



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H04W 80/02 (2020.08); H04L 1/0078 (2020.08); H04L 69/22 (2020.08); H04L 69/32 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2019105130, 31.08.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.08.2017Дата регистрации:
08.02.2021

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
04.11.2016 EP 16197412.6

(43) Дата публикации заявки: 04.12.2020 Бюл. № 34

(45) Опубликовано: 08.02.2021 Бюл. № 4

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 04.06.2019(86) Заявка РСТ:
JP 2017/031306 (31.08.2017)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2018/083874 (11.05.2018)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЛЁР, Йоахим (DE),
БАСУ МАЛЛИК, Прадик (DE),
ШАХ, Рикин (DE),
СУДЗУКИ, Хидетоси (JP),
ХОРИ, Такако (JP)

(73) Патентообладатель(и):

ПАНАСОНИК ИНТЕЛЛЕКТУАЛ
ПРОПЕРТИ КОРПОРЕЙШН ОФ
АМЕРИКА (US)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2010/0128672 A1, 27.05.2010. US
2010/0111016 A1, 06.05.2010. US 2010/0172376
A1, 08.07.2010. US 2016/0302104 A1, 13.10.2016.
US 2011/0096725 A1, 28.04.2011. RU 2546562 C2,
10.04.2015.(54) ЭФФЕКТИВНОЕ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ В
ТРАНСПОРТНОМ БЛОКЕ

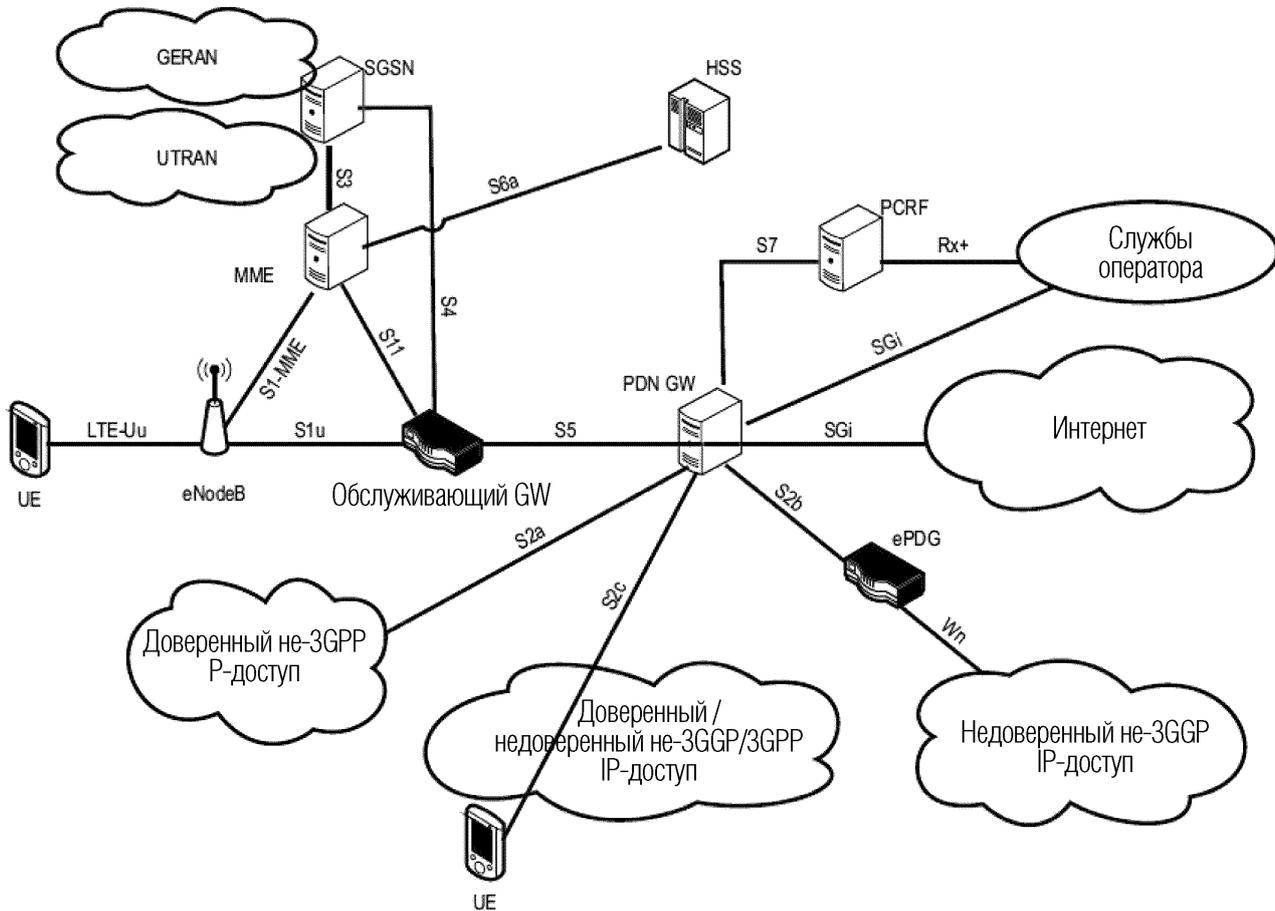
(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к системам передачи данных. Технический результат заключается в повышении эффективности уровневой обработки радиоинтерфейса для технологии нового радио, предусмотренной для систем мобильной связи 5G. Узел передачи данных содержит схему обработки второго уровня для приема, от третьего уровня, по меньшей мере одного служебного блока данных, SDU, второго уровня, подлежащего отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, и для

генерации протокольного блока данных, PDU, второго уровня, включающего в себя упомянутый по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, причем по меньшей мере один элемент управления второго уровня располагается после любого из по меньшей мере одного SDU второго уровня, и схему обработки первого уровня для приема PDU второго уровня, сгенерированного схемой обработки второго уровня, и отображения PDU второго уровня в ресурс, выделенный для

передачи данных. Узел приема данных содержит схему обработки первого уровня для отмены отображения по меньшей мере одного протокольного блока данных, PDU, второго уровня, из ресурса, выделенного для приема данных, и схему обработки второго уровня для приема и разложения PDU второго уровня, полученного отменой отображения схемой

обработки первого уровня, причем PDU второго уровня включает в себя по меньшей мере один служебный блок данных, SDU, второго уровня, и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, причем по меньшей мере один элемент управления второго уровня следует за любым из по меньшей мере одного SDU второго уровня. 6 н. и 14 з.п. ф-лы, 36 ил., 7 табл.



ФИГ. 1

RU 2742462 C2

RU 2742462 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H04W 80/02 (2020.08); H04L 1/0078 (2020.08); H04L 69/22 (2020.08); H04L 69/32 (2020.08)

(21)(22) Application: **2019105130, 31.08.2017**

(24) Effective date for property rights:
31.08.2017

Registration date:
08.02.2021

Priority:

(30) Convention priority:
04.11.2016 EP 16197412.6

(43) Application published: **04.12.2020 Bull. № 34**

(45) Date of publication: **08.02.2021 Bull. № 4**

(85) Commencement of national phase: **04.06.2019**

(86) PCT application:
JP 2017/031306 (31.08.2017)

(87) PCT publication:
WO 2018/083874 (11.05.2018)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spaskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i
Partnery"**

(72) Inventor(s):

**LOEHR, Joachim (DE),
BASU MALLICK, Prateek (DE),
SHAH, Rikin (DE),
SUZUKI, Hidetoshi (JP),
HORI, Takako (JP)**

(73) Proprietor(s):

**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY
CORPORATION OF AMERICA (US)**

(54) **EFFICIENT MULTIPLEXING OF CONTROL INFORMATION IN TRANSPORT UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: data transmission systems.

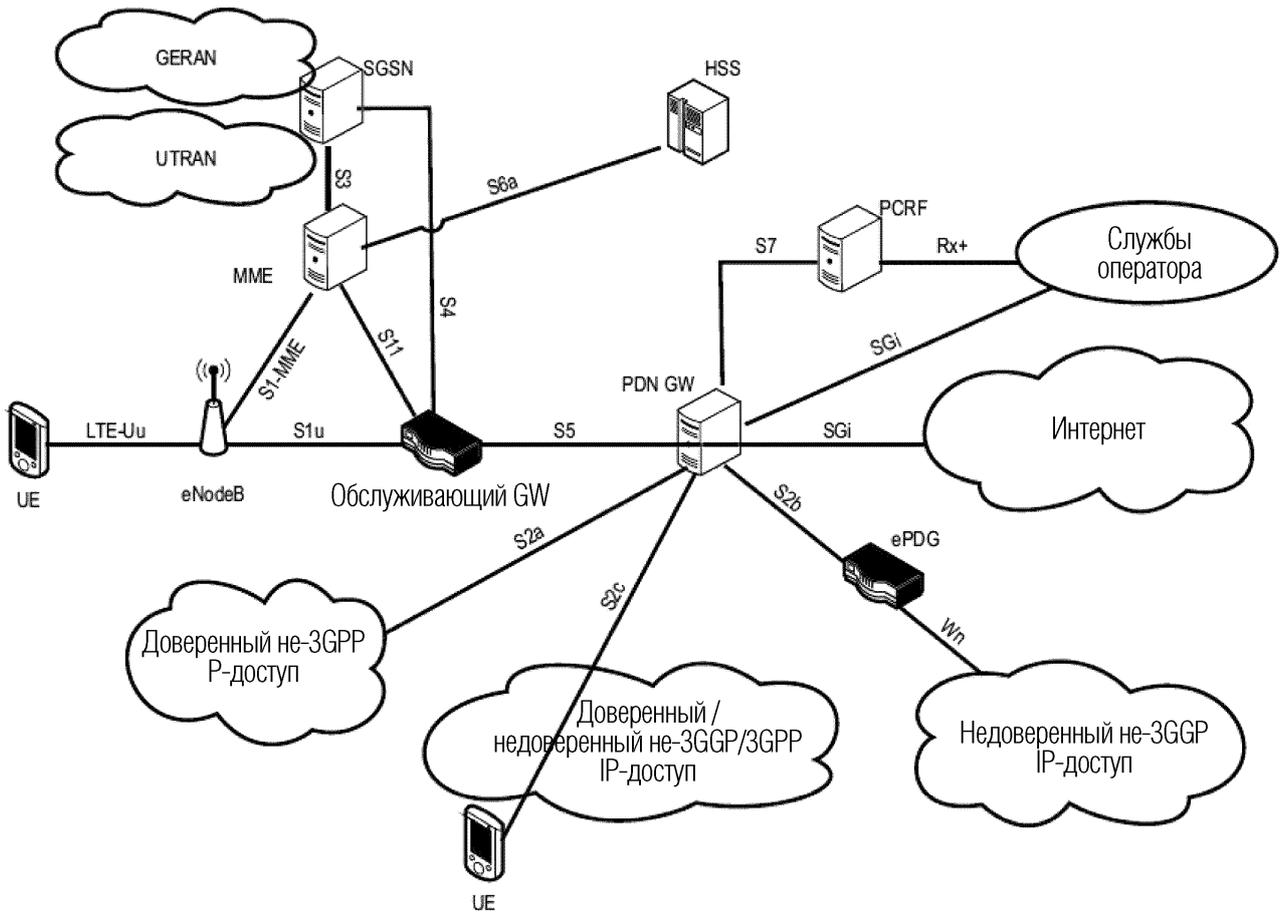
SUBSTANCE: data transmission unit comprises a second layer processing circuit for receiving, from a third layer, at least one service data unit, SDU, a second layer to be displayed in a resource, dedicated for data transmission, and for generation of protocol data unit, PDU, second level, including said at least one second layer SDU and at least one second layer control, wherein at least one second layer control element is located after any of at least one second layer SDU, and a first level processing circuit for receiving a second level PDU, generated by the second layer processing circuit, and mapping the second level PDU into a

dedicated resource for transmitting data. Data receiving unit comprises first level processing circuit for canceling display of at least one protocol data unit, PDU, second level, from a resource allocated for receiving data, and a second layer processing circuit for receiving and decomposing a second level PDU obtained by canceling the first layer processing scheme display, wherein the second layer PDU includes at least one service data unit, SDU, a second layer, and at least one second layer control, wherein at least one second layer control element follows any of at least one second layer SDU.

EFFECT: technical result consists in improvement of efficiency of radio interface level processing for new

C 2
2 7 4 2 4 6 2
R U

R U
2 7 4 2 4 6 2
C 2



ФИГ. 1

RU 2742462 C2

RU 2742462 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0001] Настоящее изобретение относится к обработке передачи и приема на множественных уровнях в системе связи а также к соответствующим устройствам, способам и программам передачи.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Системы мобильной связи третьего поколения (3G) на основе технологии радиодоступа WCDMA широко распространены во всем мире. Первый этап улучшения или развития этой технологии предусматривает введение высокоскоростного пакетного доступа нисходящей линии связи (HSDPA) и улучшенной восходящей линии связи, также именуемой высокоскоростным пакетным доступом восходящей линии связи (HSUPA), которые обеспечивают конкурентоспособную технологию радиодоступа. Для подготовки к дополнительному увеличению потребностей пользователей и для обеспечения конкурентоспособности с новыми технологиями радиодоступа, 3GPP внедрил новую систему мобильной связи, именуемую проектом долгосрочного развития систем связи (LTE). LTE предназначена удовлетворять потребностям в несущих для высокоскоростного переноса данных и медиа, а также поддержки речевой связи с высокой пропускной способностью в течение следующего десятилетия. Способность обеспечивать высокие битовые скорости является ключевой мерой для LTE.

Спецификация рабочего элемента (WI) в проекте долгосрочного развития систем связи (LTE), именуемая усовершенствованным наземным радиодоступом UMTS (UTRA) и наземной сетью радиодоступа UMTS (UTRAN) заканчивается как выпуск 8 (Rel. 8 LTE). Система LTE представляет эффективный пакетный радиодоступ и сети радиодоступа, которые обеспечивают полные функциональные возможности на основе IP с низкой латентностью и низкой стоимостью. В LTE заданы масштабируемые множественные полосы передачи, например, 1,4, 3,0, 5,0, 10,0, 15,0 и 20,0 МГц, для обеспечения гибкой установки системы с использованием данного спектра. На нисходящей линии связи применялся радиодоступ на основе мультиплексирования с ортогональным частотным разделением (OFDM) ввиду присущей ему устойчивости к многотрактовой помехе (MPI) вследствие низкой символьной скорости, использования циклического префикса (CP), и его склонности к разным конфигурациям полосы передачи. Радиодоступ на основе множественного доступа с частотным разделением на одной несущей (SC-FDMA) применялся на восходящей линии связи, поскольку обеспечение широкой зоны покрытия имело приоритет над повышением пиковой скорости передачи данных с учетом ограниченной мощности передачи пользовательского оборудования (UE). Применяются многие ключевые методы пакетного радиодоступа, включающие в себя методы передачи канала с множественными входами и множественными выходами (MIMO), и в Rel. 8 LTE достигается высокоэффективная структура сигнализации управления.

[0003] Архитектура LTE

Архитектура в целом показана на фиг. 1 и более детализированное представление архитектуры E-UTRAN приведено на фиг. 2. E-UTRAN состоит из eNB, обеспечивающего плоскость пользователя (PDCP/RLC/MAC/PHY) E-UTRA и окончания протокола плоскости управления (RRC) к UE. eNB распоряжается физическим (PHY), управления доступом к среде (MAC), управления линией радиосвязи (RLC) и протокола управления пакетными данными (PDCP) уровнями, которые включают в себя функциональные возможности сжатия заголовка и шифрования плоскости пользователя. Он также обеспечивает функциональные возможности управления радиоресурсами (RRC), соответствующие плоскости управления. Он осуществляет многие функции, включающие в себя управление радиоресурсами, управление допуском, планирование, применение

согласованного UL QoS, вещание информации о соте, шифрование/дешифрование данных плоскости пользователя и управления и сжатие/снятие сжатия заголовков пакетов плоскости пользователя DL/UL. eNB соединены между собой посредством интерфейса X2. eNB также подключены посредством интерфейса S1 к EPC (усовершенствованному ядру пакетной сети), в частности, к MME (узлу управления мобильностью) посредством S1-MME и к обслуживающему шлюзу (S-GW) посредством S1-U. Интерфейс S1 поддерживает отношение многих ко многим между MME /обслуживающими шлюзами и eNB. SGW маршрутизирует и ретранслирует пользовательские пакеты данных, действуя также как якорь мобильности для плоскости пользователя в ходе хэндоверов между eNB и как якорь для мобильности между LTE и другими технологиями 3GPP (заканчивающий интерфейс S4 и ретранслирующий трафик между системами 2G/3G и PDN GW). Для UE в неактивном состоянии, SGW заканчивает тракт данных DL и инициирует поисковый вызов, когда данные DL поступают для UE. Он диспетчеризует и сохраняет контексты UE, например, параметры службы канала-носителя IP, информацию внутрисетевой маршрутизации. Он также осуществляет дублирование пользовательского трафика в случае законного перехвата.

