константным фактором распространения (SF - Spreading Factor).

- High Speed Downlink Shared Channel (HS-DSCH)

транспортный канал в нисходящей линии связи, который могут совместно использовать все пользователи в ячейке.

Канал HS-DSCH использует совместные ресурсы кодов, выделенных каналам (channelization – разделение полосы частот на отдельные каналы), которые динамически делятся между пользователями. Динамическое разделение между HSDPA пользователями выполняется в области времени,

Каждый отдельный пользователь использует один HS-DPCCH канал в ячейке для передачи сигнализационных сообщений об успешности декодирования соответствующей DL нагрузки (ACK / NACK), а также для информации об измеренном качестве канала в нисходящей связи. Эту информацию базовая радиостанция (RBS) получает в виде индикатора качества канала (CQI - Channel Quality Indicator), требуемого RBS для адаптивной модуляции и кодирования (AMC). Канал может переключаться только в программном обеспечении (Software HO - Software Hand Over), так как заканчивается на RBS.

- High-Speed Shared Control Channel (HS-SCCH)

это канал в нисходящей линии связи (SF=128), используемый для передачи сигнализационной информации. Информация, требующаяся каждые 2 мс, состоит из: идентификатора оборудования пользователя - UE ID и информации, относящейся на H-ARQ и TFRC параметры, необходимые каналу HS-DSCH. Главной задачей канала является определение UE, которое будет принимать данные на канале HS-DSCH.

Так как эта сигнализационная информация в каждом отдельном промежутке времени требуется только одному UE в ячейке, в настоящее время предусмотрен

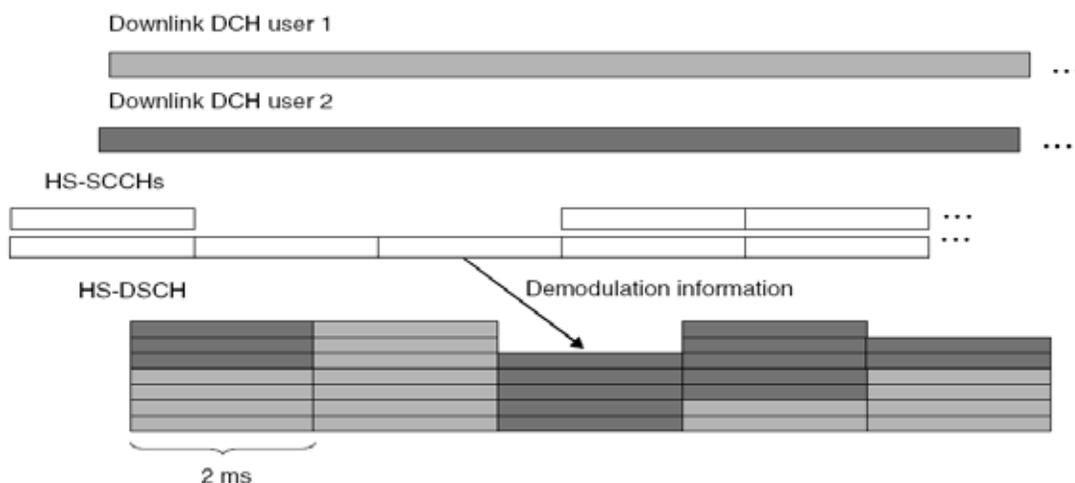


Рис. 8: Передача методом разделения канала

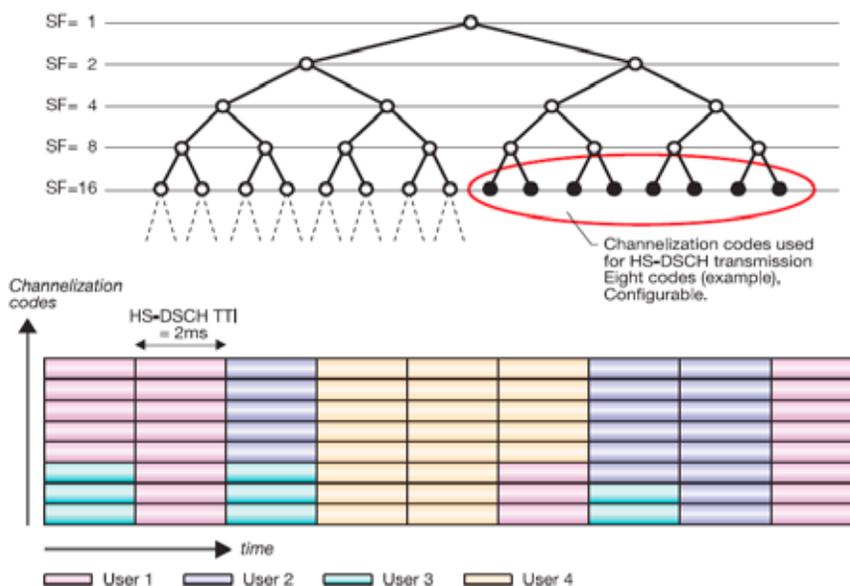


Рис. 9: Канал HS-DSCH во временной и кодовой структуре

только один канал HS-SCCH в каждой ячейке, канал не поддерживает программное переключение канала (Software HO - Software Hand Over).

2.2. Изменения в структуре протоколов

Для обеспечения возможности быстрой адаптации линии связи, быстрого H-ARQ и быстрого метода

предоставления доступа, вводится новый подуровень управления доступом к среде передачи (Medium-Access Control, MAC-hs), который определяется в RBS. Уровни протоколов MAC-d и RLC сохранились в структуре протоколов модуля управления базовыми радиостанциями - RNC (Рис. 7).

В продолжение статьи описаны новые внедренные HSDPA технологии, с помощью которых увеличены

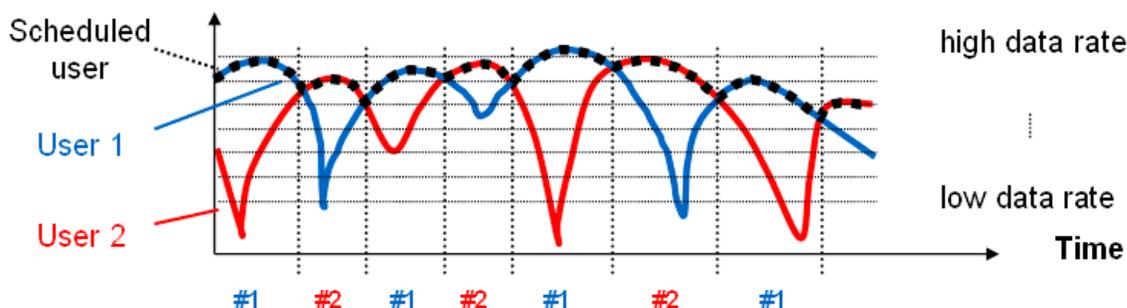


Рис. 10: Метод предоставления доступа в зависимости от радио характеристик

скорости, сберегши при этом совместимость с существующим оборудованием.