[0004] MME является ключевым узлом управления для сети доступа LTE. Он отвечает за неактивный режим процедуры отслеживания и поискового вызова UE, включающие в себя повторные передачи. Он участвует в процессе активации/деактивации канала-носителя и также отвечает за выбор SGW для UE при начальном присоединении и во время хэндовера внутри LTE, предусматривающего перемещение узла базовой сети (CN). Он также отвечает за аутентификацию пользователя (путем взаимодействия с HSS). Сигнализация слоя без доступа (NAS) заканчивается на MME и также отвечает за генерацию и выделение временных идентификаторов для UE. Он проверяет авторизацию UE для подключения к сети связи общего пользования наземных мобильных объектов (PLMN) поставщика услуг и выполняет ограничения роуминга UE. MME является точкой окончания в сети для шифрования/защиты целостности для сигнализации NAS и осуществляет управление ключами защиты. MME также поддерживает законный перехват сигнализации. MME также обеспечивает функцию плоскости управления для мобильности между сетями доступа LTE и 2G/3G с интерфейсом S3, заканчивающимся на MME, от SGSN. MME также заканчивает интерфейс S6a к домашнему HSS для UE, находящихся в роуминге.

[0005] Компонентная несущая нисходящей линии связи системы 3GPP LTE делится в частотно-временной области на так называемые подкадры. В 3GPP LTE каждый подкадр делится на два слота нисходящей линии связи, причем первый слот нисходящей линии связи содержит область канала управления (область PDCCH) в первых символах OFDM. Каждый подкадр состоит из данного количества символов OFDM во временной области (12 или 14 символов OFDM в 3GPP LTE (выпуск 8)), где каждый символ OFDM охватывает всю полосу компонентной несущей. Таким образом, каждый символ OFDM состоит из нескольких символов модуляции, передаваемых на соответствующих поднесущих.

[0006] Предполагая систему связи с множественными несущими, например, использующую OFDM, например, используемый в проекте долгосрочного развития систем связи (LTE) 3GPP, наименьший блок ресурсов, который может назначаться планировщиком, является одним "блоком ресурсов". Блок физических ресурсов (PRB) задается как последовательные символы OFDM во временной области (например, 7 символов OFDM) и последовательные поднесущие в частотной области (например, 12 поднесущих для компонентной несущей). В 3GPP LTE (выпуск 8), блок физических

ресурсов, таким образом, состоит из ресурсных элементов, соответствующих одному слоту во временной области и 180 кГц в частотной области (дополнительные детали, касающиеся сетки ресурсов нисходящей линии связи, можно найти, например, в 3GPP TS 36.211, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)" (NPL 1), раздел 6.2, на сайте <http://www.3gpp.org>, включенном в данное описание в порядке ссылки).

[0007] Один подкадр состоит из двух слотов, таким образом, что в подкадре существует 14 символов OFDM, когда используется так называемый "нормальный" CP (циклический префикс), и 12 символов OFDM в подкадре, когда используется так называемый "расширенный" CP. По соображениям терминологии, в дальнейшем частотно-временные ресурсы, эквивалентные тем же последовательным поднесущим, охватывающим полный подкадр, именуются "парой блоков ресурсов" или, эквивалентно, "парой RB" или "парой PRB".

[0008] Термин "компонентная несущая" относится к комбинации нескольких блоков ресурсов в частотной области. В будущих выпусках LTE, термин "компонентная несущая" больше не используется; вместо этого терминология изменяется на "ячейка", которая относится к комбинации ресурсов нисходящей линии связи и, в необязательном порядке, восходящей линии связи. Связь между несущей частотой ресурсов нисходящей линии связи и несущей частотой ресурсов восходящей линии связи указывается в системной информации, передаваемой на ресурсах нисходящей линии связи. Аналогичные предположения для структуры компонентной несущей применяются и к более поздним выпускам.

[0009] Общий обзор уровней OSI

Фиг. 3А обеспечивает краткий обзор уровневой модели, на которой базируется дополнительное рассмотрение архитектуры LTE.

[0010] Базовая модель взаимодействия открытых систем (модель OSI или базовая модель OSI) является многоуровневым абстрактным описанием конструкции протокола сети связи и компьютерной сети. Модель OSI делит функции системы на несколько уровней. Каждый уровень имеет свойство использования только функций нижележащего уровня, и только экспорта функциональных возможностей на вышележащий уровень. Система, которая реализует поведение протокола, состоящая из нескольких этих уровней, называется стеком протоколов или стеком. Ее главная особенность состоит в соединении между уровнями, которое определяет, как один уровень взаимодействует с другим. Это означает, что уровень написанный одним производителем, может действовать с уровнем от другого. В целях настоящего изобретения, только первые три уровня будут описаны более подробно ниже.

[0011] Главной целью физического уровня или уровня 1 является перенос информации (битов) в конкретной физической среде (например, коаксиальных кабелях, витых парах, оптических волокнах, радиоинтерфейсе и т.д.). Он преобразует или модулирует данные в сигналы (или символы), которые передаются по каналу связи.

[0012] Целью уровня канала данных (или уровня 2) является оформление потока информации совместимым образом с конкретным физическим уровнем путем разбиения входных данных на кадры данных (функции сегментирования и повторной сборки (SAR)). Кроме того, он может обнаруживать и корректировать потенциальные ошибки передачи путем запрашивания повторной передачи потерянного кадра. Он обычно обеспечивает механизм адресации и может предлагать алгоритмы управления потоком для выравнивания скорости передачи данных с пропускной способностью приемника. Если совместно используемая среда одновременно используется множественными

передатчиками и приемниками, уровень канала данных обычно обеспечивает механизмы для регулировки и управления доступом к физической среде.

[0013] Поскольку уровень канала данных обеспечивает многочисленные функции, уровень канала данных часто делится на подуровни (например, уровни RLC и MAC в UMTS). Типичными примерами протоколов уровня 2 являются PPP/HDLC, ATM, ретранслятор кадров для сетей фиксированных линий и RLC, LLC или MAC для беспроводных систем. Более детализированная информация о подуровнях PDCP, RLC и MAC уровня 2 приведена ниже. Заметим, что в настоящей заявке подуровни также именуются "уровень" и, таким образом, используемый здесь термин "уровень" не обязательно означает уровень модели OSI.

[0014] Сетевой уровень или уровень 3 обеспечивает функциональное и процедурное средство для переноса пакетов переменной длины от источника до пункта назначения через одну или более сетей, поддерживая при этом качество обслуживания, запрашиваемое транспортным уровнем. Обычно главными целями сетевого уровня являются, помимо прочего, осуществление функций сетевой маршрутизации, сетевой фрагментации и управления перегрузкой. Главными примерами протоколов сетевого уровня являются интернет-протокол IP или X.25.

[0015] В отношении уровней 4-7, следует отметить, что в зависимости от приложения и службы иногда трудно отнести приложение или службу к конкретному уровню модели OSI, поскольку приложения и службы, действующие выше уровня 3, часто реализуют различные функции, которые подлежат соотнесению разным уровням модели OSI. Таким образом, в особенности, в сетях на основе TCP(UDP)/IP, уровень 4 и выше иногда объединяются и образуют так называемый "уровень приложений".

[0016] Уровневые службы и обмен данными в дальнейшем используемые здесь термины "служебный блок данных" (SDU) и "протокольный блок данных" (PDU) определяются в связи с фиг. 3В. для формального описания в целом обмена пакетами между уровнями в модели OSI, введены сущности SDU и PDU. SDU представляет собой блок информации (блок данных/информации) передаваемый из протокола на уровне N+1, который запрашивает службу из протокола, находящегося на уровне N, через так называемую точку доступа к службе (SAP). PDU представляет собой блок информации, которым обмениваются между собой равноправные процессы на передатчике и на приемнике одного и того же протокола находящегося на одном и том же уровне N.

[0017] PDU, в общем случае, образован частью полезной нагрузки, состоящей из обработанной версии принятого(ых) SDU, которой предшествует конкретный заголовок уровня N и, в необязательном порядке, оканчивается хвостовой частью. Ввиду отсутствия прямого физического соединения (за исключением уровня 1) между этими равноправными процессами, PDU ретранслируется на уровень N-1 для обработки. Таким образом, PDU уровня N, с точки зрения уровня N-1, является SDU.

[0018] Протоколы плоскости пользователя (U-Plane, UP) и плоскости управления (C-plane, CP) LTE

Стек протоколов плоскости пользователя/плоскости управления уровня 2 LTE содержит три подуровня PDCP, RLC и MAC.

[0019] Как объяснено выше, на передающей стороне, каждый уровень принимает SDU от более высокого уровня, для которого уровень обеспечивает службу, и выводит PDU на более низкий уровень. Уровень RLC принимает пакеты от уровня PDCP. Эти пакеты называются PDCP PDU с точки зрения PDCP и представляют RLC SDU с точки зрения RLC. Уровень RLC создает пакеты, которые поступают на более низкий уровень,

т.е. уровень MAC. Пакеты, поступающие с RLC на уровень MAC, являются RLC PDU с точки зрения RLC и MAC SDU с точки зрения MAC. На принимающей стороне, процесс обращается, причем каждый уровень передает SDU на более высокий уровень, где они принимаются как PDU.

5 В то время как физический уровень, по существу, обеспечивает битовый конвейер, защищенный турбо-кодированием и циклическим контролем по избыточности (CRC), протоколы канального уровня улучшают службу до более высоких уровней за счет повышенной надежности, безопасности и целостности. Кроме того, канальный уровень отвечает за многопользовательский доступ к среде и планирование. Одной из главных
10 проблем конструкции канального уровня LTE является обеспечение требуемых уровней надежности и задержек для потоков данных интернет-протокола (IP) с их широким диапазоном разных служб и скоростей передачи данных. В частности, издержки протокола должны масштабироваться. Например, обычно предполагается, что потоки речевой связи по IP-протоколу (VoIP) могут быть устойчивы к задержкам порядка 100
15 мс и потерям пакетов до 1 процента. С другой стороны, общеизвестно, что загрузки файлов TCP лучше осуществлять по линиям связи с низкими произведениями полоса-задержка. Следовательно, загрузки на очень высоких скоростях передачи данных (например, 100 Мб/с) требуют еще более низких задержек и, кроме того, более чувствительны к потерям IP-пакетов, чем трафик VoIP.

20 [0020] В целом, это достигается за счет трех подуровней канального уровня LTE, которые частично переплетены. Подуровень протокола конвергенции пакетной передачи данных (PDCP) в основном отвечает за сжатие и шифрование IP-заголовка. Кроме того, он поддерживает беспотерную мобильность в случае хэндоверов между eNB и обеспечивает защиту целостности протоколов управления более высокого уровня.
25 Подуровень управления линией радиосвязи (RLC) содержит, в основном, функциональные возможности ARQ и поддерживает сегментирование и конкатенацию данных. Последние два минимизируют издержки протокола независимо от скорости передачи данных. Наконец, подуровень управления доступом к среде (MAC) обеспечивает HARQ и отвечает за функциональные возможности, которые требуются
30 для доступа к среде, например, планирование операций и произвольный доступ.

[0021] В частности, уровень управления доступом к среде (MAC) является самым низким подуровнем в архитектуре уровня 2 стека протоколов радиосвязи LTE и задается, например, техническим стандартом 3GPP TS 36.321 (NPL 2), текущая версия 13.0.0. Соединение с нижележащим физическим уровнем осуществляется через транспортные
35 каналы, и соединение с вышележащим уровнем RLC осуществляется через логические каналы. Таким образом, уровень MAC осуществляет мультиплексирование и демультиплексирование между логическими каналами и транспортными каналами: уровень MAC на передающей стороне строит MAC PDU, известные как транспортные блоки, из MAC SDU, принятых через логические каналы, и уровень MAC на
40 принимающей стороне восстанавливает MAC SDU из MAC PDU, принятых через транспортные каналы.

[0022] Уровень MAC обеспечивает службу переноса данных (см. подпункты 5.4 и 5.3 TS 36.321, включенной в данное описание в порядке ссылки) для уровня RLC через логические каналы, которые являются либо логическими каналами управления, которые
45 несут данные управления (например, сигнализацию RRC) или логические каналы трафика, которые несут данные плоскости пользователя. С другой стороны, уровень MAC обменивается данными с физическим уровнем через транспортные каналы, которые классифицируются как нисходящая линия связи или восходящая линия связи. Данные

мультиплексируются в транспортные каналы в зависимости от того, как они передаются по радио. Помимо MAC SDU, MAC PDU могут дополнительно содержать элементы управления MAC нескольких типов и, при необходимости, заполнение.

5 [0023] Физический уровень отвечает за фактическую передачу данных и информации управления через радиointерфейс, т.е. физический уровень несет всю информацию из транспортных каналов MAC по радиointерфейсу на стороне передачи. Некоторые из важных функций, осуществляемых физическим уровнем, включают в себя кодирование и модуляцию, адаптацию линии связи (AMC), управление мощностью, поиск соты (в целях начальной синхронизации и хэндовера) и другие измерения (внутри системы LTE 10 и между системами) для уровня RRC. Физический уровень осуществляет передачи на основании параметров передачи, например, схемы модуляции, скорости кодирования (т.е. схемы модуляции и кодирования, MCS), количества блоков физических ресурсов и т.д. Дополнительную информацию о функционировании физического уровня можно найти в техническом стандарте 3GPP 36.213 текущая версия 13.0.0 (NPL 3), включенном 15 в данное описание в порядке ссылки.

[0024] Уровень управления радиоресурсами (RRC) управляет связью между UE и eNB по радиointерфейсу и мобильностью UE, перемещающегося между несколькими сотами. Протокол RRC также поддерживает перенос информации NAS. Для UE в RRC_IDLE, RRC поддерживает извещение от сети о входящих вызовах. Управление 20 соединением RRC охватывает все процедуры, относящиеся к установлению, изменению и освобождению соединения RRC, включающие в себя поисковый вызов, конфигурацию и сообщение измерения, конфигурацию радиоресурсов, начальную активацию защиты и установление радиоканала-носителя сигнализации (SRB) и радиоканалов-носителей, несущих пользовательские данные (радиоканалы-носители данных, DRB).

25 [0025] Подуровень управления линией радиосвязи (RLC) содержит, в основном, функциональные возможности ARQ и поддерживает сегментирование и конкатенацию данных, т.е. уровень RLC осуществляет кадрирование RLC SDU, чтобы они укладывались в размер, указанный уровнем MAC. Последние два минимизируют издержки протокола независимо от скорости передачи данных. Уровень RLC соединен с уровнем MAC через 30 логические каналы. Каждый логический канал транспортирует тот или иной тип трафика. Уровень выше уровня RLC обычно является уровнем PDCP, но в ряде случаев он является уровнем RRC, т.е. сообщения RRC, передаваемыми на логических каналах BSCCH (широковещательном канале управления), PCCH (канале управления поисковым вызовом) и CCCH (общем канале управления) не требуют безопасной защиты и, таким 35 образом, идут непосредственно на уровень RLC, обходя уровень PDCP.

[0026] Протокол повторной передачи RLC

Когда RLC сконструирован запрашивать повторную передачу пропущенных PDU, говорят, что он действует в режиме квитирования (AM). Это аналогично 40 соответствующему механизму, используемому в WCDMA/HSPA. В целом, существует три рабочих режима для RLC: прозрачный режим (TM), режим без квитирования (UM) и режим квитирования (AM). Каждая сущность RLC сконфигурирована RRC для работы в одном из этих режимов.

[0027] В прозрачном режиме издержки протокола не добавляются в RLC SDU, принятые от более высокого уровня. В особых случаях, можно осуществлять передачу 45 с ограниченной способностью сегментирования/повторной сборки. Ее нужно согласовывать в процедуре установления радиоканала-носителя, используется ли сегментирование/повторная сборка. Прозрачный режим, например, используется для очень чувствительных к задержке служб, например, речи.

[0028] В режиме без квитирования доставка данных не гарантируется, поскольку протокол повторной передачи не используется. Структура PDU включает в себя порядковые номера для наблюдений целостности на более высоких уровнях. На основании порядкового номера RLC, принимающая сущность RLC UM может осуществлять переупорядочение принятых RLC PDU. Сегментирование и конкатенация обеспечиваются посредством полей заголовка, добавленных к данным. Сущность RLC в режиме без квитирования является однонаправленной, поскольку не существует связей, заданных между восходящей линией связи и нисходящей линией связи. Если принимаются ошибочные данные, соответствующие PDU отбрасываются или маркируются в зависимости от конфигурации. В передатчике, RLC SDU, которые не передаются в течение определенного времени, указанного таймером, отбрасываются и удаляются из буфера передачи. RLC SDU, принятые от более высокого уровня, сегментируются/конкатенируются в RLC PDU на стороне отправителя. На стороне приемника, повторная сборка осуществляется соответственно. Режим без квитирования используется для служб, где безошибочная доставка менее важно по сравнению с коротким временем доставки, например, для определенных процедур сигнализации RRC, службы сотового вещания, например, MBMS и речевой связи по IP-протоколу (VoIP).

[0029] В режиме квитирования уровень RLC поддерживает коррекцию ошибок посредством протокола автоматического запроса повторной передачи (ARQ), и обычно используется для служб на основе IP, например, перенос файлов, где безошибочная доставка данных представляет основной интерес. Повторные передачи RLC основаны, например, на отчетах о статусе RLC, т.е. ACK/NACK, принятых от равноправной принимающей сущности RLC. Режим квитирования предназначен для надежной транспортировки пакетных данных через повторную передачу при наличии высоких коэффициентов битовой ошибки радиointерфейса. В случае ошибочных или потерянных PDU, повторная передача осуществляется отправителем после приема отчета о статусе RLC от приемника.

[0030] ARQ используется как схема повторной передачи для повторной передачи ошибочных или пропущенных PDU. Например, отслеживая входящие порядковые номера, принимающая сущность RLC может идентифицировать пропущенные PDU. Затем отчет о статусе RLC может генерироваться на принимающей стороне RLC, и возвращаться на передающую сущность RLC, запрашивая повторную передачу пропущенных или unsuccessfully декодированных PDU. Отчет о статусе RLC также может опрашиваться передатчиком, т.е. функция опроса используется передатчиком RLC для получения отчета о статусе от приемника RLC для информирования передатчика RLC о статусе буфера приема. Отчет о статусе обеспечивает информацию положительного квитирования (ACK) или отрицательного квитирования (NACK) на PDU данных RLC или их участках, до последнего PDU данных RLC, чье переупорядочение HARQ завершено. Приемник RLC инициирует отчет о статусе, если PDU с полем опроса, установленным на '1' или когда PDU данных RLC обнаруживается как пропущенный. Существуют определенные триггеры, заданные в подпункте 5.2.3 TS 36.322 (NPL 4), текущая версия 13.0.0, включенного в данное описание в порядке ссылки, которые инициируют опрос для отчета о статусе RLC в передатчике RLC. В передатчике разрешена передача только PDU в окне передачи, и окно передачи обновляется только отчетом о статусе RLC. Таким образом, если отчет о статусе RLC задерживается, окно передачи нельзя опережать, и передача может застревать. Приемник отправляет отчет о статусе RLC отправителю при инициировании.

[0031] Сигнализация управления уровня 1/уровня 2

Для информирования запланированных пользователей об их статусе выделения, транспортном формате и другой информации, связанной с передачей (например, информации HARQ, команд управления мощностью передачи (TPC)), сигнализация

управления L1/L2 передается на нисходящей линии связи совместно с данными. Сигнализация управления L1/L2 мультиплексируется с данными нисходящей линии связи в подкадре, исходя из того, что выделение пользователя может изменяться от подкадра к подкадру. Следует отметить, что выделение пользователя также может осуществляться на основе TTI (интервала времени передачи), где длина TTI может быть кратна длине подкадра. Длина TTI может быть фиксированной в зоне обслуживания для всех пользователей, может различаться для разных пользователей, или даже может быть динамической для каждого пользователя. В общем случае, сигнализация управления L1/L2 должна передаваться только один раз за TTI. Без потери общности, ниже предполагается, что TTI эквивалентен одному подкадру.

[0032] Сигнализация управления L1/L2 передается на физическом канале управления нисходящей линии связи (PDCCH). PDCCH несет сообщение в качестве информации управления нисходящей линии связи (DCI), которая в большинстве случаев включает в себя назначения ресурсов и другую информацию управления для мобильного терминала или групп UE. В одном подкадре может передаваться несколько PDCCH.

[0033] В общем случае, информацию, отправленную в сигнализации управления L1/L2 для назначения радиоресурсов восходящей линии связи или нисходящей линии связи (в частности LTE(-A) выпуск 10) можно классифицировать на следующие элементы:

- идентификатор пользователя, указывающий выделенного пользователя. Он обычно включается в контрольную сумму путем маскирования CRC идентификатором пользователя;
- информацию выделения ресурсов, указывающую ресурсы (например, блоки ресурсов, RB), на которых выделяется пользователь. Альтернативно, эта информация называется назначением блоков ресурсов (RBA). Заметим, что количество RB, на которых выделяется пользователь, может быть динамическим;
- указатель несущей, который используется, если канал управления, передаваемый на первой несущей, назначает ресурсы, которые касаются второй несущей, т.е. ресурсы на второй несущей или ресурсы, относящиеся ко второй несущей; (планирование между несущими);
- схему модуляции и кодирования, которая определяет используемую схему модуляции и скорость кодирования;
- информацию HARQ, например, указатель новых данных (NDI) и/или версию избыточности (RV), которая особенно полезна в повторных передачах пакетов данных или их частей;
- команды управления мощностью для регулировки передаваемой мощности назначенных данных восходящей линии связи или передачи информации управления;
- информацию опорного сигнала, например, применяемый циклический сдвиг и/или индекс ортогонального покрывающего кода, которые нужно использовать для передачи или приема опорных сигналов, относящихся к назначению;
- индекс назначения восходящей линии связи или нисходящей линии связи, который используется для идентификации порядка назначений, который особенно полезен в системах TDD;
- информацию переключения, например, указание, применять ли и как переключение ресурса для повышения разнесения по частоте;

- запрос CSI, который используется для инициирования передачи информации состояния канала в назначенном ресурсе; и

- многокластерную информацию, которая является флагом, используемым для указания и управления, происходит ли передача в одном кластере (наборе смежных RB) или в множественных кластерах (по меньшей мере, двух несмежных наборах смежных RB). Многокластерное выделение введено 3GPP LTE-(A) выпуск 10.

[0034] Следует отметить, что вышеприведенный список не является исчерпывающим, и не все упомянутые информационные элементы должны присутствовать в каждой передаче PDCCH в зависимости от используемого формата DCI.

[0035] Информация управления нисходящей линии связи может иметь несколько форматов, которые отличаются общим размером и также информацией, содержащейся в их полях, как упомянуто выше. Разные форматы DCI, которые в настоящее время заданы для LTE, имеют следующий вид и описаны подробно в 3GPP TS 36.212, "Multiplexing and channel coding", раздел 5.3.3.1 (текущая версия v13.0.0 (NPL 5) на сайте <http://www.3gpp.org> и включенном в данное описание в порядке ссылки). Например, могут использоваться следующие форматы DCI для переноса предоставления ресурса для восходящей линии связи.

- формат 0: формат DCI 0 используется для передачи предоставлений ресурса для PUSCH, с использованием передач через один антенный порт в режиме 1 или 2 передачи по восходящей линии связи.

- формат 4: формат DCI 4 используется для планирования PUSCH, с использованием пространственного мультиплексирования передач с обратной связью в режиме 2 передачи по восходящей линии связи.

[0036] Схема доступа восходящей линии связи для LTE

Схема восходящей линии связи допускает как запланированный доступ, т.е. под управлением eNB, так и состязательный доступ.

[0037] В случае запланированного доступа, UE выделяется определенный частотный ресурс на определенное время (т.е. временной/частотный ресурс) для передачи данных по восходящей линии связи. Однако некоторые временные/частотные ресурсы могут выделяться для состязательного доступа. В этих временных/частотных ресурсах, UE могут передавать без первоначального планирования. Один сценарий, где UE осуществляет состязательный доступ, является, например, произвольным доступом, т.е. когда UE осуществляет начальный доступ к соте или для запрашивания ресурсов восходящей линии связи.

[0038] Для запланированного доступа, планировщик узла В назначает пользователю уникальный частотный/временной ресурс для передачи данных по восходящей линии связи. В частности, планировщик определяет, каким UE разрешено передавать, в каких ресурсах (частотных) физического канала, и соответствующий транспортный формат, подлежащий использованию мобильным терминалом для передачи.

[0039] Информация выделения сигнализируется на UE через предоставление планирования, отправленное по каналу управления L1/L2. Сообщение предоставления планирования содержит информацию, какую часть полосы частот UE разрешено использовать, период действительности предоставления, и транспортный формат, который UE должно использовать для предстоящей передачи по восходящей линии связи. Кратчайшим периодом действительности является один подкадр. Дополнительная информация также может быть включена в сообщение предоставления, в зависимости от выбранной схемы. Только предоставления "для каждого UE" используются для предоставления права передавать на UL-SCH (т.е. не существует предоставлений "для

каждого UE для каждого RB"). Таким образом, UE нужно распределять выделенные ресурсы между радиоканалами-носителями согласно некоторым правилам. В отличие от HSUPA, не существует выбора транспортного формата на базе UE. eNB определяет транспортный формат на основании некоторой информации, например, обратной связи по качеству канала, сообщенной информации планирования и информации QoS, и UE должно следовать выбранному транспортному формату.

[0040] Обычный режим планирования является динамическим планированием, посредством сообщений назначения нисходящей линии связи для выделения ресурсов передачи нисходящей линии связи и сообщений предоставления восходящей линии связи для выделения ресурсов передачи восходящей линии связи; они обычно действительны для конкретных одиночных подкадров. Они передаются на PDCCH с использованием C-RNTI UE. Динамическое планирование эффективно для типов служб, в которых трафик носит характер всплесков и динамичен по скорости, например, TCP.

[0041] Помимо динамического планирования, задается постоянное планирование, которое позволяет полустатически конфигурировать радиоресурсы и выделять для UE более длинный период времени, чем один подкадр, таким образом, избегая необходимости в конкретных сообщениях назначения нисходящей линии связи или сообщениях предоставления восходящей линии связи по PDCCH для каждого подкадра. Постоянное планирование полезно для таких служб, как VoIP, для которого пакеты данных малы, периодичны и полустатичны по размеру. Таким образом, издержки PDCCH значительно снижаются по сравнению со случаем динамического планирования.

[0042] Процедура приоритизации логических каналов, LCP,

Для восходящей линии связи процесс, в котором UE создает MAC PDU для передачи с использованием выделенных радиоресурсов, полностью стандартизован; он призван гарантировать, что UE удовлетворяет QoS каждого сконфигурированного радиоканала-носителя оптимально и согласованно между разными реализациями UE. На основании сообщения предоставления ресурса передачи по восходящей линии связи, сигнализируемого на PDCCH, UE должно принимать решение по объему данных для каждого логического канала, подлежащего включению в новый MAC и, при необходимости, также выделять пространство для элемента управления MAC.

[0043] При построении MAC PDU с данными из множественных логических каналов, простейшим и наиболее интуитивным способом является способ на основе абсолютного приоритета, где пространство MAC PDU выделяется логическим каналам в порядке убывания приоритета логического канала. Таким образом, данные из логического канала наивысшего приоритета обслуживаются первыми в MAC PDU, после которых следуют данные из логического канала следующего после наивысшего приоритета, и так продолжается, пока пространство MAC PDU не закончится. Хотя способ на основе абсолютного приоритета весьма прост в отношении реализации UE, это иногда приводит к голоданию данных из низкоприоритетных логических каналов. Голодание означает, что данные из низкоприоритетных логических каналов не могут передаваться поскольку данные из высокоприоритетных логических каналов занимают все пространство MAC PDU.

[0044] В LTE, приоритизированная битовая скорость (PBR) задается для каждого логического канала, для передачи данных в порядке важности, а также во избежание голодания данных с более низким приоритетом. PBR является минимальной скоростью передачи данных, гарантированной для логического канала. Даже если логический канал имеет низкий приоритет, по меньшей мере, малая величина пространства MAC PDU выделяется, чтобы гарантировать PBR. Таким образом, проблемы голодания

можно избежать, используя PBR.

[0045] Построение MAC PDU с PBR состоит из двух раундов. В первом раунде, каждый логический канал обслуживается в порядке убывания приоритета логического канала, но объем данных из каждого логического канала, включенного в MAC PDU, первоначально ограничивается величиной, соответствующей сконфигурированному значению PBR логического канала. После обслуживания всех логических каналов до их значений PBR, если в MAC PDU остается место, осуществляется второй раунд. Во втором раунде, каждый логический канал обслуживается снова в порядке убывания приоритета. Основное отличие второго раунда от первого раунда состоит в том, что каждому логическому каналу более низкого приоритета может выделяться пространство MAC PDU только если все логические каналы более высокого приоритета больше не имеют данных для передачи.

[0046] MAC PDU может включать в себя не только MAC SDU из каждого сконфигурированного логического канала, но и MAC CE. Кроме заполняющего BSR, MAC CE имеет более высокий приоритет, чем MAC SDU из логических каналов, поскольку он управляет работой уровня MAC. Таким образом, при составлении MAC PDU, MAC CE, если он существует, первым подлежит включению, и оставшееся пространство используется для MAC SDU из логических каналов. Затем, если дополнительное пространство остается, и оно достаточно велико, чтобы включать в себя BSR, заполняющий BSR иницируется и включается в MAC PDU.

[0047] Приоритизация логических каналов стандартизована, например, в 3GPP TS 36.321 (версия v12.4.0) в подпункте 5.4.3.1, включенном сюда. От реализации UE зависит, в какой MAC PDU включается элемент управления MAC, когда у UE запрашивается передавать множественные MAC PDU в одном TTI.

[0048] Сообщение статуса буфера

Отчеты статуса буфера (BSR) от UE на eNodeB используются для помощи eNodeB в выделении ресурсов восходящей линии связи, т.е. планировании восходящей линии связи. Для случая нисходящей линии связи, планировщику eNB, очевидно, известен объем данных, доставляемых на каждое UE; однако, для направления восходящей линии связи, поскольку решения планирования принимаются на eNB, и буфер для данных находится на UE, BSR должны отправляться от UE на eNB для указания объема данных, которые нужно передавать по UL-SCH.

[0049] Элементы управления MAC отчета о статусе буфера для LTE состоят из: длинного BSR (с четырьмя полями размера буфера, соответствующими LCG ID #0-3) или короткого BSR (с одним полем LCG ID и одним соответствующим полем размера буфера). Поле размера буфера указывает полный объем данных, имеющийся по всем логическим каналам группы логических каналов, и указывается в количестве байтов, закодированных как индекс разных уровней размера буфера (см. также 3GPP TS 36.321 v 12.4.0 глава 6.1.3.1, включенную сюда посредством ссылки).

[0050] Какой из короткого или длинного BSR передает UE, зависит от имеющихся ресурсов передачи в транспортном блоке, от того, сколько групп логических каналов имеют непустые буферы, и от того, иницируется ли конкретное событие на UE. Длинный BSR сообщает объем данных для четырех групп логических каналов, тогда как короткий BSR указывает объем данных, буферизованных только для наивысшей группы логических каналов.

[0051] Причина введения понятия группы логических каналов состоит в том, что, несмотря на то, что UE может конфигурировать более четырех логических каналов, сообщение статуса буфера для каждого отдельного логического канала приведет к

слишком большим издержкам сигнализации. Таким образом, eNB назначает каждый логический канал группе логических каналов; предпочтительно, логические каналы с одинаковыми/аналогичными требованиями QoS должны выделяться в одной и той же группе логических каналов.

5 [0052] Если UE не имеет ресурсов восходящей линии связи, выделенных для включения BSR в транспортный блок при инициировании BSR, UE отправляет запрос планирования (SR) на eNodeB для выделения с ресурсам восходящей линии связи для передачи BSR. Либо однобитовый запрос планирования отправляется по физическому каналу
10 управления восходящей линии связи (PUSCH) (специальный запрос планирования, D-SR), либо процедура произвольного доступа (RACH) осуществляется для запрашивания выделения радиоресурса восходящей линии связи для отправки BSR.

[0053] Другие элементы управления MAC

Элементы управления MAC используются для одноранговой сигнализации уровня MAC.

15 [0054] В LTE заданы дополнительные элементы управления MAC. Эти элементы управления MAC могут относиться к передаче либо по восходящей линии связи, либо по нисходящей линии связи.

[0055] Элементы управления MAC отчета о запасе по мощности (PHR) используются UE для сообщения имеющегося запаса по мощности и затем используются на базовой
20 станции для определения, насколько большую полосу восходящей линии связи в расчете на подкадр способно использовать UE. Эти элементы обеспечиваются на восходящей линии связи планирующему узлу (eNB), чтобы он мог планировать ресурсы восходящей линии связи передачи для разных UE и избегать выделения этих ресурсов UE, которое не способно использовать их, вследствие своих ограничений по мощности. В данный
25 момент, PHR может отправляться только в подкадрах, в которых UE имеет предоставление передачи по восходящей линии связи, т.е. с передачей данных по восходящей линии связи.

[0056] Элементы управления MAC активации/деактивации используются для активации/деактивации S-сот, т.е. вторичных обслуживающих сот, добавляющих ресурсы
30 к ресурсам первичной обслуживающей соты. Для обеспечения приемлемого расходования батареи UE при конфигурировании агрегации несущих, поддерживается механизм активации/деактивации S-сот. Если UE сконфигурировано с одной или более S-сотами, eNodeB может активировать и деактивировать сконфигурированные S-соты. Активация/деактивация не применяется к P-соте. MAC CE несет битовую карту для
35 активации и деактивации S-сот: бит установленный на 1, обозначает активацию соответствующей S-соты, а бит установленный на 0, обозначает деактивацию. С помощью битовой карты, S-соты могут активироваться и деактивироваться по отдельности, и единая команда активации/деактивации может активировать/
деактивировать поднабор S-сот.

40 [0057] Элементы управления MAC временного идентификатора сотовой радиосети (C-RNTI) позволяют UE передавать свой собственный C-RNTI в ходе процедуры произвольного доступа с целью разрешения состязания.

[0058] Элементы управления MAC идентификатора разрешения состязания UE используются eNodeB для передачи CCCH (общего канала управления) восходящей
45 линии связи, который UE отправило в ходе процедуры произвольного доступа с целью разрешения состязания, когда UE не имеет C-RNTI.

[0059] Элемент управления MAC команды DRX используется eNodeB для передачи команды PRX нисходящей линии связи на UE.

[0060] Элемент управления MAC команды временного опережения используется eNodeB для передачи команды временного опережения на UE для временного выравнивания восходящей линии связи.

5 [0061] Элемент управления MAC информации динамического планирования MBMS передается для каждого МСН для информирования UE с возможностью MBMS о планировании передач данных на МТСН.