2.2.1. Краткий интервал времени передачи

В технологии HSDPA параметр TTI (интервал времени передачи) значительно короче по сравнению с ранее применяемыми значениями. Это является главной причиной уменьшенного запаздывания на радио интерфейсе, кроме того, уменьшено и совокупное запаздывание, а увеличена скорость надзора характеристик канала. Общее время ожидания уменьшено приблизительно на 75 мс. Эксплуатационные показатели окончательного пользователя значительно улучшены в случае услуг, использующих протокол TCP/IP для передачи данных (например, просмотр Web-страниц), где особенно выражено уменьшение времени на передачу и подтверждение приема (Round Trip Time).

Канал HS-DSCH, добавленный в стандарте HSPDA, это ресурс с переменной длиной фрейма. Переменную длину фрейма упоминаем как короткий интервал времени, предусмотренный для передачи. Величина TTI выбирается в зависимости от типа поддерживаемой нагрузки и числа поддерживаемых пользователей. Типичное значение равно 2 мс. Таким образом, обеспечиваются короткие интервалы между передачей во время, когда несколько пользователей совместно используют один канал.

канал в нисходящей линии связи: HS-DSCH. С позиции кодового домена, фактор распространения (SF - Spreading Factor) для этого канала всегда равен 16, а возможна многокодовая передача и мультиплексирование различных пользователей. Таким образом, в самой идее этого канала содержится разделение (sharing) кодовых ресурсов между большим числом пакетных пользователей в нисходящей линии связи, прежде всего в домене времени, т.е. передача по совместному каналу (Shared Channel Transmission). Коды предоставляются пользователю исключительно в течение передачи данных, вследствие чего использование кодовых ресурсов и ресурсов мощности значительно эффективнее. Максимальное число кодов, которые могут быть предоставлены, равно 15, однако число кодов зависит от возможностей терминалов (мобильных телефонов), которые могут принимать максимум 5, 10 или 15 кодов, в зависимости от типа терминала. В настоящее время максимум можно использовать 5 кодов.

На Рис. 8. представлена ситуация, в которой два пользователя используют один и тот же канал HS-DSCH. Оба пользователя проверяют информацию на канале HS-SSCH, в которой содержатся данные о кодах HS-DSCH, которые они должны использовать, чтобы могли совместно использовать канал (de-spreading), а также и остальные параметры, требуемые для демодуляции.

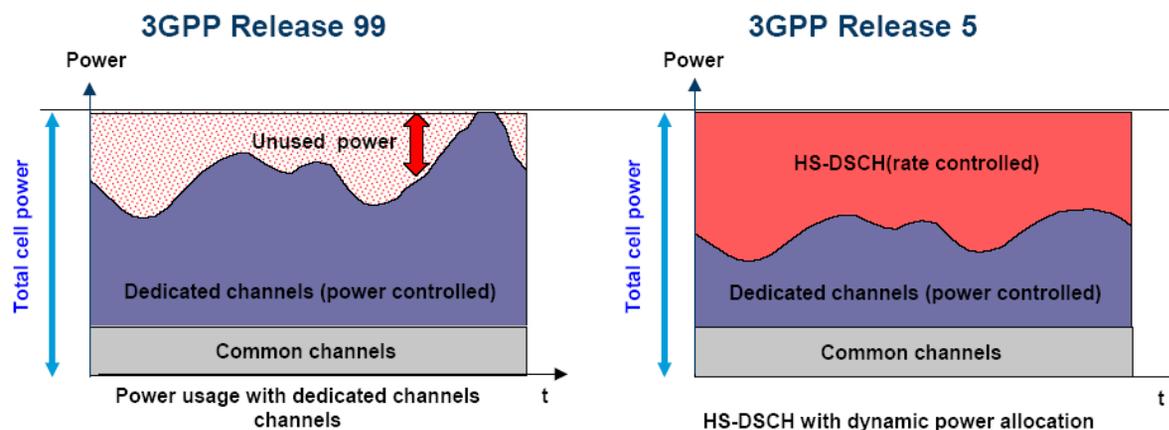


Рис. 11: Динамическое распределение мощности

Такой короткий интервал времени передачи (TTI) особенно положительно повлиял на новые функциональности HSDPA:

- Быстрая адаптация линии связи - Fast Link Adaptation
- Быстрый гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета - Fast Hybrid ARQ
- Быстрый метод предоставления доступа - Fast Channel - Dependent Scheduling.

2.2.2. Передача методом разделения канала

Технология HSDPA вводит новый транспортный

2.2.3. Методы предоставления доступа

Так как канал HS-DSCH совместно использует множество пользователей, требуется механизм или метод определения доступа (Scheduling) для обеспечения доступа всем пользователям. Механизм предоставления доступа определяет оборудование пользователя (UE), которое будет посылать данные в определенном интервале времени, а также скорость передачи (Рис. 9.). Этот механизм, реализованный в RBS, является частью протокола MAC-hs. Для каждого значения TTI метод определяет скорость, которой посылается канал HS-DSCH, и, совместно

TFRC	Модуляция	Эффективная степень кодирования	Макс. пропускная способность (Мбит/с)
1	QPSK	1/4	1,8
2	QPSK	2/4	3,6
3	QPSK	3/4	5,3
4	16 QAM	2/4	7,2
5	16 QAM	3/4	10,7

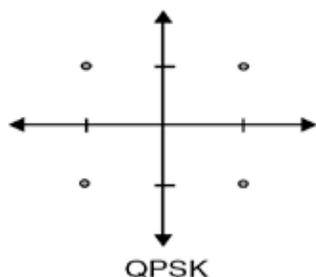
Таблица 1: Скорости передачи в HSDPA в зависимости от техники модуляции и эффективной степени кодирования

с механизмом для адаптации связи, определяет скорость передачи.

Основной идеей этого метода является предоставление привилегии при передаче данных тому оборудованию пользователя (UE), которое обладает самыми лучшими радио параметрами (Рис. 10).

Технология HSDPA предлагает три метода предоставления права доступа:

- Алгоритм Proportional Fair Scheduling
- Алгоритм Round Robin



Циклический алгоритм Round Robin учитывает только фактор запаздывания. Пользователь, ожидающий в "очереди" более длительное время, получит высший приоритет в отношении на пользователя с меньшим временем ожидания. В результате, всем пользователям с данными, записанными в буфере, обеспечена одинаковая возможность получения доступа. Алгоритм очень простой, но обладает плохими характеристиками.

Алгоритм Max C/I Ratio (максимальное отношение мощности несущей к уровню помехи) предоставляет

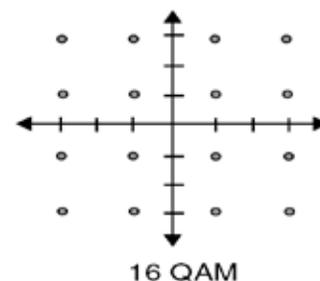


Рис. 12: Модуляции QPSK и 16QAM

- Максимальное соотношение C/I.