[0062] Дополнительную информацию о вышеперечисленных элементах управления MAC, см. 3GPP TS 36.321, V13.3.0 раздел 6.1.3 (включенную в данное описание в порядке ссылки). Для каждого типа элемента управления MAC, выделяется один особый LCID.

10 [0063] Обработка L1/L2

Фиг. 4 иллюстрирует поток данных IP-пакета через протоколы канального уровня к физическому уровню. На фигуре показано, что каждый подуровень протокол добавляет свой собственный заголовок протокола в блоки данных, а также отображение транспортного блока на подкадр. Транспортный блок (ТБ) обозначает MAC PDU,
15 который отображается в физический уровень.

[0064] Отображение транспортного блока в подкадр в LTE осуществляется в течение так называемого интервала времени передачи (ТТИ). В общем случае одиночный транспортный блок отображается в одном ТТИ в один подкадр в случае одного входа и одного выхода (SISO), т.е. когда передатчик и приемник работают с одной антенной.
20 В случае MIMO/MISO (множественных входов и множественных выходов/множественных входов и одного выхода), два кодовых слова, соответствующие двум транспортным блокам, могут отображаться в одном ТТИ в физические ресурсы. В общем случае, можно рассматривать более двух транспортных блоков для отображения.

[0065] Функции L2 LTE сведены в нижеследующей таблице:

25 Таблица 1: функции L2 LTE (сторона TX)

Уровень протокола UP	Функции
30 PDCP	Отображение канала-носителя (канал-носитель EPS -> радиоканал-носитель)
	Последовательная нумерация
	Сжатие заголовка
	Безопасность
	Маршрутизация
35 RLC	Последовательная нумерация
	Сегментирование
	Конкатенация
	ARQ
MAC	Планирование
	Мультиплексирование
	HARQ

[0067] В LTE, уровень RLC осуществляет конкатенацию/сегментирование PDCP PDU.

40 [0068] Когда передатчику известен размер транспортного блока (ТБ), уровень MAC осуществляет приоритизацию логических каналов (LCP) для определения, сколько данных должна передавать каждая RLC-сущность (обеспечивать более низким уровням, т.е. MAC/PHY). Каждая сущность RLC обеспечивает один RLC PDU, содержащий один или более RLC SDU. Для каждого RLC SDU, заканчивающегося в RLC PDU, добавляется соответствующее L-поле (поле длины), которое позволяет приемнику извлекать
45 соответствующие SDU. Если последний содержащийся RLC SDU полностью не укладывается в RLC PDU, он сегментируется, т.е. остаток RLC SDU отправится в следующий(е) RLC PDU. Соответствует ли первый (последний) байт RLC PDU первому (последнему) байту RLC SDU, указывается флагами (2 бита) "информации кадрирования",

расположенными в заголовке RLC. Помимо этого, сегментирование не приводит к дополнительным издержкам. Для восстановления исходного порядка данных и для обнаружения потерь, порядковый номер (SN) RLC добавляется к заголовку RLC PDU.

[0069] MAC мультиплексирует RLC PDU для разных идентификаторов логических каналов (LCID) и добавляет соответствующий подзаголовок с LCID и L-полем.

Высокоуровневая иллюстрация структуры транспортного блока проиллюстрирована на фиг. 4. Недавно 3GPP начал изучать и работать над системой 5-го поколения под названием новое радио (NR). NR предназначена для очень высоких скоростей передачи данных (в настоящее время до 20 Гбит/с на нисходящей линии связи и 10 Гбит/с на восходящей линии связи).

БИБЛИОГРАФИЯ

Непатентный источник

[0070] NPL 1: 3GPP TS 36.211, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)"

NPL 2: 3GPP TS 36.321, версия 13.3.0

NPL 3: 3GPP TS 36.213, версия 13.0.0

NPL 4: 3GPP TS 36.322, версия 13.2.0

NPL 5: 3GPP TS 36.212, версия 13.0.0

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0071] Поскольку NR рассчитана на очень высокие скорости передачи данных, время обработки, имеющееся в распоряжении передатчика и приемника, может быть очень ограниченным по сравнению с объемом данных, подлежащих передаче. Одним примером минимизации времени обработки передатчика является минимизация необходимой обработки в реальном времени. Например, в LTE, PDCP PDU может генерироваться каждый раз, когда имеется PDCP SDU (т.е. IP-пакет), т.е. генерация PDCP PDU может осуществляться не в режиме реального времени, т.е. независимо от того, предоставлены ли в данный момент ресурсы для PDCP PDU. Однако PDU RLC и MAC могут генерироваться только в режиме реального времени (т.е. после приема предоставления UL). Сегментирование, конкатенация и мультиплексирование требуются для того, чтобы SDU данных DL/UL укладывались в полный размер назначенного размера ТВ, определенного планировщиком. Конкатенация и сегментирование требуют знания решения планирования/размера предоставления до того, как они смогут осуществляться, поэтому они должны подчиняться строгим требованиям к обработке в реальном времени. Отсюда также следует, что передатчик не может осуществлять никакой предобработки ни на уровне RLC, ни на уровне MAC, например, подзаголовков/заголовков до информации планирования/предоставления. Неспособность осуществлять "предобработку" приводит к задержке на обработку после приема предоставления. Если бы обработка RLC и, до некоторой степени, обработка MAC могла завершаться заранее (до приема предоставления), то задержка при подаче MAC ТВ на уровень PHY была бы, сравнительно, много меньше.

[0072] Кроме того, формат MAC PDU, используемый в LTE, не допускает раннего начала кодирования до окончания генерации ТВ. В LTE, MAC PDU является итерационным процессом, поскольку размер информации управления (заголовок) зависит, например, от количества SDU в этом PDU. Этому итерационному процессу требуется время, чтобы передача MAC PDU могла начаться. Поскольку элементы управления MAC (MAC CE, т.е. BSR, PHR) добавляются в начале MAC PDU (ТВ), который нужно вычислять до начала передачи MAC PDU в PHY. Вычисление BSR может осуществляться только на основании результата LCP, тогда как вычисление

PHR зависит от ввода этого значения в MAC. Следовательно, предварительное вычисление заголовка MAC невозможно, и MAC PDU нельзя ретранслировать в PHY, пока не будет построен полный MAC PDU. Таким образом, если элементы управления MAC располагаются до любого MAC SDU, как в LTE, уровень MAC может доставлять 5 имеющиеся MAC SDU в PHY только после вычисления элементов управления MAC. Например, вычисление BSR может осуществляться только по завершении LCP. Кроме того, вычисление запаса по мощности может занимать некоторое время и зависеть от сигналов PHY, например, информации о том, передается ли PUSCH.

[0073] Ввиду вышеприведенных соображений, задачей настоящего изобретения является обеспечение подхода к повышению эффективности уровневой обработки.

[0074] Это достигается признаками независимых пунктов формулы изобретения.

[0075] Преимущественные варианты осуществления являются предметом зависимых пунктов формулы изобретения.

[0076] Согласно аспекту изобретения, предусмотрен узел передачи данных для 15 передачи данных по беспроводному каналу на узел приема данных в системе связи, содержащий: схему обработки второго уровня для приема, от третьего уровня, по меньшей мере, одного служебного блока данных, SDU, второго уровня, подлежащего отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, и для генерации протокольного блока данных, PDU, второго уровня, включающего в себя упомянутый, 20 по меньшей мере, один SDU второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня располагается после любого из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня, схему обработки первого уровня для приема PDU второго уровня, сгенерированного схемой обработки второго уровня, и отображения PDU второго уровня в ресурс, 25 выделенный для передачи данных.

[0077] Согласно другому аспекту, предусмотрен узел приема данных для приема данных по беспроводному каналу от узла передачи данных в системе связи, содержащий: схему обработки первого уровня для отмены отображения, по меньшей мере, одного протокольного блока данных, PDU, второго уровня, из ресурса, выделенного для 30 приема данных, схему обработки второго уровня для приема и разложения PDU второго уровня, полученного отменой отображения схемой обработки первого уровня, причем PDU второго уровня включает в себя, по меньшей мере, один служебный блок данных, SDU, второго уровня, и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня следует за любым 35 из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня.

[0078] Согласно еще одному аспекту изобретения, предусмотрен способ передачи данных по беспроводному каналу на узел приема данных в системе связи, содержащий: прием, от третьего уровня, по меньшей мере, одного служебного блока данных, SDU, второго уровня, подлежащего отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, 40 генерацию протокольного блока данных, PDU, второго уровня, включающего в себя упомянутый, по меньшей мере, один SDU второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня располагается после любого из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня, прием PDU второго уровня, сгенерированного обработкой второго уровня, и 45 отображение PDU второго уровня в ресурс, выделенный для передачи данных.

[0079] В дополнительном аспекте раскрыт способ приема данных по беспроводному каналу от узла передачи данных в системе связи, содержащий: отмену отображения, по меньшей мере, одного протокольного блока данных, PDU, второго уровня, из

ресурса, выделенного для приема данных, прием и разложение PDU второго уровня, полученного отменой отображения схемой обработки первого уровня, причем PDU второго уровня включает в себя, по меньшей мере, один служебный блок данных, SDU, второго уровня, и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем,
5 по меньшей мере, один элемент управления второго уровня следует за любым из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня.

[0080] Кроме того, предусмотрен компьютерно-считываемый носитель для хранения инструкций, которые, при исполнении на компьютере, предписывают компьютеру осуществлять этапы вышеописанных способов.

10 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0081] В дальнейшем иллюстративные варианты осуществления описаны более подробно со ссылкой на прилагаемые фигуры и чертежи.

Фиг. 1 - иллюстративная архитектура системы 3GPP LTE.

Фиг. 2 - иллюстративный обзор общей архитектуры E-UTRAN 3GPP LTE.

15 Фиг. 3A - модель OSI с разными уровнями для связи.

Фиг. 3B - соотношение протокольного блока данных (PDU) и служебного блока данных (SDU), а также межуровневый их обмен.

Фиг. 4 - обзор разных функций в уровни PDCP, RLC и MAC, а также иллюстративная обработка SDU/PDU различными уровнями.

20 Фиг. 5A - схема обработки данных на разных уровнях сети радиодоступа в LTE плоскость пользователя.

Фиг. 5B - схема предобработки MAC-PDU и их отображения в физические ресурсы путем изменения предобработанных заголовков.

Фиг. 6 - схема иллюстративной стороны обработки передачи тремя уровнями.

25 Фиг. 7 - схема иллюстративной стороны обработки приема тремя уровнями в случае потери одного из двух MAC PDU.

Фиг. 8 - схема иллюстративной стороны обработки передачи тремя уровнями в случае потери одного из двух MAC PDU.

30 Фиг. 9 - схема иллюстративной стороны обработки приема тремя уровнями в случае правильного приема обоих MAC PDU.

Фиг. 10 - схема, демонстрирующая иллюстративную уровневую обработку на стороне передатчика для первой передачи.

Фиг. 11 - схема, демонстрирующая структуру отчета о статусе RLC.

35 Фиг. 12 - схема, демонстрирующая иллюстративную уровневую обработку на стороне передатчика для первой передачи с использованием номеров сегментов.

Фиг. 13 - схема, демонстрирующая иллюстративную уровневую обработку на стороне приемника для первой передачи с использованием номеров сегментов.

Фиг. 14 - схема, демонстрирующая иллюстративную уровневую обработку на стороне передатчика для повторной передачи с использованием (повторных) номеров сегментов.

40 Фиг. 15 - схема, демонстрирующая иллюстративную уровневую обработку на стороне приемника для повторной передачи с использованием (повторных) номеров сегментов.

Фиг. 16 - схема, демонстрирующая иллюстративную уровневую обработку на стороне передатчика для первой передачи, поддерживающей мультисоединение.

45 Фиг. 17 - схема, демонстрирующая иллюстративную уровневую обработку на стороне приемника для первой передачи, поддерживающей мультисоединение.

Фиг. 18 - схема, демонстрирующая иллюстративную уровневую обработку на стороне передатчика для повторной передачи поддерживающей мультисоединение.

Фиг. 19 - схема, демонстрирующая иллюстративную уровневую обработку на стороне

приемника для повторной передачи поддерживающий мультисоединение.

Фиг. 20 - блок-схема, демонстрирующая функциональную структуру иллюстративных устройств передачи данных и приема данных.

5 Фиг. 21 - блок-схема операций, демонстрирующая этапы иллюстративных способов, осуществляемых на передающей и принимающей стороне.

Фиг. 22 - схема, демонстрирующая иллюстративная структура стека протоколов плоскости пользователя для NR.

Фиг. 23 - схема, демонстрирующая иллюстративный формат MAC PDU.

10 Фиг. 24 - схема формата MAC PDU, включающего в себя элементы управления MAC, следующие за MAC SDU.

Фиг. 25 - схема, демонстрирующая другой иллюстративный формат MAC PDU и иллюстративную структуру подзаголовка MAC.

Фиг. 26 - схема, демонстрирующая иллюстративный формат MAC PDU, включающий в себя элемент управления MAC отчета о статусе буфера.

15 Фиг. 27 - схема, демонстрирующая иллюстративный формат MAC PDU, включающий в себя элемент управления MAC активации/деактивации.

Фиг. 28 - схема, демонстрирующая иллюстративный формат MAC PDU для обработки в обоих направлениях.

20 Фиг. 29 - схема, демонстрирующая формат MAC PDU на фиг. 28 и подзаголовки MAC, включающие в себя флаги, которые указывают присутствие элементов управления MAC и дополнительных подзаголовков MAC.

Фиг. 30 - схема, демонстрирующая еще один иллюстративный формат MAC PDU.

Фиг. 31 - схема узла передачи данных и узла приема данных.

25 Фиг. 32 - блок-схема операций, демонстрирующая способ передачи данных и способ приема данных.

Фиг. 33 - схема, демонстрирующая иллюстративный формат PDU включающий в себя элементы управления MAC в начале и в конце.

ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

30 [0082] Мобильная станция или мобильный узел или пользовательский терминал или пользовательское оборудование (UE) является физической сущностью в сети связи.

Один узел может иметь несколько функциональных сущностей. Функциональная сущность относится к программному или аппаратному модулю, который реализует и/или обеспечивает заранее определенный набор функций другим функциональным сущностям узла или сети. Узлы могут иметь один или более интерфейсов, которые 35 подключают узел к службе или среде связи, по которой узлы могут осуществлять связь. Аналогично, сетевая сущность может иметь логический интерфейс, подключающий функциональную сущность к службе или среде связи, по которой он может осуществлять связь с другими функциональными сущностями или соответствующими узлами.

40 [0083] Термины "радиоресурсы", используемые в формуле изобретения и в заявке следует в широком смысле понимать как физические радиоресурсы, например, временно-частотные радиоресурсы.

[0084] Нижеследующие иллюстративные варианты осуществления обеспечивают улучшенную уровневую обработку радиоинтерфейса для технологии нового радио, предусмотренной для систем мобильной связи 5G. На данный момент, очень немногие 45 детали были согласованы в отношении системы мобильной связи 5G, благодаря чему, многие предположения нужно сделать в дальнейшем, чтобы иметь возможность объяснять принципы, лежащие в основе вариантов осуществления. Однако эти предположения следует понимать лишь как примеры, которые не должны ограничивать

объем изобретения. Специалисту в данной области техники понятно, что принципы настоящего изобретения, изложенные в формуле изобретения, могут применяться к разным сценариям и способами, которые в явном виде здесь не описаны. Например, технология нового радио будет развиваться от технологии радиосвязи, уже заданной для LTE(-A), хотя можно ожидать несколько изменений, чтобы удовлетворять требованиям для систем мобильной связи 5G. Следовательно, конкретные иллюстративные реализации различных вариантов осуществления могут все еще повторно использовать процедуры, сообщения, функции и т.д., уже заданные для систем связи LTE(-A) (согласно выпуску 10/11/12/13/14 и т.д.) при условии, что они в равной степени применимы как к технологии нового радио для систем связи 5G, так и к различным реализациям, как объяснено для нижеследующих вариантов осуществления.

[0085] Согласно настоящему изобретению, функциональные возможности конкатенации/сегментирования переходят от уровня RLC к сущности MAC. Этот подход обеспечивает некоторые преимущества, например, RLC PDU и частично MAC PDU могут быть заранее построены на терминале (если передача осуществляется на восходящей линии связи), до приема предоставления UL. Это сокращает время обработки через предварительное построение соответствующего RLC PDU и частично MAC PDU. Уровню RLC не нужно ожидать решения планирования MAC и указания размера RLC PDU (переносимых с выделением ресурсов посредством сигнализации L1/L2). Это сокращает время обработки при генерации транспортного блока.

[0086] На фиг. 5A показаны главные функции уровней протоколов на сторонах передатчика (TX) и приемника (RX). Как можно видеть, на стороне передатчика, сегментирование осуществляется на уровне MAC, совместно с уровнем RLC.