Алгоритм пропорционального справедливого распределения обслуживания (Proportional Fair Scheduling) способствует пользователям, которые обладают хорошими радио условиями, одновременно обеспечивая достаточное количество ресурсов пользователям с худшими радио условиями. Этот метод:

- увеличивает емкость системы;
- обеспечивает правильное распределение ресурсов каналов между пользователями.

Механизм предоставления доступа периодически, каждые 2 мс (TTI), посылает информацию каждому пользователю. При этом используются рапорты об измерениях UE (UE measurement reports), которые содержат показания о кратковременных потерях в тракте передачи (path loss), изменении мощности сигнала (fading) и интерференции. Информация посылается пользователю тогда, когда радио условия оптимальные, таким образом, увеличивая емкость системы. Справедливость распределения достигается и так, что во внимание принимается распределение временных ресурсов.

Пропорциональное предоставление доступа может быть установлено на уровне ячейки, а ячейка, в которой не установлен этот метод, будет использовать метод Round Robin.

пользователю канал с самыми лучшими характеристиками, но не влияет на праведность распределения каналов пользователям.

Наиболее приемлемым алгоритмом для предоставления доступа было бы среднее между Round Robin и Max C/I алгоритмами. Какой из этих двух алгоритмов и когда следует использовать, зависит от категории и величины нагрузки. Правильный выбор алгоритма для предоставления доступа особенно важен при большой нагрузке. Для интерактивного "best effort" класса данных рекомендуется использовать алгоритм пропорционального справедливого распределения обслуживания (Proportional Fair) во избежание ситуации, при которой некоторые пользователи никогда не получают доступ.

2.2.4. Адаптивная модуляция и кодирование

В технологии HSDPA два основных свойства широкополосного множественного доступа с кодовым разделением каналов (WCDMA) – изменяемый фактор SF (Spreading Factor) и быстрое управление мощностью – заменены адаптивной модуляцией и кодированием (AMC - Adaptive Modulation and Coding), широкими многокодowymi функциями, а также быстрым и эффективным методом повторной передачи.

Канал HS-DSCH не использует управление мощностью

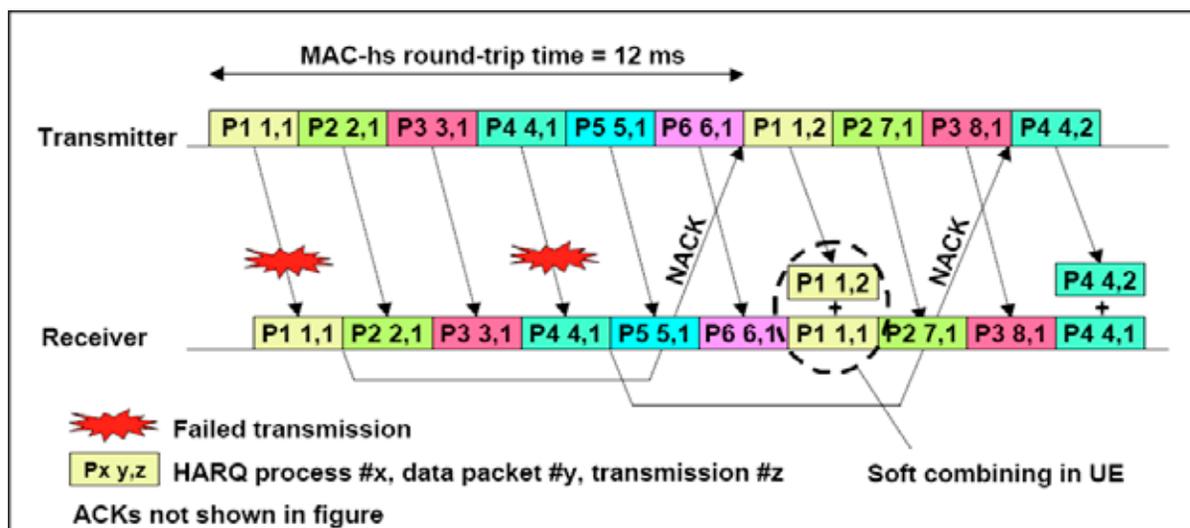


Рис. 13: Принцип работы механизма H-ARQ

для компенсации переменного качества канала, вместо этого канал HS-DSCH меняет скорость канала в зависимости от радио условий в данный момент и имеющейся в распоряжении мощности передачи на RBS. После обслуживания общих (common) и выделенных каналов (dedicated channel), остаток мощности ячейки распределяется каналу HS-DSCH, что положительно отражается на эффективности использования мощности (Рис. 11). Используя быструю адаптацию линии связи для услуг, которые допускают дрожание сигнала (jitter), функционирование возможно почти на максимальной мощности, при чем одновременно обеспечена константная скорость передачи определенным услугам на выделенных каналах.

Так как параметр TTI для канала HS-DSCH гораздо короче, чем в R99, решения о методе предоставления доступа и адаптации связи периодические и

Кроме квадратурной фазовой модуляции QPSK канал HS-DSCH может использовать квадратурную амплитудную модуляцию 16QAM, с помощью которой достигаются большие скорости передачи данных (Таблица 1.), а также обеспечивается более эффективное использование полосы пропускания, однако такая модуляция требует лучших условий радио канала.

Модуляция 16QAM является дополнительной модуляцией в отношении на модуляцию QPSK, и она первично увеличивает скорость передачи данных в благоприятных радио условиях, а только вторично увеличивает емкость системы. Кроме того, скорость передачи значительно зависит от эффективной степени кодирования (effective code rate). Кроме этих двух факторов, скорость передачи также зависит от используемого метода автоматического запроса на повторную передачу, ARQ.

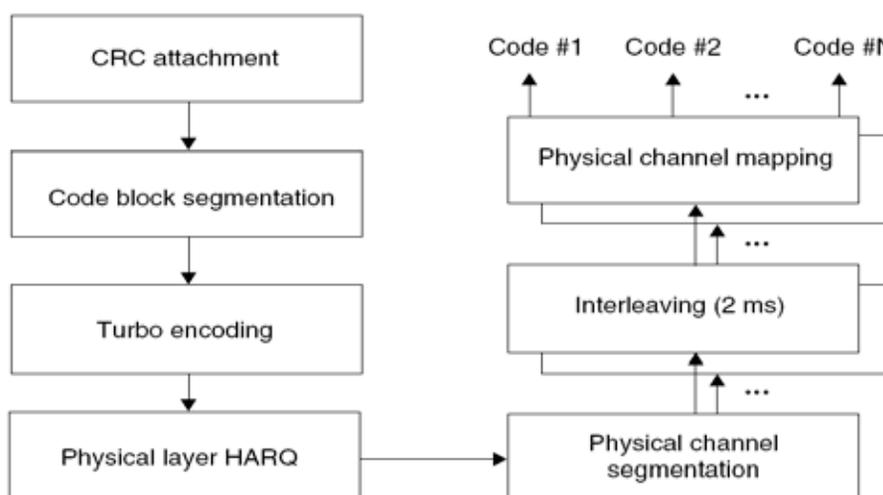


Рис. 14: HS-DSCH фазы кодирования канала

принимаются для каждого значения TTI. Адаптация связи на канале проводится очень быстро. Кроме того, можно адаптировать и скорость с помощью изменения действительной скорости кодирования, схемы модуляции и числа кодов.