[0087] Фиг. 5B демонстрирует основную операцию, осуществляемую на стороне передатчика:

а) RLC и/или MAC PDU предварительно обрабатываются для каждого PDCP PDU, т.е. уровень RLC не конкатенирует PDCP PDU. Однако уровень RLC может дополнительно сегментировать RLC SDU (PDCP PDU), что проиллюстрировано двумя результатами сегментирования PDCP PDU, а именно, R1-PDU1 и R2-PDU2. Предобработка может основываться на "минимальном (или альтернативно, среднем) размере предоставления", который статистически доступен, с определенным высоким уровнем доверия, в данном условии радиосвязи (например, RSI/RSRP и т.д.). Поэтому псевдо-LCP (поскольку это работает с оцененными размерами предоставления) выполняется на этом минимальном или среднем размере предоставления и PDU RLC и MAC предварительно обрабатываются соответственно. Когда (реальное) предоставление принимается и LCP было проведено на уровне MAC, некоторые из предварительно обработанных RLC PDU, которые могут размещаться в предоставленных ресурсах (т.е. размер соответствующего MAC PDU меньше или равен размеру предоставления для соответствующего LCID) на основании результата LCP, будут подаваться на физический уровень. Физический уровень может инициировать свою обработку на них сразу же, т.е. в момент времени t_1 . На фиг. 5B, заранее сегментированные R1-PDU1 и R2-PDU1 с присоединенным предварительно обработанным заголовком MAC могут размещаться в предоставленных ресурсах.

б) Заранее сегментированные R1-PDU2 и R2-PDU2 не могут размещаться как целое в предоставленных ресурсах и, таким образом, необходимо дополнительное сегментирование этих PDU на основании размера выделения и после осуществления LCP. Другими словами, оставшееся предоставление (после вышеупомянутого этапа) потребует сегментирования предварительно обработанных PDU и повторного

вычисления их соответствующих заголовков. Сегментирование может осуществляться на уровне MAC (на RLC PDU, которые уже предварительно обработаны и поданы на него) или на уровне RLC (повторное вычисление на уровне RLC заголовка после сегментирования на основании результата LCP). После этой обработки L2, полученная
 5 (ые) часть(и) (сегменты) MAC PDU поступают на физический уровень. Затем физический уровень может инициировать свою обработку на них (т.е. В момент времени t2).

[0088] Согласно фиг. 5B, две разные сущности RLC принадлежат разным логическим каналам. Соответственно, MAC также принимает решение, на основании процедуры приоритизации логических каналов (LCP), какие из соответствующих MAC PDU
 10 подлежат передаче на физический уровень в какой момент времени. Один пример процедуры LCP известен из LTE и упомянут выше в разделе "уровень техники". Тем не менее, настоящее изобретение не ограничивается этим и в общем случае

[0089] На стороне приемника, после обработки физического уровня, осуществляются соответствующие обратные этапы:

15 а) Уровень MAC осуществляет демультиплексирование на основании заголовка MAC (в основном, поля LCID и поля длины) и передает полученный(е) MAC SDU на RLC. Когда уровень MAC передает MAC SDU на уровень RLC, он также сохраняет поле заголовка сегментирования/конкатенации после осуществления сегментирования и конкатенации на MAC и осуществления переупорядочения и повторной сборки сегментов
 20 на RLC. По этой причине MAC передает поле заголовка сегментирования на RLC. Другими словами, уровень MAC передает на RLC не только MAC SDU, но и часть заголовка MAC, относящийся к сегментированию/конкатенации.

б) Уровень RLC повторно собирает сегменты PDU RLC (при наличии) до ретрансляции полного(ых) RLC SDU на PDCP. Подача полных RLC SDU на PDCP осуществляется
 25 также не по порядку, т.е. включает в себя "дырки" в месте, где пропущен сегмент, например, вследствие неправильного приема в заранее заданное время или заранее заданное количество повторных передач. Однако RLC должен отслеживать пропущенный(е) PDU и сегмент(ы) PDU. ARQ выполняется на RLC, таким образом, что любой пропущенный RLC PDU и/или сегмент PDU должен сообщаться стороне TX для
 30 возможной повторной передачи. При этом ARQ должен пытаться извлекать пропущенный RLC PDU и/или сегмент PDU до истечения таймера, Timer1. Timer1 запускается, когда появляется первая дырка (или когда последующий/следующий RLC SDU доставляется на уровень PDCP). По истечении Timer1, RLC должен информировать уровень PDCP, а также RRC. RRC может совершать дополнительные действия, например,
 35 инициировать процедуру отказа линии радиосвязи (RLF). В общем случае, сквозные протоколы более высоких уровней, например, TCP, могут заботиться о правильной доставке.

с) Уровень PDCP должен дешифровать входящие PDU, принятые от RLC, на основании PDCP SN (или COUNT, при наличии, непосредственно из заголовка; в противном случае,
 40 он должен оценивать/вычислять COUNT из SN, включенного в заголовок PDCP). Вычисление COUNT будет осуществляться путем регулировки последнего значения COUNT с различием между последним PDCP SN и значением PDCP SN в только что принятом заголовке PDCP PDU. Здесь, "последний" относится к предыдущему PDCP PDU, который был успешно дешифрован. Кроме того, PDCP должен ждать поступления
 45 "дырки(ок)" от RLC. Если же указание от RLC (по истечении Timer1) поступает до приема соответствующего PDCP PDU, PDCP SDU поступают на более высокие уровни (в том числе дырки).

[0090] Вышеописанный подход применим не только к AM, но и к UM. В случае, когда

применяется UM, на уровне RLC не осуществляется повторных передач. Тем не менее, на стороне приемника, в случае пропуска RLC PDU или сегмента PDU RLC, RLC SDU все же собирается и поступает на уровень PDCP.

5 [0091] В AM, когда отчет о статусе RLC указывает, что RLC PDU и/или сегмент PDU пропущен, сторона TX RLC передает на уровень MAC соответствующий пропущенный RLC PDU и/или сегмент PDU, включающий в себя подходящий заголовок, для помощи приемнику в повторной сборке сегмента(ов) путем его повторной передачи.

10 [0092] Альтернативно, уровень RLC может передавать весь RLC PDU на уровень MAC, даже если только сегмент соответствующего RLC PDU был указан как пропущенный; кроме того, уровень RLC совместно использует отчет о статусе детали (т.е. весь отчет о статусе) с уровнем MAC. Преимущество этого подхода состоит в снижении издержек заголовка RLC. Если повторное сегментирование осуществляется на уровне RLC, то уровень RLC добавляет поля заголовка сегментирования что увеличивает издержки заголовка. Для решения этой проблемы, полный RLC PDU 15 отправляется на MAC, и MAC осуществляет сегментирование на основании отчета о статусе. Отчет о статусе RLC понятен MAC, поскольку между уровнями (PDCP, RLC, MAC) используется универсальный (общий) порядковый номер. В этом случае, уровень MAC осуществляет повторное сегментирование на основании этого знания и результата LCP, и включает в себя подходящий заголовок для помощи приемнику в повторной 20 сборке сегмента(ов).

[0093] Заметим, что вышеприведенное описание относится к "MAC", "RLC" и "PDCP", которые являются терминами, используемыми в стандартах UMTS/LTE(-A). Однако настоящее изобретение не ограничивается этими стандартами или их 25 усовершенствованиями и может работать безотносительно к используемой терминологии.

[0094] Другими словами, структуру можно рассматривать как стек протоколов, в котором существуют первый уровень, отвечающий за отображение/отмену отображения данных в/из физических ресурсов (соответствующих физическому уровню), второй уровень (соответствующий MAC) и третий уровень (соответствующий RLC и/или PDCP). 30 Заметим, что термины "первый уровень", "второй уровень" и "третий уровень" здесь не обязательно соответствуют уровням модели OSI.

[0095] Снижение латентности обработки стека протоколов может достигаться на стороне передатчика с первым, физическим, уровнем; вторым уровнем; и третьим уровнем, где второй уровень принимает от третьего уровня предварительно 35 обработанные PDU третьего уровня (сгенерированные третьим уровнем без знания выделения ресурсов) и принимает (от приемника на восходящей линии связи или внутренне на нисходящей линии связи) выделение ресурсов для физического уровня. Предварительно обработанные PDU третьего уровня могут добавляться (уже на третьем уровне или на втором уровне) заголовок, включающий в себя информацию 40 сегментирования. Заметим, что такие предварительно обработанные PDU третьего уровня могут обеспечиваться для множества сущностей третьего уровня, соответствующего множеству логических каналов, которые могут иметь разные приоритеты. Соответственно, затем второй уровень может осуществлять процедуру приоритизации. На основании принятого выделения ресурсов и, возможно, также на 45 основании результата процедуры приоритизации, затем второй уровень обеспечивает первый уровень подходящими предобработанными PDU третьего уровня, включающими в себя информацию сегментирования в качестве заголовка второго уровня в первый момент времени t1 и, возможно, осуществляет дополнительное сегментирование

предварительно обработанных PDU и изменяет информацию сегментирования в заголовке соответственно до подачи данных на первый уровень в момент времени t_2 более поздний, чем момент времени t_1 .

5 [0096] Заметим, что PDU третьего уровня, принятые на втором уровне, уже могут быть заранее сегментированы согласно отчету о статусе ARQ, если третий уровень реализует ARQ. Но этот подход также применим, если третий уровень не реализует ARQ. Затем предварительное сегментирование может осуществляться на основании некоторых статических мер прошлых выделений или согласно другому правилу или вовсе не должно осуществляться.

10 [0097] Кроме того, настоящее изобретение также может преимущественно применяться к двойной или множественной связности. Множественная связность это режим работы, в котором множественные Rx/Tx UE в режиме соединения выполнены с возможностью использования радиоресурсов среди E-UTRA и NR, обеспеченных множественными различными планировщиками, соединенными неидеальной транзитной
15 сетью. Другими словами, благодаря множественной связности уровень выше третьего уровня в передатчике (например, терминале) обеспечивает один и тот же пакет (IP или PDCP) для передачи на множественные базовые станции (eNB). Затем две или более базовые станции принимают один и тот же пакет независимо, таким образом, увеличивая вероятность правильного приема сетью.

20 [0098] Понятие множественной связности в чем-то аналогично двойной связности, которая является одним многообещающим решением, рассматриваемым рабочими группами 3GPP RAN является так называемое понятие "двойной связности". Термин "двойная связность" используется в отношении операции, где данное UE потребляет радиоресурсы, обеспеченные, по меньшей мере, двумя разными сетевыми узлами,
25 соединенным неидеальной транзитной сетью. По существу, UE соединено как с макросотой (макро-eNB), так и малой сотой (вторичным eNB). Кроме того, каждый eNB, участвующий в двойной связности для UE, может предполагать разные роли. Эти роли не обязательно зависят от класса мощности eNB и могут изменяться между UE. Однако, в отличие от двойная связность, где разные данные отправляются от UE на
30 разные eNB, в множественной связности, один и тот же пакет IP/PDCP передается по множеству линий связи/сот. Среди множественных принимающих eNB, один функционирует как главный eNB, который реализует уровень, который осуществляет повторную сборку сегментов, принятых через множественные соединения. Главный eNB осуществляет связь с другими eNB.

35 [0099] Например, в отношении LTE, уровень PDCP берет на себя функцию повторной сборки помимо других функций, которые он уже осуществляет при переключении с единичной на множественную связность. ARQ все же может выполняться на уровне RLC (в AM) и в этом случае уровню PDCP потребуется совместно использовать пропущенные (полностью и частично) детали PDCP SN с уровнем RLC. Уровень PDCP
40 будет информировать уровень RLC о пропущенной части сегментов. Затем принимающая сущность уровня RLC будет отправлять отчет о статусе на передающую сущность уровня RLC. Таким образом, отдельный ARQ на уровне RLC и PDCP не требуется, что означает единичную связность и множественную связность, ARQ может выполнять обе на уровне RLC. Альтернативно, уровень PDCP может составлять свой собственный отчет о статусе и отправлять его на сущность TX-PDCP. Отчет о статусе
45 должен содержать информацию о пропущенных PDCP PDU и/или сегментах PDU.

[0100] Для обеспечения снижения латентности и/или снижения издержек как описано выше, настоящее изобретение обеспечивает эффективную уровневую модель,

подлежащую реализации на стороне передатчика и приемника. Это включает в себя одно или более из следующих:

5 - перевод сегментирования на второй уровень, т.е. как можно ближе к физическому уровню, который должен осуществлять обработку в реальном времени, поскольку он отображает данные в физические ресурсы (от третьего уровня). Это обеспечивает возможность подготовки данных для передачи по совместно используемому каналу даже до приема соответствующего предоставления. (Реализация терминала может использовать эту возможность или нет. Другими словами, использует ли хронирование терминала предварительно обработанные PDU, может зависеть от реализации).

10 - использование общей информации управления, к которой обращаются множественные уровни. Обычно уровневая модель предполагает, что каждый уровень обращается только к информации управления, сгенерированной на этом уровне: это иногда приводит к тому, что перекрывающаяся дублированная информация управления обеспечивается на нескольких уровнях, т.е. заголовки PDU разных уровней. Это может
15 быть справедливо для порядкового номера, который позволяет переупорядочивать принятые данные. Общий порядковый номер может использоваться для более чем одного уровня (например, PDCP и RLC), что снижает издержки заголовка.

- более высокий уровень (например, третий уровень или в частности RLC или PDCP) поддерживает функциональные возможности ARQ. Таким образом, на основании отчета
20 о статусе третьего уровня, третий уровень осуществляет сегментирование PDU. Здесь предполагается, что сегментирование PDU третьего уровня на основании отчета о статусе может отличаться от сегментирования, осуществляемого на основании принятого выделения, осуществляемого на более низком уровне (второй уровень или в частности MAC). Аналогичное преимущество может достигаться, если третий уровень обеспечивает
25 второй уровень информацией сегментирования на основании отчета о статусе, и только второй уровень осуществляет сегментирование на основании выделения и отчета о статусе. Этот подход позволяет экономить время (благодаря предобработке) и ресурсы (повторное сегментирование позволяет повторно передавать только пропущенные сегменты).

30 [0101] Сегментирование уровня 2, предварительное сегментирование уровня 3 для ARQ

В соответствии с вариантом осуществления, предусмотрен узел передачи данных для передачи данных по беспроводному интерфейсу в системе связи на узел приема данных. Для реализации функциональных возможностей уровневой модели стека
35 протоколов, узел передачи данных содержит блок обработки третьего уровня (далее "блок обработки" можно заменить "схемой обработки") для осуществления или нет повторной передачи ARQ согласно отчету о статусе, возвращаемому от узла приема данных, и для повторного сегментирования или нет данных, подлежащих повторной передаче (при наличии) на основании информации длины сегмента, включенной в отчет
40 о статусе. Повторное сегментирование включает в себя добавление к информации управления сегментированием сегментированных данных, например, в качестве заголовка. Этот заголовок также преимущественно интерпретируется и используется на втором уровне, передается на второй уровень совместно с блоком данных третьего уровня. В этом варианте осуществления предполагается, что протокол повторной
45 передачи обрабатывается третьим уровнем, который не исключает применения независимых протоколов ARQ/HARQ на других уровнях ниже или выше третьего уровня.

[0102] Узел передачи данных дополнительно содержит блок обработки второго

уровня для приема, от блока обработки третьего уровня, блока данных третьего уровня, сегментирования блока данных третьего уровня на основании выделения ресурсов и формирования множества блоков данных второго уровня, включающих в себя соответствующие сегменты блока данных третьего уровня и информации управления сегментирования, которая изменяется, если нужно применять повторное сегментирование. Выделение ресурсов может либо приниматься от узла приема данных, либо генерироваться на узле передачи данных. Например, если передающим узлом является терминал (UE), выделение ресурсов (предоставление восходящей линии связи) может приниматься от базовой станции, т.е. от узла приема данных. С другой стороны, если передающим узлом является базовая станция, выделение ресурсов для передачи может генерироваться на базовой станции, и обеспечиваться уровню MAC. Однако настоящее изобретение также применимо к прямой связи между терминалами или между ретрансляторами и терминалами или ретрансляторами и базовыми станциями.

[0103] Наконец, узел передачи данных содержит блок обработки первого уровня для приема от второго уровня одного или более из множества блоков данных второго уровня и отображения одного или более из множества блоков данных второго уровня на ресурсы, выделенные для передачи данных.

[0104] Заметим, что узел передачи данных может дополнительно содержать блок обработки четвертого уровня для обеспечения порядкового номера в своем заголовке. Порядковый номер увеличивается для каждого нового SDU четвертого уровня, т.е. с каждым IP-пакетом, причем увеличение может быть циклическим, хотя порядковый номер имеет заранее заданное максимальное значение. Третий уровень преимущественно не обеспечивает другой порядковый номер, но инкапсулирует блок обработки четвертого уровня, включающий в себя порядковый номер, обеспеченный уровнем PDCP.

[0105] В отношении терминологии LTE, первым уровнем может быть физический уровень, вторым уровнем может быть уровень MAC, и третьим уровнем может быть уровень RLC, тогда как четвертым уровнем может быть PDCP. Однако заметим, что третий уровень также можно рассматривать как уровень PDCP в некоторых вариантах осуществления или один объединенный уровень с функциями RLC и PDCP, в особенности, в случае развития архитектур на основе современной LTE.

[0106] Фиг. 6 демонстрирует обработку на стороне передатчика согласно этому варианту осуществления и представленную с использованием терминологии LTE. Стороной передатчика может быть терминал, передающий данные на восходящей линии связи на базовую станцию. Однако настоящее изобретение не ограничивается этим, и передающей стороной может быть терминал, передающий данные на другой терминал или на любой другой узел. Кроме того, настоящее изобретение также можно применять к базовой станции или ретранслирующему узлу или другому узлу, передающему данные.

[0107] Как показано на фиг. 6, IP-пакет 1 длиной 1200 байт поступает на уровень PDCP, таким образом, образуя PDCP SDU. PDCP SDU добавляется заголовок, включающий в себя указатель D/C, который может представлять собой единичный бит. Этот бит указывает, является ли содержимое PDCP PDU PDU данных или управления. В этом примере, он устанавливается (т.е. бит равен 1) для PDU данных и не устанавливается (т.е. бит равен 0) для PDU управления. Однако, в общем случае, установление/ нустановление могут меняться местами. Заголовок PDCP дополнительно включает в себя порядковый номер (SN) PDCP.

[0108] PDCP PDU1 (с полезной нагрузкой 1200 байт) отправляется на уровень RLC,

таким образом, образуя RLC SDU. Уровень RLC включает в себя заголовок RLC, релевантный RLC PDU. Как можно видеть на фигуре, заголовок RLC включает в себя еще один флаг D/C, флаг P и флаг RF. Флаг D/C указывает, переносит ли RLC PDU управление или данные, тогда как флаг P является битом опроса, который

5 устанавливается для запрашивания отчета о статусе от приемника (равноправной сущности RLC). Если он не установлен, то отчет о статусе не запрашивается. Флаг RF является флагом повторного сегментирования, указывающим, является ли RLC PDU

10 полным PDCP PDU или сегментом PDCP PDU. Значение RF первоначально устанавливается на 0, указывая, что RLC PDU является полным PDU, и затем

15 доставляется на уровень MAC как часть RLC PDU1. В этом примере, для первой передачи данных PDCP PDU/IP-пакета, уровень RLC не осуществляет сегментирование; в противном случае уровень MAC осуществляет сегментирование. Соответственно, для первой передачи, значение RF всегда устанавливается на 0.

[0109] В примере, приведенном на фиг. 6, передающая сущность MAC должна

15 сегментировать RLC PDU на основании принятого предоставления. Дополнительно, размеры предоставления, предполагаемые в этом примере, равны 800 и 400 байт в двух разных случаях передачи (или, по меньшей мере, одно предоставление для 800 байт и остаток, ожидающий другого предоставления). Таким образом, уровень MAC сегментирует RLC PDU, соответствующий MAC SDU. После сегментирования RLC PDU,

20 передающая сущность MAC включает участки заголовка MAC, связанные с сегментированием, в соответствующие MAC PDU для указания смещения сегмента (SO) и поле последнего сегмента (LSF) включенного RLC PDU и формирует MAC PDU, которые обозначены MAC PDU1 и MAC PDU2 на фиг. 6. MAC PDU1 содержит полезную

25 нагрузку 800 байт, тогда как MAC PDU2 содержит полезную нагрузку 400 байт. MAC PDU1 и MAC PDU2 отправляются в ТТ10 и ТТ11 соответственно. Затем ТТ10 и ТТ11 мультиплексируются в разные ресурсы, например, в разные временные ресурсы. Однако заметим, что это не ограничивает настоящее изобретение отображением двух MAC

30 PDU в разные моменты времени. В общем случае, более одного MAC PDU может отображаться в ресурсы разных типов, например, разные частоты или разные потоки системы MIMO, ортогональные коды и т.п.

[0110] Поле SO в этом примере указывает позицию сегмента PDU в байтах в исходном PDU. В частности, поле SO указывает позицию в поле данных исходного PDU, которому соответствует первый байт поля данных сегмента PDU. Первый байт в поле данных

35 исходного PDU указан значением нуля поля SO. Поле LSF указывает, соответствует ли последний байт сегмента PDU последнему байту PDU.

[0111] Уровень MAC может включать в MAC PDU1 и MAC PDU2 дополнительные поля, например ID логического канала (LCID) и флаг расширения (E), который указывает, следуют ли за заголовком MAC другие поля. Значение 1 указывает, что за

40 этим полем следуют, по меньшей мере, одно или более полей E/LCID. Значение 0 указывает, что за этим полем не следует других полей E/LCID, откуда следует, что следующий байт является начальным байтом MAC SDU. В заголовке могут присутствовать некоторые дополнительные поля или зарезервированные поля (не показанные на фигуре).

[0112] Согласно этому варианту осуществления предусмотрен также узел приема

45 данных для приема данных по беспроводному интерфейсу в системе связи от узла передачи данных. Узел приема данных содержит блок обработки первого уровня для отмены отображения одного или более из множества блоков данных второго уровня из ресурсов, выделенных для передачи данных и для обеспечения одного или более из

множества полученных отменой отображения блоков данных второго уровня на блок обработки второго уровня. Кроме того, узел приема данных дополнительно содержит блок обработки второго уровня для осуществления демультимплексирования множества сегментов блока третьего уровня и информации управления сегментирования из одного или более из множества блоков данных второго уровня, и ретрансляции множества демультимплексированных сегментов блока третьего уровня совместно с информацией управления сегментирования на блок обработки третьего уровня. Узел приема данных дополнительно содержит блок обработки третьего уровня для осуществления переупорядочения множества демультимплексированных сегментов третьего уровня и сборки в блок третьего уровня.

[0113] Таким образом, информация сегментирования, которая является частью блоков данных второго уровня (и может, в частности, переноситься в заголовке второго уровня), также наблюдается и используется на третьем уровне. Этот подход, таким образом, с одной стороны, пренебрегает строгим разделением уровней; с другой стороны он экономит издержки и позволяет эффективно осуществлять переупорядочение и повторную сборку на третьем уровне. Это особенно преимущественно, если процедура ARQ реализуется на третьем уровне, что - однако - не требуется и не ограничивает настоящее изобретение.

[0114] Согласно иллюстративной реализации, блок обработки третьего уровня в устройстве прием данных дополнительно выполнен с возможностью генерации данных управления, несущих отчет о статусе, указывающий, правильно ли принят, по меньшей мере, один блок третьего уровня сегмент. Отчет о статусе может включать в себя, по меньшей мере, одну из положительных квитанций или отрицательных квитанций для, по меньшей мере, одного блока данных третьего уровня и/или идентификацию правильно принятых или пропущенных сегментов блока данных третьего уровня. Иллюстративный формат отчета о статусе, который может использоваться здесь, можно найти в 3GPP TS 36.322, версия 13.2.0, раздел 6.2.1.6. Однако заметим, что это только пример, и отчет о статусе может иметь другой формат и другое содержимое при условии, что он допускает положительное и/или отрицательное прием квитирование для PDU третьего уровня или его сегментов.

[0115] Фиг. 7 демонстрирует иллюстративную обработку приема MAC PDU1 и MAC PDU2, принятых по каналу, подверженному ошибкам. Как показано на фиг. 7, MAC PDU1 принимается (полезная нагрузка 800 байт) правильно, но MAC PDU2 (полезная нагрузка 400 байт) теряется (может неправильно декодироваться, т.е. CRC не удается).

[0116] Уровень MAC осуществляет демультимплексирование RLC PDU1 и отправляет его на уровень RLC. Затем уровень RLC осуществляет повторную сборку и переупорядочение сегментов MAC. Принимающая сторона (RX) RLC отправляет отчет о статусе, указывающий правильный прием байтов от 800 до 1200, принадлежащих MAC PDU1, передающей стороне (TX) RLC. Переупорядочение и повторная сборка сегментов PDU RLC осуществляется на основании информации заголовка от уровня MAC. Это включает в себя в примере, приведенном на фиг. 7, в частности, смещение сегмента и указатель LSF. Поле D/C уровня RLC позволяет различать PDU данных RLC и PDU управления RLC, например, отчеты о статусе.

[0117] На фиг. 8 показаны следующие действия на передающей стороне RLC, исходя из того, что стороне передатчика известно о втором пропущенном сегменте MAC-PDU2 (например, на основании отчета о статусе). Как показано на фиг. 8, в этом примере RLC TX берет полный RLC PDU соответствующего пропущенного пакета из буфера передачи и осуществляет новое сегментирование (повторное сегментирование) 400 (от

800 до 1200) байтов, которые указаны в отчете о статусе RLC как пропущенные. Повторное сегментирование включает в себя также присоединение надлежащего заголовка RLC. Здесь заголовок RLC включает в себя смещение сегмента, которое указывает позицию сегмента PDU RLC, который подлежит повторной передаче, посредством смещения в байтах. В этом примере, смещение сегментирования SO=801 поскольку пропущенные 400 байт от 801 до 1200 подлежат повторной передаче. Затем повторно сегментированный RLC PDU, соответствующий пропущенным 400 байтам, доставляется на уровень MAC.

[0118] Затем уровень MAC осуществляет сегментирование принятого RLC PDU и формирует MAC PDU1 (который содержит 200 байт данных) и MAC PDU2 (который также содержит 200 байт данных), которые затем отправляются на ТТЮ и ТТІ соответственно - как описано выше со ссылкой на фиг. 6 для первой передачи. Конечно, в общем случае, уровень MAC осуществляет только сегментирование, если необходимо. Здесь в этом примере, размер предоставления недостаточен, и по этой причине уровень MAC формирует MAC PDU1 и MAC PDU2. Если выделение достаточно, сегментирование не требуется, или, возможно, осуществляется конкатенация (в случае, когда выделение больше, чем необходимо для одного MAC PDU).

[0119] В частности, уровень MAC считывает поле SO и поле LSF из заголовка RLC и изменяет их на основании размера предоставления, т.е. в этом примере для отражения размера сегментирования 200 байт и 200 байт, соответственно. Как можно видеть на фиг. 8, уровень MAC обеспечивает новую информацию сегментирования в соответствующих заголовках сегментированных MAC PDU, а именно SO=801 и SO=1001, соответствующую позицию новых сегментов данных, подлежащих повторной передаче в переданном в первую очередь (повторно не сегментированном) RLC PDU и LSF. Фиг. 9 демонстрирует пример, в котором MAC PDU1 и MAC PDU2 из фиг. 8 правильно приняты. Уровень MAC доставляет правильно принятые MAC PDU1 и MAC PDU2 на уровень RLC. Уровень RLC осуществляет переупорядочение и повторную сборку сегментов MAC и затем доставляет полный PDCP PDU на уровень PDCP. Переупорядочение осуществляется на основании порядковых номеров (SN). Как упомянуто выше, один порядковый номер преимущественно используется для обоих уровней PDCP и RLC для экономии издержек.

[0120] Другими словами, RLC RX собирает все сегменты RLC PDU (повторно передаваемые или правильно принятые после первой передачи), переупорядочивает их на основании информации заголовка MAC и повторно собирает RLC PDU. Затем повторно собранный PDU может передаваться на более высокие уровни (например, PDCP или непосредственно IP, если не существует PDCP) для дополнительной обработки.

[0121] Соответственно, настоящее изобретение изменяет функции, осуществляемые разными уровнями стека протоколов RAN, что проиллюстрировано в нижеприведенной таблице 2.

Таблица 2: задачи стека протоколов NR

Уровень протокола UP	Функции
PDCP TX	- сжатие заголовка - присоединение SN - шифрование - повторная передача
RLC TX	- доставка пакетов на уровень MAC - (повторное) сегментирование пакета при повторной передаче
MAC TX	- конкатенация/мультиплексирование - сегментирование - передача HARQ

MAC RX	- прием HARQ - демультимплексирование
RLC RX	- сообщение переупорядочения/статуса сегмента MAC (повторная передача) - повторная сборка пакета - внеочередная доставка на PDCP
PDCP RX	- дешифрование пакета - переупорядочение/ сообщение статуса на основе полного PDU - снятие сжатия заголовка

[0123] В нижеследующих таблицах 3-5 приведены примеры заголовков соответствующих уровней PDCP, RLC и MAC.

Таблица 3: описание полей заголовка PDCP

Бит данных/управления (D/C)	D/C указывает, является ли PDU PDU данных или управления
Порядковый номер (SN)	10-битовый порядковый номер

Таблица 4: описание полей заголовка RLC

Бит данных/управления (D/C)	D/C указывает, является ли PDU PDU данных или управления
Флаг повторного сегментирования (RF)	RF указывает, является ли PDU полным или сегментом PDU.
Бит опроса (P)	Поле P указывает, запрашивает ли передающая сторона сущности RLC AM отчет о статусе от равноправной сущности.

Таблица 5: описание полей заголовка MAC

Указатель длины (LI)	Поле LI указывает длину в байтах соответствующего элемента поля данных, присутствующего в MAC PDU данных, доставляемом/принимаемом сущностью MAC.
Бит расширения (E)	Поле E указывает, является ли это поле концом заголовка или следует другое расширение.
Смещение сегментирования (SO)	Поле SO указывает начальную позицию первого байта соответствующего MAC SDU в байтах.
Поле последнего сегмента (LSF)	LSF устанавливается на 1 для указания, что это последний сегмент RLC PDU.

[0127] В вышеприведенных таблицах, длина порядкового номера представлена как 10 битов. Однако заметим, что это только пример, который не ограничивает настоящее изобретение. Уже в LTE, длина порядкового номера PDCP может составлять 5 битов, 7 битов или 12 битов в зависимости от характеристик радиоканала-носителя. Длина порядкового номера зависит от конструкции системы, и, как очевидно специалистам в данной области техники, можно выбирать любую длину в целях настоящего изобретения.

[0128] Как показано на фиг. 6, PDCP PDU отправляются на уровень RLC на приемнике. Преимущественно, уровни PDCP, RLC и MAC используют универсальный порядковый номер, понятный всем этим уровням. В этом примере, используется порядковый номер PDCP, понятный всем трем уровням, или, по меньшей мере, PDCP и RLC, поскольку SN не всегда требуется на более низких уровнях.

[0129] Уровень RLC включает в себя релевантный заголовок RLC в RLC PDU, например, поле RF для указания полного или сегментированного PDU. Значение RF первоначально устанавливается на 0 и обновляется, когда отчет о статусе поступает на RLC TX. Когда передающая сторона передает PDU данных RLC, она по-прежнему сохраняет RLC PDU в буфере повторной передачи для возможной повторной передачи. Повторная передача может запрашиваться приемником посредством отчета о статусе. Как можно видеть на фиг. 6, затем RLC PDU доставляются на уровень MAC. Затем передающая сущность MAC осуществляет сегментирование и/или конкатенацию на MAC SDU, принятом от более высокого уровня (RLC) для формирования MAC PDU.

[0130] Размер MAC PDU при каждой возможности передачи (TTI) определяется и сообщается самим уровнем MAC в зависимости от условий радиоканала и имеющихся

ресурсов передачи для него. Как упомянуто в разделе "уровень техники", динамическое планирование может применяться для совместно используемого канала таким образом, что в разных ТТТ возможны разные выделения (способные размещать разные объемы данных, например, вследствие изменения схемы модуляции и кодирования для лучшей адаптации линии связи).

[0131] Таким образом, размер каждого передаваемого MAC PDU может различаться. Передающие сущности MAC включают RLC PDU/MAC SDU в MAC PDU в порядке, в котором они поступают на сущность MAC. Таким образом, один MAC PDU может содержать полные RLC PDU или сегмент PDU RLC, поскольку MAC может осуществлять не только сегментирование, но и конкатенацию, в зависимости от соответствующих размеров сегментов и выделенных ресурсов. Если MAC PDU содержит N (N - целое число, большее 0) RLC PDU и/или сегментов PDU, то уровень MAC должен включать в себя N-1 полей длины (L-полей) для всех соответствующих RLC PDU и/или сегментов PDU т.е. по одному L-полю для каждого RLC PDU и/или сегмента PDU кроме последнего.

[0132] На стороне приемника, как показано на фиг. 7 (поля LI не показаны, поскольку пример фиг. 6-9 относится к сегментированию, а не к конкатенации), уровень MAC знает, где начинаются фактические данные, поскольку ему известны как длина заголовка, так и - из L-поля - длина MAC PDU. Длина заголовка предполагается здесь известной. Например, она может быть заранее заданной (например, указанной в стандарте) и/или указанной в поле в заголовке. В вышеприведенном примере, бит расширения используется для указания, продолжается ли или заканчивается заголовок, что позволяет определять размер заголовка.

[0133] Уровень MAC осуществляет демультиплексирование MAC PDU, без удаления полей сегментирования (SO и LSF) и затем демультиплексированные RLC PDU/сегменты доставляются на уровень RLC. Когда принимающий уровень RLC принимает сегменты PDU RLC, он сначала переупорядочивает и повторно собирает их, если они принимаются не последовательно (ср. также фиг. 9). Одним из преимуществ не осуществления переупорядочения и повторной сборки на уровне MAC является сокращение времени обработки. В случае пропуска одного сегмента на стороне приемника, уровень MAC может не осуществлять повторную сборку и переупорядочение, что будет добавлять задержку в доставке на более высокий уровень (RLC). Чтобы не задерживать повторную сборку и переупорядочение, уровень MAC передает поля сегментирования (SO, LSF) на уровень RLC, поскольку сегментирование и конкатенация осуществляются уровнем MAC, как описано выше со ссылкой на фиг. 6. Таким образом, уровень RLC считывает поле(я) заголовка сегментирования, принятые от уровня MAC, и на основании поля(ей) заголовка сегментирования (например, SO, LSF) и конкатенации (например, LI), уровень RLC осуществляет, когда это целесообразно, переупорядочение и повторная сборка. Соответственно, в этом примере требуется межуровневое взаимодействие, поскольку принимающий уровень RLC должен знать и использовать поля сигнализации уровня MAC.