Этот метод модуляции:

- увеличивает скорость передачи данных в благоприятных радио условиях
- увеличивает емкость системы: с увеличением

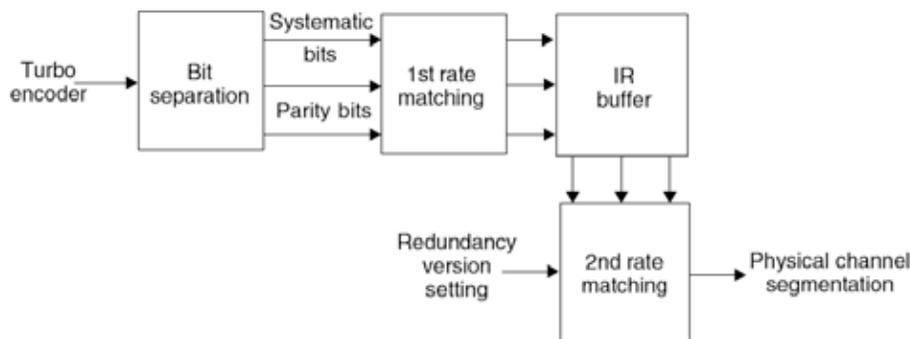


Рис. 15: Принцип действия механизма HARQ

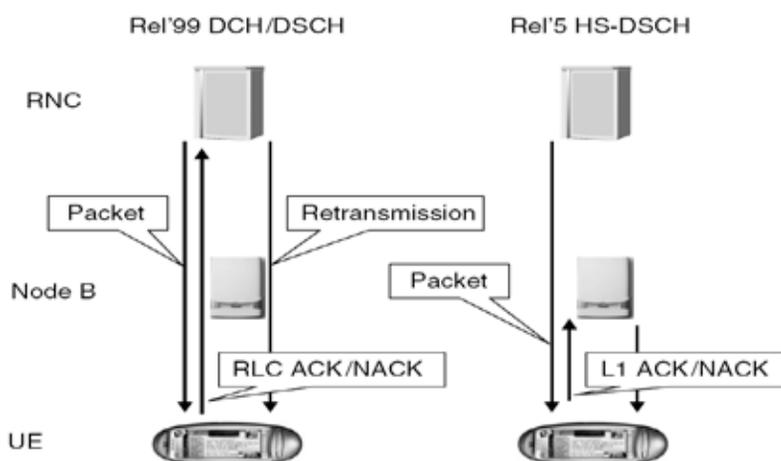


Рис. 16: Повторная передача, непосредственно контролируемая станцией RBS

скорости передачи данных, время, требующееся для передачи, сокращается, что обеспечивает остальным пользователям возможность получения права доступа.

По сравнению с модуляцией QPSK этим методом можно добиться передачи в два раза больше битов на физическом уровне (Рис. 12.).

Как уже ранее упомянуто, техника модуляции выбирается на основании $TPI = 2$ мс в зависимости от радио условий и возможностей оборудования пользователя, UE. Если UE поддерживает эту модуляцию, и если радио условия позволяют, пользователь получит большую скорость передачи данных.

Модуляцию 16QAM может использовать оборудование пользователя с лучшими приемниками, размещенными ближе к антенне RBS, в микро ячейках внутри здания, или частях сети, которые обеспечивают хорошие радио условия.

Конфигурировать 16QAM модуляцию можно на уровне ячейки, а если ячейка отдельно не конфигурирована, будет использоваться модуляция QPSK.

Основная идея метода быстрой адаптации заключается в том, что в случае отдельных услуг (услуг неопределенной скорости передачи данных) не требуется использовать постоянную скорость передачи данных, а для услуг по выделенным

каналам (например, речь, видео) можно обеспечить константную скорость передачи.

2.2.5. Быстрый гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета

Быстрый гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета (H-ARQ – Fast Hybrid Automatic repeat Request) это система, в которой приемная станция посылает подтверждающее сообщение ACK передающей станции, в котором сообщает об успешном принятии пакета. Успешность приема обычно определяется сравнением с контрольной суммой (CRC - Cyclic Redundancy Check, Checksum), которая посылается с данными. Если переданный с пакетом контрольная сумма отличается от суммы, высчитанной на приемной станции, передатчику посылается отрицательное сообщение (NACK - Negative Acknowledgment). После принятия сообщения NACK, выполняется повторная передача неисправно принятого пакета.

В HSDPA эта процедура улучшена двумя методами:

- Soft Combining – программное сочетание,
- Incremental Redundancy (IR) – инкрементная/возрастающая избыточность,

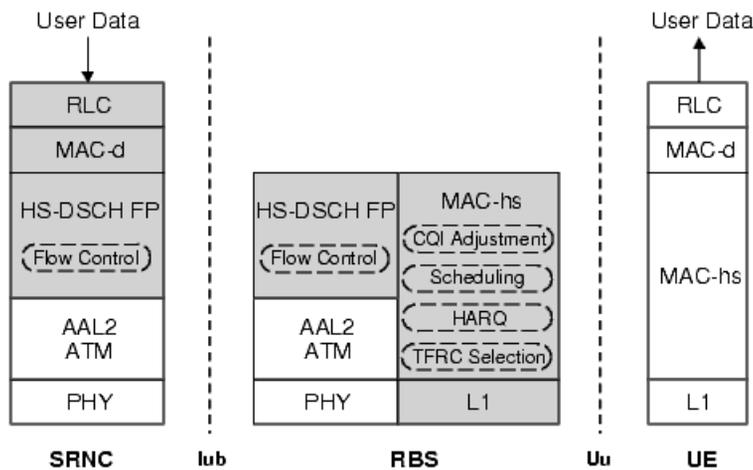


Рис. 17: Структура протоколов на уровне пользователя

которые минимизируют потребность повторной передачи пакетов (Рис. 13.).

Soft Combining

Пользовательское оборудование пытается декодировать каждый принятый транспортный блок данных и, периодически, каждые 5 мс, посылает в RBS информацию об исправности или неисправности принятых блоков. Если UE определит, что пакет принят неисправно, посылает сообщение NAQ в RBS. Неисправный пакет сохраняется, а не отбрасывается.

Если повторно посланный пакет неисправно принят, он сочетается с ранее неисправно принятым пакетом, который сохранился в памяти, и таким образом проводится попытка пополнения целого исправного пакета. При каждой повторной передаче пакета использована та же самая схема кодирования. В конечном итоге, или пакет будет исправно принят и UE освободится от ошибок, или при достижении максимального числа повторных передач исправление ошибки выполняют высшие протоколы.