[0134] Любые RLC PDU, принятые не последовательно на уровне MAC, доставляются на более высокий уровень (RLC). Операция ARQ осуществляется на принимающем RLC для поддержки безошибочной передачи (режим квитирования). Чтобы передающая сторона могла повторно передавать только пропущенные RLC PDU, сторона приемника обеспечивает передающей стороне отчет о статусе RLC, указывающий информацию пропущенных PDU или сегментов PDU для RLC PDU.

[0135] В ответ на отчет о статусе с одним или более пропущенными PDU/сегментами, передатчик уровня RLC берет полный RLC PDU соответствующего пропущенного

пакета из буфера передачи и осуществляет (повторное) сегментирование на основании пропущенного(ых) сегмента(ов), указанного(ых) в отчете о статусе RLC. Если повторное сегментирование осуществляется после приема отчета о статусе, RLC изменяет поле RF от 0 до 1. Затем (повторно) сегментированный(е) PDU доставляе(ю)тся на уровень MAC, который считывает флаг RF. Поскольку условия радиосвязи могут ухудшаться в ходе процедуры повторной передачи, пропущенный сегмент PDU или PDU может потребоваться разбивать на более мелкие сегменты (повторно сегментировать) до повторной передачи (которая осуществляется уровнем MAC). Это проиллюстрировано на фиг. 8, в котором пропущенный RLC PDU полезной нагрузки 400 байт берется на уровне RLC из исходного RLC PDU полезной нагрузки 1200 байт в буфере повторной передачи и дополнительно разбивается (повторно сегментируется) на меньшие MAC PDU полезной нагрузки 200 байт.

[0136] Повторное сегментирование на уровне MAC

Из фиг. 8 можно видеть, что издержки RLC немного повышаются, поскольку передатчик RLC осуществляет повторное сегментирование на основании пропущенной части сегмента, т.е. на основании данных длиной 400 байт, которые не были приняты правильно и которые указаны в отчете о статусе RLC и затем доставляются на уровень MAC. Соответственно, в RLC требуется заголовок повторного сегментирования (включающий в себя SO, RF и LSF), что увеличивает издержки заголовка RLC.

[0137] Для снижения издержек, согласно варианту осуществления, повторное сегментирование осуществляется на уровне MAC.

[0138] В частности, согласно этому варианту осуществления, предусмотрен узел передачи данных для передачи данных по беспроводному интерфейсу в системе связи на узел приема данных. Узел передачи данных содержит блок обработки третьего уровня для осуществления повторной передачи автоматического запроса повторной передачи, ARQ, согласно отчету о статусе, возвращаемому от узла приема данных. Узел передачи данных дополнительно содержит блок обработки второго уровня для приема, от блока обработки третьего уровня, блока данных третьего уровня, сегментирования блока данных третьего уровня согласно отчету о статусе и на основании выделения ресурсов и формирования множества блоков данных второго уровня, включающих в себя соответствующие сегменты сегментированного блока данных третьего уровня. Блок обработки первого уровня также присутствует для приема от второго уровня множества блоков данных второго уровня и отображения множества блоков данных второго уровня на ресурсы, выделенные для передачи данных.

[0139] Соответственно, функциональные возможности сегментирования полностью переносятся на второй уровень, ближайший уровень к физическому уровню. Это проиллюстрировано на фиг. 10 более подробно на основании выбранного примера.

[0140] Уровень RLC передатчика добавляет PDCP PDU (RLC SDU) заголовок, включающий в себя бит опроса (если этот вариант осуществления применяется с AM, а не UM) для запрашивания отчета о статусе и поле D/C, указывающее, несет ли RLC PDU полезную нагрузку (пользователя) или данные управления. Заметим, что настоящее изобретение не ограничивается на уровне RLC, осуществляющим ARQ, поскольку уровень RLC также может работать в режиме без квитирования.

[0141] Уровень RLC TX доставляет отчет о статусе, принятый от RLC RX, на уровень MAC. Уровень MAC считывает информацию сегментирования, например, порядковый номер (SN), значение SOstart и SOend из отчета о статусе и осуществляет сегментирование соответственно. Таким образом, RLC TX берет полный RLC PDU из буфера повторной

передачи и отправляет его на MAC TX. Это проиллюстрировано на фиг. 10, где показан RLC PDU, включающий в себя поле данных с данными PDCP SDU 1200 байт, а не только 400 байт, как показано на фиг. 8.

[0142] Затем уровень MAC TX осуществляет сегментирование на основании информации сегментирования, например, SOstart, SOend и SN, которая указана в отчете о статусе RLC и ретранслируется вниз на уровень MAC уровнем RLC, как показано на фиг. 10. В соответствии с этим, генерируется заголовок MAC PDU. Заголовок на фиг. 10 включает в себя LCID (идентификатор логического канала), E-бит, указывающий, присутствует ли дополнительная информация заголовка, и информацию сегментирования, включающую в себя здесь смещение сегмента (может измеряться в байтах), которое указывает начало переносимого сегмента в RLC PDU и поле последнего сегмента (LSF), указывающее, является ли инкапсулированный сегмент PDU RLC последним в RLC PDU. Как можно видеть на фиг. 10, сигнализируются, соответственно, смещения 801 и 1001 для два сегмента 200 и 200 байт.

[0143] На фиг. 11A показан отчет о статусе (STATUS PDU), заданный в 3GPP TS 36.322, v. 13.2.0. STATUS PDU состоит из полезной нагрузки STATUS PDU и заголовка PDU управления RLC. Заголовок PDU управления RLC состоит из полей D/C и CPT. Полезная нагрузка STATUS PDU начинается с первого бита, следующего за заголовком PDU управления RLC, и состоит из одного ACK_SN и одного E1, нуля или более наборов NACK_SN, E1 и E2, и, возможно, набора SOstart и SOend для каждого NACK_SN. В случае необходимости от одного до семи битов заполнения включаются в конце STATUS PDU для обеспечения выравнивания октетов.

[0144] На фиг. 11B показан иллюстративный формат отчета о статусе RLC. Этот иллюстративный отчет о статусе аналогичен и включает в себя аналогичные поля, как в отчете о статусе LTE, который представлен на фиг. 11A. Отчет о статусе на фиг. 11B отличается от отчета о статусе LTE на фиг. 11A тем, что переносится порядковый номер PDCP, а не порядковый номер RLC.

[0145] В частности, отчет о статусе включает в себя поле D/C и поле CPT (тип PDU управления), которое указывает, является ли PDU STATUS PDU, оно указывает STATUS PDU для отчета о статусе. PDCP ACK_SN является полем длиной 10 битов, которое указывает SN следующего не принятого PDU данных RLC, который не сообщается как пропущенный в отчете о статусе (STATUS PDU). Здесь префикс "PDCP" подчеркивает, что для уровня RLC и PDCP используется общий SN, который, таким образом, также применяется к отчету о статусе.

[0146] Бит расширения 1 (E1) указывает, следует ли набор из PDCP NACK_SN, E1 и E2; если он установлен на 0 - набор из NACK_SN, E1 и E2 не следует; если он установлен на 1 - набор из NACK_SN, E1 и E2 следует.

[0147] SN отрицательного квитирования (NACK_SN), в этом примере поле NACK_SN PDCP, указывает SN RLC PDU (или его участков) который был обнаружен как потерянный на принимающей стороне сущности RLC AM.

[0148] Бит расширения 2 (E2) указывает, следует ли набор из SOstart и SOend; если он установлен на 0 - набор из SOstart и SOend не следует для этого NACK_SN; если он установлен на 1 - набор из SOstart и SOend следует для этого NACK_SN.

[0149] Согласно 36.322, разделы 6.2.2.18, 6.2.2.19 описывают эти SOstart и SOend следующим образом:

- SOstart (15 битов): поле SOstart (совместно с полем SOend) указывает участок RLC PDU с SN=NACK_SN (NACK_SN, к которому относится SOstart), который был обнаружен как потерянный на принимающей стороне сущности RLC AM. В частности, поле SOstart

указывает позицию первого байта участка RLC PDU в байтах в поле данных RLC PDU.

- SOend (15 битов): поле SOend (совместно с полем SOstart) указывает участок RLC PDU с SN=NACK_SN (NACK_SN, к которому относится SOend), который был обнаружен как потерянный на принимающей стороне сущности RLC AM. В частности, поле SOend указывает позицию последнего байта участка AMD PDU в байтах в поле данных RLC PDU. Особое значение SOend "11111111111111" используется для указания, что пропущенный участок AMD PDU включает в себя все байты до последнего байта AMD PDU.

Другими словами, SOstart и SOend указывают, соответственно, начало и конец отрицательно квитированных сегментов PDU RLC.

[0150] Номер сегмента

Смещения сегментов (начало и конец вместе), которые обычно имеют длину 30 битов, что увеличивает издержки подзаголовка MAC, в особенности для меньших сегментов.

[0151] Для снижения издержек, в этом варианте осуществления, идентификатором сегмента, таким образом, является номер сегмента, указывающий, порядковый номер сегмента блока данных третьего уровня в блоке данных третьего уровня. Этот номер сегмента может использоваться в PDU данных как показано на фигурах, т.е. вместо поля SO. Однако номер сегмента также можно преимущественно использовать в отчете о статусе (STATUS PDU) для замены SOstart и SOend.

[0152] В одном примере, подзаголовок MAC (т.е. участок заголовка, относящийся к сегментированию) уменьшается за счет использования номера сегмента длиной 4 бита вместо 30-битовых смещений сегментов (15 битов SOstart и 15 битов SOend). Таким образом, уровень MAC осуществляет сегментирование на основании 4 битов,

указывающих номер сегмента. 4-битовый номер сегмента позволяет различать максимум 16 сегментов. Однако число 4 приведено здесь только в иллюстративных целях. Если больше или меньше сегментов требуется для соответствующей архитектуры уровней плоскости пользователя, это может осуществляться с использованием более высокого количества битов. Подход этого варианта осуществления позволяет снижать издержки за счет сигнализации номера сегмента для каждого сегмента вместо начала и конца каждого сегмента в RLC PDU. Поскольку количество сегментов безусловно меньше, чем количество битов в RLC PDU, к которому относятся смещения, издержки, в общем случае, экономятся благодаря адресации сегментов, вместо смещения.

[0153] Использование номера сегмента проиллюстрировано на фиг. 12 для стороны передачи. В частности, на фиг. 12 показан IP-пакет, передаваемый на уровень PDCP, где добавляется поле D/C и PDCP SN, и передается совместно с этой информацией заголовок на уровень RLC. Уровень RLC инкапсулирует PDCP PDU путем добавления к нему собственного заголовка, включающего в себя поле D/C и поле опроса. Здесь поле RF не требуется, поскольку сегментирование не осуществляется на уровне RLC. Напротив, RLC PDU1 полностью передается на уровень MAC.

[0154] Как показано на фиг. 12, на уровне MAC, RLC PDU делится на два сегмента: сегмент 0 и сегмент 1, содержащие 800 и 400 байт, соответственно. Это сегментирование может осуществляться на основании размера выделения. После сегментирования RLC PDU, передающая сущность MAC включает релевантные заголовки MAC для формирования MAC PDU. В частности, заголовок включает в себя указатель длины (LI), указывающий длину сегмента, номер сегмента (например, вышеописанные 4 бита), поле последнего сегмента (LSF) и поле R, установленное на 0 (которое указывает, что повторное сегментирование не следует) для включенного RLC PDU. Поле LI требуется

в случае конкатенации, где один MAC PDU содержит 2 или более RLC PDU. В случае сегментирования, размер предоставления известен, таким образом, что приемник знает размер предоставления и может осуществлять обратную операцию соответственно.

[0155] Затем уровень MAC формирует, на основании информации сегментирования два MAC PDU, обозначенные MAC PDU1 и MAC PDU2 на фиг. 12. MAC PDU1 и MAC PDU2 отправляются в соответствующие интервалы времени передачи TTIO и TT1, соответственно.

Таблица 6: поля заголовка MAC

10	Указатель длины (LI)	Поле LI указывает длину в байтах соответствующего элемента поля данных, присутствующего в MAC PDU данных, доставляемом/принимаемом сущностью MAC. Например на фиг. 12, LI MAC PDU1 указывает 800, и LI MAC PDU2 указывает 400.
	Бит расширения (E)	Поле E указывает, является ли это поле концом заголовка или следует другое расширение. Например на фиг. 12, поле E устанавливается, поскольку дополнительные поля присутствуют в обоих MAC PDU1 и MAC PDU2.
15	R	Поле R указывает, следует ли повторное сегментирование. Значение R первоначально устанавливается на 0. Например на фиг. 12, R=0, поскольку соответствующие MAC PDU1 и MAC PDU2 дополнительно не сегментируются.
	Поле последнего сегмента (LSF)	LSF устанавливается на 1 для указания, что это последний сегмент RLC PDU. Например на фиг. 12, для MAC PDU1 LSF=0, поскольку MAC PDU1 не является последним сегментом PDU RLC и для MAC PDU2, LSF=1 поскольку MAC PDU2 является последним сегментом RLC PDU.
20	Поле последнего повторного сегментирования (LRF)	LRF устанавливается на 1 для указания, что это последнее повторное сегментирование RLC PDU. Например на фиг. 12, это поле отсутствует, поскольку поле R не было установлено.
25	Номер сегмента	Сегменту назначается номер сегмента от 0 до 15. Например на фиг. 12, для MAC PDU1, который является первым сегментом PDU RLC, номер сегмента имеет значение 0 (0000 в двоичном счислении, предполагая, что длина этого поля равна 4 битам) и для MAC PDU2, который является вторым и последним сегментом PDU RLC, номер сегмента имеет значение 1 (0001 в двоичном счислении)

[0157] Фиг. 13 демонстрирует иллюстративную уровневую обработку на стороне приемника для этого варианта осуществления, в котором номера сегментов применяются вместо смещений сегментов.

[0158] Как показано на фиг. 13, на стороне приемника, MAC PDU1 принимается правильно, а MAC PDU2 теряется. Уровень MAC доставляет MAC PDU1 совместно с заголовком сегментирования (включающим в себя R, номер сегмента и LSF) на уровень RLC, тогда как уровень RLC принимающей стороны отправляет отчет о статусе, указывающий пропущенные байты от 800 до 1200 (т.е. MAC PDU2), на передающую сущность RLC. Затем уровень RLC осуществляет повторную сборку и переупорядочение сегментов RLC. Здесь, только первый сегмент 800 байт правильно принят, и, таким образом, в этом примере не нужно осуществлять никакого переупорядочения.

[0159] На фиг. 14 показана иллюстративная уровневая обработка на стороне передатчика после приема отчета о статусе от стороны приема данных. Как показано на фиг. 14, уровень RLC берет полный RLC PDU из буфера повторной передачи (это проиллюстрировано данными PDCCP SDU 1200 байт, включенными в RLC PDU, а не только пропущенными 400 байтами). Затем уровень MAC осуществляет повторное сегментирование на основании отчета о статусе RLC.

[0160] После повторного сегментирования RLC PDU, передающая сущность MAC включает релевантные заголовки MAC в соответствующие повторно сегментированные MAC PDU для указания их длины (LI), 3 битовый номер повторного сегментирования, поле последнего повторного сегментирования (LRF) и R=1 (которое указывает, что следует повторное сегментирование) для соответствующих включенных RLC PDU и формирует MAC PDU, которые обозначены MAC PDU1 и MAC PDU2 на фиг. 14.

[0161] При необходимости, уровень MAC может осуществлять повторное сегментирование пропущенной части номера сегмента, например, когда пропущенный сегмент, сообщаемый в отчете о статусе RLC, не укладывается в имеющееся предоставление для соответствующего LCID (после выполнения LCP). С этой целью, 5 MAC может использовать, например, 3 бита (или более, при необходимости) для идентификации "повторных сегментов" соответствующего сегмента RLC PDU.

[0162] В итоге, блок обработки второго уровня включает в заголовок блока данных второго уровня идентификатор сегмента, содержащий номер повторного сегментирования, указывающий порядковый номер сегмента блока данных третьего 10 уровня в сегменте блока данных третьего уровня, причем номер повторного сегментирования сигнализируется с использованием меньшего числа битов, чем номер сегмента. Однако заметим, что это не ограничивает настоящее изобретение. Размер номера сегмента и номер повторного сегментирования также могут быть одинаковыми. Еще один термин, который может использоваться для "повторного сегментирования", 15 является "подсегмент", поскольку это подсегмент сегмента, полученного в предыдущем сегментировании.

[0163] На фиг. 14, альтернативно, номер сегмента может использоваться для сегментов, и смещение сегмента может использоваться для подсегментов вместо номера подсегмента, поскольку предполагается, что повторные передачи происходят нечасто, 20 и, таким образом, более высокие издержки могут быть приемлемыми.

[0164] На фиг. 15 показана уровневая обработка принимающей стороны после приема повторной передачи MAC PDU1 и MAC PDU2, показанных на фиг. 14.

[0165] Как показано на фиг. 15, уровень MAC осуществляет демультимплексирование MAC PDU1 и MAC PDU2 и удаляет часть их заголовка. Однако уровень MAC оставляет 25 релевантные поля заголовка сегментирования (поле R, номер сегмента, LSF, LRF и номер повторного сегментирования), поскольку переупорядочение и повторная сборка осуществляется на уровне RLC. Затем RLC осуществляет переупорядочение и повторную сборку сегментов MAC и отправляет результат (PDCP PDU) на уровень PDCP.