Incremental Redundancy (IR)

Метод IR подобен методу Soft Combining, но отличается тем, что повторно переданные данные кодируются с помощью инкрементной, т.е. возрастающей избыточной информации. Целью поступка является увеличение возможности исправного принятия пакета, или отклонение определенного количества ошибок, что облегчит возможность сочетания с предыдущими пакетами и отклонения ошибки (Рис. 14.).

С введением технологии HSDPA в RBS инсталлирован новый уровень MAC-hs, т.е. повторную передачу контролирует непосредственно RBS, что также повлияло на ускорение повторной передачи и сокращение запаздывания при пакетной передаче, когда это требуется.

Оборудование пользователя, UE, в состоянии быстрее посылать запросы на повторную передачу, а механизм HARQ в RBS в состоянии очень быстро отвечать на эти запросы, что значительно сокращает время на передачу и подтверждение приема (Round Trip Time) на 60 мс (Рис. 15.).

3. Изменения оборудования сети при введении HSDPA функциональности

Как уже описано ранее в тексте, технология HSDPA обеспечивает ряд улучшений, наряду с использованием уже существующего оборудования. Самым важным свойством HSDPA является возможность быстрого приспособления связи переменным радио условиям и быстрой передаче данных.

3.1. Влияние на элементы в WCDMA сети радио доступа Эрикссона (RBS и RNC)

Чтобы постигнуть функциональность HSDPA на базовой радиостанции RBS, обязательно требуется выполнить следующее (Рис. 16.):

- внедрить новые аппаратные средства, которые поддерживают дополнительный MAC-hs протокол (минимально платы HS-TX15 и TX3.x)
- обновить программное обеспечение (минимально версия P4.GA).

Так как HSDPA вводит улучшения, прежде всего, на радио интерфейсе, соответствующие функции размещены в его близости, т.е. в первую очередь в RBS: быстрая адаптация линии связи, механизм предоставления доступа, гибридный ARQ.

Можно сказать, что главные изменения при введении функций HSDPA, повлияли на архитектуру RBS, особенно введение нового протокольного уровня MAC-hs.

Чтобы постигнуть функциональность HSDPA в RNC, обязательно требуется:

- обновить программное обеспечение (минимально версия P4.GA).

На Рис. 17. представлены изменения в структуре протоколов на уровне пользователя.

Из рисунка видим, что технология HSDPA обеспечивает операторам, которые уже реализовали технологию UMTS/WCDMA, значительные

улучшения. Это относится на скорость передачи данных и внедрение новых услуг, а также усовершенствование уже существующих (потокоевое видео, мобильный просмотр Интернета), которые обогащают и облегчают деловую и личную жизнь мобильного пользователя, а при этом изменения в сети UMTS/WCDMA минимальные.

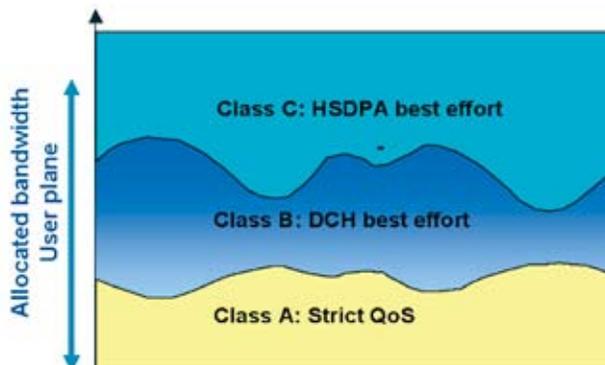


Рис.18: Классы нагрузки в HSDPA

4. Реализация функций HSDPA в транспортной части

Улучшения в транспортной части также значительные. Для HSDPA нагрузки определяется новый Best Effort Aal2 QoS класс С – класс неопределенной скорости передачи, который приспособивает транспортные механизмы новым радио характеристикам, описанным в предыдущем тексте.

Кроме того, можно определить передачу с не заданной заранее скоростью передачи - Unspecified Bit Rate

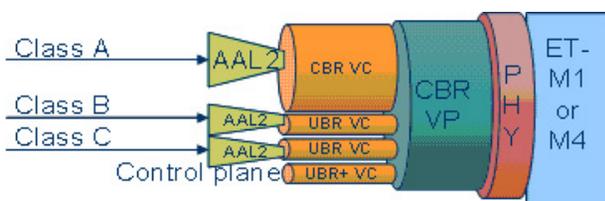


Рис. 19: Каждый класс нагрузки определен на отдельном пути Aal2

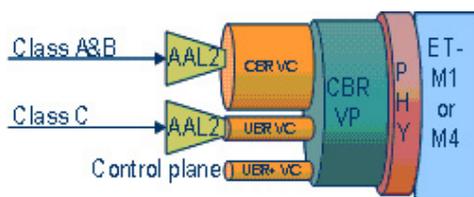


Рис. 20: А и В классы нагрузки (CBR) делят один и тот же путь Aal2, а класс С (HSDPA нагрузка) определен на отдельном Aal2 пути, такая конфигурация выполнима на платах ETM1/ETM4/ETMC1

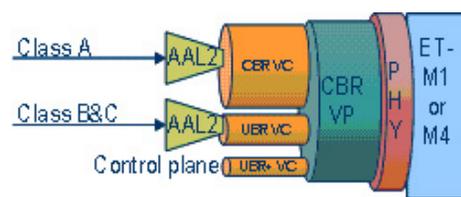


Рис. 21: Классы В и С (UBR) делят один и тот же путь Aal2, а класс А определен на отдельном Aal2

(UBR) VC для AAL2 нагрузки (уровень адаптации ATM, протокол AAL2).

UBR обеспечивает услугу неопределенной скорости передачи (best effort), без гарантии запаздывания и вариаций запаздывания, типично используется для HSDPA нагрузки, но также может использоваться для нагрузки В класса в “best effort” конфигурации.

HSDPA поток пользовательских данных между RBS - RNC (HSDPA Iub Flow Control)

Целью Iub интерфейса управления потоком является поддержание наполняемости очередей приоритета в RBS, во избежание перегрузки в транспортной сети. Алгоритм Iub управления потоком данных высчитывает и принимает решение о том, когда RNC должен послать MAC-d фреймы в RBS. Калькуляция Iub управления потоком основывается на нескольких параметрах и на реконфигурируемых атрибутах, связанных с совокупной полосой пропускания на интерфейсе Iub и емкостью пути Aal2 класса С на RBS.

Вводится разделение качества услуги QoS, что значит, что на пользовательских связях для речевых услуг и услуг передачи данных введены различные классы качества QoS на пути Aal2.

Улучшения, вносимые таким разделением.

Дополнительный класс С нагрузки, которая определяется для HSDPA, чаще всего используется для интерактивной/фоновой нагрузки в HSDPA, характеристики услуг в реальном времени обеспечены в пакете WCDMA RAN, т.е. речевые услуги и остальные услуги в реальном времени имеют преимущество.

“Best effort” нагрузка в HSDPA строго отделена от QoS нагрузки по DCH. Таким образом, гарантируется поддержание характеристик DCH нагрузки.

4.1. Принципы конфигурации высокоскоростной HS нагрузки на Iub интерфейсе

В этой части статьи дано объяснение категорий нагрузки и параметров нагрузки в R99 и HSDPA:

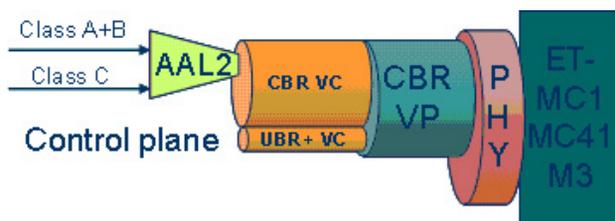


Рис. 22: Все классы нагрузки (A + B речь, CS и PS потоковый, PS64, PS128 и PS384 класс C для HSDPA) делят совместный Aal2 путь, такая конфигурация выполнима на платах ETMC1, ETMC41, ETM3. В данном, особом случае не используется QoS разделение.

Категория	Максимальное число параллельно используемых кодов	Минимальный TTI междуинтервал	Число битов на транспортном канале для TTI	Тип ARQ использованный для максимальной скорости передачи данных	Максимальные скорости, достигнутые на физическом уровне
1	5	3	7300	Soft	1.2
2	5	3	7300	IR	1.2
3	5	2	7300	Soft	1.8
4	5	2	7300	IR	1.8
5	5	1	7300	Soft	3.6
6	5	1	7300	IR	3.6
7	10	1	14600	Soft	7.2
8	10	1	14600	IR	7.2
9	15	1	20432	Soft	10.2
10	15	1	28776	IR	14.4

Таблица 2: Возможности терминалов (мобильных телефонов)

Class A:Stringent class – high, delay target

< 5 (2-10) мс

For speech and other conversational services

Class B:Stringent class – medium, delay target

< 15 (5-20) мс

For other scheduled transfers with strict arrival deadlines

Class C: Tolerant class – high. Unspecified delay

For best effort HSDPA connections

Класс нагрузки А: жесткий класс, используется для речи и разговорных услуг, заданное время запаздывания менее 5 мс (CBR).

Класс нагрузки В: жесткий класс, используется для передачи пакетных услуг (голос/видео), заданное время запаздывание менее 15 мс.

Класс нагрузки С: толерантный класс, запаздывание не задано, используется для соединений с неопределенной скоростью передачи данных.

В HSDPA отличаем три категории услуг и нагрузки:

- услуга передачи потока данных постоянной скорости
- CBR (Constant Bit Rate)
- услуга передачи потока данных переменной скорости

- VBR (Variable Bit Rate)

- услуга передачи с не заданной заранее скоростью передачи - UBR (Unspecified Bit Rate)

Услуга CBR используется для передачи ячеечной нагрузки постоянной скорости. Такой поток чаще всего создают не сжатые речь и видео, но могут его создавать и другие источники. Услуга гарантируется резервированием избыточных ресурсов.

VBR услуга используется для передачи аудио и видео содержаний в реальном времени. При установлении связи источник специфицирует верхнюю и среднюю скорость потока, который будет направлен в сеть.

Услуга VBR состоит из двух вариантов: в реальном времени VBR (VBR-rt - real-time) и не в реальном времени VBR (nrt-VBR - non-real-time).

Вариант rt-VBR служит для передачи видео и аудио содержаний в реальном времени, а вариант nrt-VBR служит для передачи видео и аудио без ограничения времени передачи информации в пункт назначения (например, мультимедийная электронная почта, e-mail).

Услуга UBR используется для передачи данных без какой-либо гарантии качества услуги и ее передачи. Единственным передаваемым в сеть параметром является максимальная скорость, на которой источник

может посылать данные в сеть. Сеть не несет ответственность ни за продолжительность передачи, ни за потерянные ячейки (из потока данных).

В HSDPA можно определить QoS классы В и С как "best effort" классы (Рис. 18.).

Технология HSDPA обеспечивает значительно более эффективную реализацию интерактивных и фоновых QoS классов. Высокие скорости передачи данных увеличивают и улучшают использование потоковых приложений, а малое время запаздывания на передаче и подтверждении приема (round-trip) улучшит использование Web приложений.

Существуют два основных принципа конфигурации HSDPA:

- каждый класс нагрузки находится на своем Aal2 пути (Рис. 19.).

Такая конфигурация рекомендуется для использования на платах ETM1 или ETM4. Эта опция технически легко выполнима, однако не обеспечивает самые лучшие показатели.

- высшие классы нагрузки между собой делят совместный Aal2 путь (Рис. 20, 21 и 22.).

5. Характеристики HSDPA

Вследствие не использования в системах HSDPA двух, почти основных, свойств системы WCDMA (быстрого контроля мощности и переменного фактора SF), при оценке характеристик HSDPA рассматриваются другие свойства, отличающиеся от применяемых в системе WCDMA.

5.1. Факты, влияющие на характеристики HSDPA

Образ действия системы HSDPA подразумевает приспособивание к переменам в окружающей среде и к характеристикам канала с помощью быстрой адаптации модуляции, кодирования и кодовых ресурсов. Характеристики системы HSDPA зависят от множества факторов, некоторые из которых перечислены ниже:

- Состояние канала:

Четыре существенных фактора: дисперсия времени, состояние ячейки, скорость терминала (мобильного телефона) и соотношение между интерференцией собственной ячейки и интерференцией другой ячейки. Измерения показывают рост интерференции в системе при использовании HSDPA: типичные значения соотношения до -5дБ по сравнению с -2 до 0 дБ для канала DCH.

- Характеристики терминала (мобильного телефона):

Чувствительность и возможность подавления помех, а также поддержание услуг HSDPA, таких как, например, максимальная скорость передачи данных и число мультикодов.

Определено 12 категорий терминалов, которые позволяют внедрение технологии HSDPA, низкого и

высокого ранга, со скоростями передачи данных от 0,9 Мбит/с до 14 Мбит/с.

В Таблице 2. представлено 10 категорий терминалов и их возможности.

- Тип и точность управления радио ресурсами (RRM - Radio Resource Management)

Мощность и кодовые ресурсы, выделенные каналу HSDPA, точность и способ оценки отношения между сигналом и помехой (SIR - Signal to Interference Ratio) и алгоритмы предоставления права доступа.

Терминалы с лучшей способностью детектирования могли бы быть размещены в высший разряд пропускной способности, а это бы непосредственно повлияло на улучшение характеристик оконечного пользователя HSDPA. Все это стимулирует производителей на выпуск более качественных терминалов.

5.2. Скорости передачи в HSDPA

Как уже упомянуто в тексте, скорости передачи данных, обеспечиваемые технологией HSDPA в настоящее время, в пять раз больше, чем в R99.

С использованием 15 кодов и с 3/4 эффективным кодированием и QPSK модуляцией, достигается максимальная теоретическая скорость до 5,3 Мбит/с, а при использовании модуляции 16QAM эта скорость увеличивается в два раза. С применением метода IR ARQ, 16 QAM модуляции и с 3/4 эффективным кодированием достигается максимальная скорость до 14,4 Мбит/с. Применяя временное и кодовое мультиплексирование пользователей, эти скорости достигаются для каждого отдельного пользователя, или делятся между несколькими. Таким образом, сеть может управлять выделенными кодовыми ресурсами и мощностью в соответствии с возможностями терминала (мобильного телефона) и его требованиями, относящимися на передачу данных.

В случае WCDMA спектральная и кодовая эффективность является существенным оптимизационным критерием, т.к. приспособивание состояния системы ограничено кодированием и мощностью. В этом смысле HSDPA обеспечивает существенные улучшения по сравнению с R99 (DSCH и DCH).

Спектральная эффективность улучшена при нижних значениях отношения сигнал/помеха (SIR) введением более эффективного кодирования и метода быстрого H-ARQ в сочетании с избыточностью. Кроме того, обширные многокодовые операции обеспечивают высокую спектральную эффективность, подобно переменному фактору SF, но с лучшей четкостью. В очень хороших условиях отношения сигнал/помеха, SIR вблизи RBS, HSDPA предлагает высшие максимальные скорости и, соответственно, лучшую используемость канала, и спектральную эффективность.

Кодовая эффективность достигается с помощью большего числа пользовательских битов по символу, а значит и больше данных по коду разделения полосы

частот на отдельные каналы (channelization code). Это достигнуто модуляциями высшего порядка и увеличенным эффективным кодированием. Кроме того, использование мультиплексирования и разделения канала, вообще, ведет к увеличенной кодовой эффективности потоковой нагрузки по пучкам.

6. Вывод

Единственной константой в мобильных сетях является непрерывный прогресс в количестве и качестве услуг. Технология HSDPA и в этой сфере предлагает в несколько раз лучшие характеристики по сравнению с предыдущей генерацией мобильных систем, что окончательному пользователю обеспечивает значительно расширенный спектр услуг и более удобное использование существующих услуг благодаря ускоренной и более качественной передаче данных. В восходящей линии связи скорости достигают 384кбит/с, а в нисходящей 1,8Мбит/с (с возможностью расширения до 14Мбит/с). Кроме того, с позиции сети введены многочисленные улучшения, что относится на повышенную используемость существующих ресурсов и оптимизированное использование радио интерфейса, методы эффективной повторной передачи, более эффективное распределение мощности передачи, сокращение интервала TTI, динамическое разделение кодовых ресурсов и быструю адаптацию связи.

В перспективе ожидается дальнейшее улучшение сети HSDPA в смысле увеличения скорости передачи данных и улучшения характеристик самой радио сети, значительного увеличения скорости передачи данных в восходящей связи (HSUPA - High Speed Uplink Packet Access) с помощью технологии, которая увеличит скорости до 5,76 Мбит/с. Дальнейшее развитие движется в направлении четвертой генерации мобильных систем. Сейчас мы находимся на середине пути между третьей и четвертой генерациями, т.е. 3,5G, а в будущем ожидается развитие сети, полностью базирующейся на протоколе Интернет (all-IP), и поэтому усиление радио части является существенным шагом на этом пути.

В Хорватии функции HSDPA первый внедрил оператор VIPnet в апреле 2006 года.

7. Список сокращений:

AAL2	-	<i>ATM Adaptation layer 2</i> Уровень адаптации ATM, протокол AAL2
ACK	-	<i>Acknowledge</i> Сообщение об успешном приеме данных
AMC	-	<i>Adaptive Modulation and Coding</i> Адаптивная модуляция и кодирование
ARQ	-	<i>Automatic repeat Request</i> Автоматический запрос на повторную передачу
ATM	-	<i>Asynchronous Transfer Mode</i> Асинхронный режим передачи
CBR	-	<i>Constant Bit Rate</i> Постоянный поток данных
CQI	-	<i>Channel Quality Indicator</i> Индикатор качества канала
CS	-	<i>Circuit Switched</i> Коммутация каналов
DCH	-	<i>Dedicated Channel</i> Выделенный (закрепленный) канал
DL	-	<i>Downlink</i> Нисходящая линия связи
DPCH	-	<i>Downlink Dedicated Physical Channel</i> Нисходящий выделенный физический канал
DPDCH	-	<i>Dedicated Physical Data Channel</i> Выделенный физический канал передачи данных
DSCH	-	<i>Downlink Shared Channel</i> Транспортный канал в нисходящей связи, совместный для всех пользователей в ячейке
EDGE	-	<i>Enhanced Data rates for Global Evolution</i> Усовершенствованная передача данных в GSM окружении
FACH	-	<i>Forward Access Channel</i> Канал с прямым доступом
FCSS	-	<i>Fast Cell Site Selection</i> Быстрый выбор ячейки
FDMA	-	<i>Frequency Division Multiple Access</i> Множественный доступ с разделением частот
FP	-	<i>Frame Protocol</i> Протокол фреймов
FSK	-	<i>Frequency Shift Keying</i> Частотная манипуляция
GGSN	-	<i>Gateway GPRS Support Node</i> Шлюзовой узел поддержки в GPRS
GPRS	-	<i>General Packet Radio Service</i> Пакетная радиосвязь общего назначения
GSM	-	<i>Global System for Mobile communication</i> Глобальная система мобильной связи
H-ARQ	-	<i>Fast Hybrid ARQ</i> Гибридный автоматический запрос на повторную передачу пакета
HO	-	<i>Handover</i> Переключение между каналами
HS - SCCH	-	<i>High Speed - Shared Control Channel</i> Высокоскоростной канал в нисходящей линии связи для передачи сигнальной информации, пока общий для целой ячейки
HSCSD	-	<i>High Speed Circuit Switched Data</i> Технология ускоренной передачи данных с коммутацией каналов
HSDPA	-	<i>High Speed Downlink Packet Access</i> Высокоскоростной пакетный доступ нисходящей линией связи
HS-DPCCH	-	<i>High Speed - Dedicated Physical Control Channel</i> Высокоскоростной выделенный физический канал управления в восходящей линии связи
HS-DSCH	-	<i>High Speed - Downlink Shared Channel</i> Высокоскоростной транспортный распределенный физический канал в нисходящей линии связи, совместный для всех пользователей ячейки
HS-PDSCH	-	<i>High Speed - Physical Downlink Shared Channel</i> Высокоскоростной транспортный распределенный физический канал в нисходящей линии связи для логических HSDPA каналов
HSUPA	-	<i>High Speed Uplink Packet Access</i> Высокоскоростной пакетный доступ в восходящей линии связи
IP	-	<i>Internet Protocol</i> Протокол Интернет

IR	-	<i>Incremental Redundancy</i> Возрастающая избыточность
L1	-	<i>Layer 1</i> Уровень 1
LAN	-	<i>Local Area Network</i> Локальная вычислительная сеть
MAC-hs	-	<i>Medium Access Control – high speed</i> Управление высокоскоростным доступом к среде передачи
NACK	-	<i>Non Acknowledge</i> Сообщение о неуспешном приеме данных
NMT	-	<i>Nordic Mobile Telephony</i> Скандинавская сеть сотовой связи
ZPDU	-	<i>Packet Data Unit</i> Блок пакетных данных
PS	-	<i>Packet Switched</i> Коммутация пакетов
PSK	-	<i>Phase Shift Keying</i> Фазовая манипуляция
QAM	-	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i> Квадратурная амплитудная модуляция
QoS	-	<i>Quality of Service</i> Качество услуги
QPSK	-	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i> Квадратурная фазовая модуляция
R99	-	<i>Release 99</i> Версия стандарта 99
RBS	-	<i>Radio Base Station</i> Базовая радиостанция
RLC	-	<i>Radio Link Control</i> Уровень управление радио связью в RNC
RNC	-	<i>Radio Network Controller</i> Модуль управления радио сетью
SF	-	<i>Spreading Factor</i> Фактор распространения
SGSN	-	<i>Serving GPRS Support Node</i> Обслуживающий узел поддержки GPRS
SIR	-	<i>Signal to Interference Ratio</i> Отношение сигнал/помеха
TCP	-	<i>Transmission Control Protocol</i> Протокол управления передачей
TDMA	-	<i>Time Division Multiple Access</i> Множественный доступ с временным разделением
TFRC	-	<i>Transport Format and Resource Combination</i> Сочетание транспортного формата и ресурсов
TTI	-	<i>Transmission Time Interval</i> Интервал времени передачи
UBR	-	<i>Unsuspected Bit Rate</i> Передача с не заданной заранее скоростью
UE	-	<i>User Equipment</i> Оборудование пользователя
UE ID	-	<i>User Equipment Identity</i> Идентификатор оборудования пользователя
UL	-	<i>Uplink</i> Восходящая линия связи
UMTS	-	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> Универсальная система мобильной связи
VBR	-	<i>Variable Bit Rate</i> Переменная скорость потока данных
VBR-nrt	-	<i>Variable Bit Rate non real time</i> Переменная скорость потока данных не в реальном времени
VBR-rt	-	<i>Variable Bit Rate real time</i> Переменная скорость потока данных в реальном времени
VC	-	<i>Virtual Channel</i> Виртуальный канал
VP	-	<i>Virtual Path</i> Виртуальный путь
WCDMA	-	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i> Широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов
3GPP	-	<i>Third Generation Partnership Project</i> Проект сотрудничества в создании сетей третьей генерации

8. Литература

1. Harri Holma, Antti Toskala
“WCDMA for UMTS: Radio Access for Third Generation Mobile Communications”,
John Wiley&Sons, 2000
2. Документация компании Эрикссон для внутреннего использования

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 5 июля 2006 года.

Перевод: Надежда Племенич

Downlink DCH user 1	Нисходящая линия связи по выделенному каналу пользователь 1
Downlink DCH user 2	Нисходящая линия связи по выделенному каналу пользователь 2
Demodulation information	Информация для демодуляции
2 ms	2 мс

Рис. 8

Channelization codes	Коды разделения канала
time	время
Channelization codes used for HS-DSCH transmission Eight codes (example). Configurable.	Коды разделения канала, использованные для HS-DSCH передачи восемь кодов (пример). Реконфигурируемый.
User 1 User 2 User 3 User 4	Пользователь 1, Пользователь 2, Пользователь 3, Пользователь 4

Рис. 9

Scheduled user	Зарегистрированный пользователь
User 1	Пользователь 1
User 2	Пользователь 2
high data rate	высокая скорость передачи данных
low data rate	низкая скорость передачи данных
Time	Время
User 2	Пользователь 2
high data rate	высокая скорость передачи данных
low data rate	низкая скорость передачи данных
Time	Время

Рис. 10

3GPP Release 99	3GPP версия 99
Power	Мощность
Unused power	Неиспользованная мощность
Dedicated channels (power controlled)	Выделенные каналы (с управляемой мощностью)
Common channels	Общие каналы
Power usage with dedicated channels	Применение мощности с выделенными каналами
Total cell power	Совокупная мощность ячейки
3GPP Release 5	3GPP версия 5
Total cell power	Совокупная мощность ячейки
HS-DSCH (rate controlled)	HS-DSCH (с управляемой скоростью)
HS-DSCH with dynamic power allocation	HS-DSCH с динамическим распределением мощности

Рис. 11

MAC-hs round-trip time=12 мс	MAC-hs время на передачу и подтверждение приема = 12 мс
Transmitter	Передатчик
Receiver	Приемник
Failed transmission	Неисправная передача
Px y, z HARQ process #x, data packet #y, transmission #z	Px y, z HARQ процесс #x, пакет данных #y, передача #z
Soft combining in EU	Soft combining в EU
ACKs not shown in figure	ACKs не показаны на рисунке

Рис. 13

CRC attachment	CRC присоединение
Code block segmentation	Сегментация кодового блока
Turbo encoding	Ускоренное кодирование
Physical layer HARQ	Физический уровень HARQ
Code #1 Code #2 ... Code #N	Код #1 Код #2 ... Код # N
Physical channel mapping	Отображение (mapping) физического канала
Interleaving (2 мс)	Чередование (interleaving) (2 мс)
Physical channel segmentation	Сегментация физического канала

Рис. 14

Turbo encoder	Ускоренный декодер
Bit separation	Разделение битов
Systematic bits	Систематические биты
Parity bits	Биты четности
1st rate matching	Согласование скорости 1-ой степени
IR buffer	IR буфер
Redundancy version setting	Установка версии избыточности
2nd rate matching	Согласование скорости 2-ой степени
Physical channel segmentation	Сегментация физического канала

Рис. 15

Packet	Пакет
Retransmission	Повторная передача
Node B	Узел B

Рис. 16

Allocated bandwidth User plane	Распределение полосы пропускания Плоскость пользователя
Class C: HSDPA best effort	Класс C: HSDPA best effort/ самой лучшей неопределенной скорости передачи
Class B: DCH best effort	Класс B: DCH best effort/ самой лучшей неопределенной скорости передачи
Class A: Strict QoS	Класс A: жесткий QoS

Рис. 18

Class A	Класс A
Class B	Класс B
Class C	Класс C
Control plane	Плоскость управления

Рис. 19

Class A&B	Класс A и B
Class C	Класс C
Control plane	Плоскость управления

Рис. 20

Class A	Класс A
Class B&C	Класс B и C
Control plane	Плоскость управления

Рис. 21

Class A+B	Класс A+B
Class C	Класс C
Control plane	Плоскость управления

Рис. 22