[0166] Переупорядочение и повторная сборка на втором уровне 30 Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения, принимающая сторона дополнительно изменяется. В частности, вместо осуществления переупорядочения и повторной сборки на уровне RLC, переупорядочение и повторную сборку осуществляет уровень MAC. В этом случае, межуровневое взаимодействие не требуется. В этой конфигурации, уровень MAC также отвечает за осуществление 35 обработки повторной передачи. При наличии пропущенных частей сегментов, принимающая сущность уровня MAC отправляет отчет о статусе на MAC TX. Отчет о статусе MAC будет немного отличаться от отчета о статусе RLC. В частности, поле LCID будут обеспечиваться в отчете о статусе для дифференциации, какой отчет о статусе принадлежит какому LCID (логическому каналу).

[0167] Другими словами, узел приема данных для приема данных по беспроводному интерфейсу в системе связи от узла передачи данных, содержащий: блок обработки 40 первого уровня для отмены отображения одного или более из множества блоков данных второго уровня из ресурсов, выделенных для передачи данных и для обеспечения одного или более из множества полученных отменой отображения блоков данных второго уровня на блок обработки второго уровня; блок обработки второго уровня для осуществления демультимплексирования множества сегментов блока третьего уровня и информации управления сегментирования из одного или более из множества блоков данных второго уровня, и ретрансляции множества демультимплексированных сегментов

блока третьего уровня совместно с информацией управления сегментирования на блок обработки третьего уровня; кроме того, блок обработки второго уровня также осуществляет переупорядочение множества демультиплексированных сегментов блока третьего уровня и сборку демультиплексированных сегментов блока третьего уровня в блок данных третьего уровня. Блок обработки второго уровня также может быть выполнен с возможностью проверки правильности приема данных и отправки отчета о статусе на равноправную сущность второго уровня. Этот вариант осуществления приемника особенно подходит для варианта осуществления приемника, где сегментирование/конкатенация осуществляется на вышеописанном втором уровне.

[0168] Множественная связность/двойная связность для более eNB один и тот же канал-носитель в более линий связи.

В случае множественной связности, уровень PDCP распределяет дублированные пакеты в разные eNB.

[0169] Следующий таблица 7 описывает стек протоколов множественной связности с главными функциями каждого уровня.

Таблица 7: функции уровней протоколов, поддерживающие множественную связность

	Функции
PDCP TX	- сжатие заголовка - присоединение SN - шифрование - сегментирование пакета на повторной передаче
RLC TX	
MAC TX	- конкатенация/мультиплексирование - сегментирование - передача HARQ
MAC RX	- прием HARQ - демультиплексирование
RLC RX	
PDCP RX	- дешифрование пакета - посегментное переупорядочение/повторная сборка/сообщение статуса - переупорядочение/ сообщение статуса на основе полного PDU - снятие сжатия заголовка

[0171] Фиг. 16 демонстрирует уровневую обработку передающей стороны для случая новой передачи IP-пакета 1 в соответствии с этим вариантом осуществления, поддерживающим множественную связность.

[0172] В частности, первым уровнем является физический уровень, вторым уровнем является уровень управления доступом к среде, MAC, и третьим уровнем является уровень протокола управления пакетными данными, PDCP. Однако заметим, что уровень PDCP и RLC также может объединяться в один уровень, или RLC может осуществлять функциональные возможности. Блок обработки третьего уровня выполнен с возможностью обеспечения одного и того же блока данных третьего уровня разным стекам более низкого уровня для передачи, по беспроводному интерфейсу, на разные соответствующие базовые станции, или, в общем случае, узлы приема данных. Стеки более низкого уровня способны осуществлять сегментирование/повторную сборку по отдельности и независимо друг от друга. Стек более низкого уровня может включать в себя физический уровень и MAC. Однако он также может включать в себя и уровень RLC.

[0173] Как также отмечено выше, уровень также может именоваться по-разному и иметь другие функции, чем уровни современной LTE. В общем случае, множественная связность имеет, в общем случае, один уровень, который принимает пакет от более высоких уровней и обеспечивает множественные (более одной) копии пакета, инкапсулированного как собственный PDU, на более низкие уровни соответствующих

множественных стеков. Множественные стеки обрабатывают сегментирование и повторную сборку как описано в любом из вышеприведенных вариантов осуществления и отдельно и независимо друг от друга, что позволяет им адаптироваться к их соответствующим условиям физического канала и статусу приема данных.

5 [0174] Третий уровень, преимущественно, управляет обработкой повторной передачи. В вышеупомянутом сценарии множественной связности не требуется, чтобы каждый стек более низкого уровня на стороне приемника правильно принимал и повторно собирал пакет. Достаточно, если один из них, который собирает сегменты пакетов от все остальных стеков способен повторно собирать пакет. Это обеспечивает
10 разнородность разнесения и увеличивает пропускную способность.

[0175] Как показано на фиг. 16, IP-пакет 1 присоединяется к заголовку PDCP на уровне PDCP, и соответствующий PDCP PDU отправляется на две разные базовые станции, здесь eNB1 и eNB2. Базовые станции eNB1 и eNB2 (сетевые узлы) реализуют, соответственно, уровни протоколов, как описано выше (RLC/MAC/PHY). eNB1 передает
15 PDCP PDU, который соответствует RLC PDU1, двум сегментам MAC PDU1 и MAC PDU2, содержащим 800 байт и 400 байт соответственно. eNB2 может использовать другое сегментирование, поскольку качество канала в разных сотах может отличаться. Таким образом в этом примере, eNB2 сегментирует RLC PDU1 на два сегмента MAC PDU1 и MAC PDU2, содержащие 500 байт и 700 байт соответственно. Уровень RLC, если работает
20 в режиме квитирования, может дополнительно отвечать за функциональные возможности ARQ. Однако, как описано выше, PDCP может управлять повторными передачами RLC. В частности, каждый уровень RLC (соответствующего eNB) может передавать отчеты о статусе на PDCP главного eNB, который принимает решение, требуется ли повторная передача, и для какого сегмента пакета. Затем PDCP
25 предписывает соответствующим уровням RLC осуществлять повторные передачи соответственно.

[0176] Фиг. 17 демонстрирует обработку на принимающей стороне. Как показано на фиг. 17, eNB1 принимает MAC PDU1, который содержит байты от 0 до 800, тогда как MAC PDU2 с байтами от 801 до 1200 теряется. С другой стороны, eNB2 принимает
30 MAC PDU1, содержащий байты от 0 до 500, тогда как байты от 501 до 1200 теряются вследствие пропуска MAC PDU2. Уровень PDCP осуществляет централизованные переупорядочение и повторную сборку.

[0177] Преимущество неосуществления переупорядочения и повторной сборки на уровне RLC в этом варианте осуществления позволяет избегать ненужных повторных
35 передач в ходе множественной связности. Если повторная сборка и переупорядочение осуществляется на уровне RLC, то уровень RLC обоих eNB будет отправлять соответствующие отдельные отчеты о статусе RLC на RLC TX (RLC eNB1 отправляет отчет о статусе байтов от 801 до 1200, и RLC eNB2 отправляет отчет о статусе байтов от 501 до 1200, до сих пор фактическая пропущенная часть составляет байты от 801 до
40 1200). В этом случае, RLC TX может повторно передавать сегменты, сверх необходимого количества, которые будут отброшены на RLC RX.

[0178] Для решения этой проблемы, уровень RLC в этом варианте осуществления работает максимально прозрачно и централизованные функции переупорядочения и повторной сборки осуществляются на уровне PDCP. Для осуществления
45 переупорядочения и повторной сборки, уровень PDCP должен понимать заголовок (SO и LSF) сегмента уровня MAC, поскольку сегментирование осуществляется на MAC. PDCP принимает PDU от уровня MAC и осуществляет централизованные переупорядочение и повторную сборку, аналогично описанному в вышеприведенных

вариантах осуществления для уровня RLC. Он перекрывает общие сегменты и отправляет отчет о статусе, указывающий только пропущенную часть сегментов, т.е. часть, которая не была правильно принята ни одним из eNB.

[0179] Из фиг. 17, можно видеть, что MAC PDU включают в себя информацию сегментирования, как описано выше, т.е. SO и LSF. Однако, аналогично другим вариантам осуществления, информация сегментирования может включать в себя номер сегмента и, альтернативно, длину сегментов. Кроме того, на фиг. 15 показано использование PDCP SN также на уровне RLC для снижения издержек. Однако настоящее изобретение не ограничивается этим, и, в общем случае, отдельные порядковые номера могут использоваться для уровней PDCP и RLC, как в случае современного LTE. Как упомянуто выше, межуровневая конструкция может повышать эффективность передач. В частности, отчет о статусе, преимущественно, передается и принимается на уровне (RLC) ниже координирующего уровня (третьего, PDCP) и обеспечивается координирующему уровню для согласования принятых сегментов и принятия решения, какие сегменты подлежат передаче. Кроме того, информация сегментирования MAC может передаваться на координирующий уровень для обеспечения переупорядочения и повторной сборки, а также координации повторных передач.

[0180] Однако заметим, что настоящее изобретение все еще может работать, хотя и немного менее эффективно, если PDCP не осуществляет координацию повторной передачи и если сегменты действительно повторно передаются с избыточностью на каждой линии связи. Преимущественно, на фиг. 17, PDCP RX отправляет отчет о статусе пропущенных байтов от 801 до 1200. Преимущественно, этот отчет о статусе отправляется на оба (в общем случае множественные) eNB, таким образом, что разнесение достигается путем повторной передачи по обеим линиям связи. Однако настоящее изобретение не ограничивается этим, и, в общем случае, с целью повторной передачи, единичная связность может повторно устанавливаться.

[0181] Как показано на фиг. 18, PDCP TX, после приема отчета о статусе, берет полный PDCP PDU (1200 байт) из буфера передачи и осуществляет повторное сегментирование (извлечение) байтов от 800 до 1200, которые указаны в отчете о статусе PDCP и затем сегмент PDU байтов 800-1200 (повторно сегментированный PDU) доставляется на MAC. Уровень MAC каждого eNB осуществляет свое собственное сегментирование согласно выделению ресурсов, как описано в вышеприведенных вариантах осуществления. В этом случае, как можно видеть на фиг. 18, первая сущность MAC (передающая на eNB1) сегментирует байты 800-1200 на два MAC PDU, а именно, на MAC PDU1 с байтами от 800 до 900 и второй MAC PDU2 с байтами от 901 до 1200. С другой стороны, вторая сущность MAC (передающая на eNB2) сегментирует байты 800-1200 на первый MAC PDU1 с байтами 801-1000 и второй MAC PDU2 с байтами от 1001 до 1200.

[0182] В общем случае, также существуют альтернативы: как описано выше, PDCP берет полный PDU из буфера повторной передачи и затем осуществляет повторное сегментирование пропущенного пакета, который указан в отчете о статусе PDCP.

[0183] Однако, альтернативно, отчет о статусе PDCP может быть понятен уровню MAC и, таким образом, PDCP передает полный PDU на MAC, вместо того, чтобы выполнять повторное сегментирование. Затем MAC будет осуществлять сегментирование на основании отчета о статусе PDCP.

[0184] Еще одна возможность состоит в том, что PDCP будет информировать RLC о пропущенной(ых) части(ях) сегментов. Затем уровень RLC будет отправлять отчет о статусе на RLC TX.

[0185] Соответственно, на фиг. 19 показана принимающая сторона (сторона сети в этом примере передачи данных по восходящей линии связи) после приема повторных передач на фиг. 18. В частности, в этом примере, все сегменты принимаются правильно на MAC и демультимплексируются. RLC, в основном, передает принятые сегменты совместно с информацией сегментирования, принятой от MAC, на PDCP, и PDCP осуществляет переупорядочение и повторную сборку всех сегментов, принятых от всех узлов мультисоединения (здесь eNB1 и eNB2).

[0186] Фиг. 20 демонстрирует передающее устройство 2000t и приемное устройство 2000r, которые являются частями системы 2000 связи и осуществляют связь по каналу 2090. В частности, блок 2040t обработки четвертого уровня, блок 2030t обработки третьего уровня, блок 2020t обработки второго уровня и блок 2010t обработки первого уровня осуществляют обработку соответствующих уровней, как описано в вышеописанных вариантах осуществления. Передатчик 2050 передает через свою(и) антенну(ы) сигнал, отображаемый на физические ресурсы. Приемное устройство 2000r, соответственно, содержит блок 2040r обработки четвертого уровня, блок 2030r обработки третьего уровня, блок 2020r обработки второго уровня и блок 2010r обработки первого уровня и приемник 2060, который принимает передаваемый сигнал через свою(и) антенну(ы).

[0187] Фиг. 21 демонстрирует один из вариантов осуществления способов согласно настоящему изобретению. В частности, в левой стороне проиллюстрирован способ, осуществляемый на стороне передачи данных, в правой стороне представлен способ, осуществляемый на стороне приема данных.

[0188] Способ передачи может включать в себя этапы, осуществляемые третьим уровнем, включающие в себя прием 2110t SDU 3-его уровня, генерацию 2120t PDU на его основе, например, путем присоединения заголовка, и передачу 2130t PDU на второй уровень. Затем обработка второго уровня может включать в себя прием PDU третьего уровня в качестве SDU 2140t второго уровня, осуществление сегментирования или конкатенации 2150t, как описано выше, на основании принятого выделения (и в некоторых вариантах осуществления также на основании отчета о статусе) и передачу сформированного таким образом PDU на первый уровень на этапе 2160t. Затем обработка первого уровня включает в себя прием 2170t SDU от второго уровня, его отображение в физические ресурсы 2180t и передачу 2190t.

[0189] На приемнике, как часть обработки первого уровня, осуществляется прием 2190r, затем отменяется отображение данных из физических ресурсов 2180r и они передаются 2170g на второй уровень. Обработка второго уровня включает в себя прием 2160r PDU, его демультимплексирование 2150g и передачу 2140g на третий уровень для переупорядочения и повторной сборки (как описано выше, в одном альтернативном варианте осуществления, переупорядочение и повторная сборка также осуществляется на втором уровне). Обработка третьего уровня включает в себя прием PDU 2130r, осуществление переупорядочения и повторной сборки 2120g и передачу повторно собранного пакета на более высокие уровни 2110g.

[0190] Кроме того, существуют варианты осуществления, которые реализуют механизм повторной передачи на третьем уровне, включающий в себя передачу отчета о статусе на стороне приема данных и прием 2128t отчета о статусе на стороне передачи данных. Если отчет о статусе включает в себя отрицательное квитирование для некоторых сегментов (2125t, "да"), повторное сегментирование осуществляется на третьем уровне (альтернативно, в некоторых вариантах осуществления на втором уровне).

[0191] В итоге, согласно варианту осуществления настоящего изобретения, предусмотрен узел передачи данных для передачи данных по беспроводному интерфейсу в системе связи на узел приема данных, содержащий: блок обработки третьего уровня для осуществления повторной передачи автоматического запроса повторной передачи, ARQ, согласно отчету о статусе, возвращаемому от узла приема данных, и для повторного сегментирования или нет данных, подлежащих повторной передаче на основании информации длины сегмента, включенной в отчет о статусе, включающий в себя добавление к данным информации управления сегментирования; блок обработки второго уровня для приема, от блока обработки третьего уровня, блока данных третьего уровня, сегментирования блока данных третьего уровня на основании выделения ресурсов и формирования множества блоков данных второго уровня, включающих в себя соответствующие сегменты блока данных третьего уровня и информации управления сегментирования, которая изменяется, если нужно применять повторное сегментирование; и блок обработки первого уровня для приема от второго уровня одного или более из множества блоков данных второго уровня и отображения одного или более из множества блоков данных второго уровня на ресурсы, выделенные для передачи данных.

[0192] Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения, предусмотрен узел передачи данных для передачи данных по беспроводному интерфейсу в системе связи на узел приема данных, содержащий: блок обработки третьего уровня для осуществления повторной передачи автоматического запроса повторной передачи, ARQ, согласно отчету о статусе, возвращаемому от узла приема данных; блок обработки второго уровня для приема, от блока обработки третьего уровня, блока данных третьего уровня, сегментирования блока данных третьего уровня согласно отчету о статусе и на основании выделения ресурсов и формирования множества блоков данных второго уровня, включающих в себя соответствующие сегменты сегментированного блока данных третьего уровня; и блок обработки первого уровня для приема от второго уровня одного или более из множества блоков данных второго уровня и отображения одного или более из множества блоков данных второго уровня на ресурсы, выделенные для передачи данных.

[0193] Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения, предусмотрен узел приема данных для приема данных по беспроводному интерфейсу в системе связи от узла передачи данных, содержащий: блок обработки первого уровня для отмены отображения одного или более из множества блоков данных второго уровня из ресурсов, выделенных для передачи данных и для обеспечения одного или более из множества полученных отменой отображения блоков данных второго уровня на блок обработки второго уровня; блок обработки второго уровня для осуществления демультимплексирования множества сегментов блока третьего уровня и информации управления сегментирования из одного или более из множества блоков данных второго уровня, и ретрансляции множества демультимплексированных сегментов блока третьего уровня совместно с информацией управления сегментирования на блок обработки третьего уровня; блок обработки третьего уровня для осуществления переупорядочения множества демультимплексированных сегментов блока третьего уровня и сборки демультимплексированных сегментов блока третьего уровня в блок данных третьего уровня.

[0194] Кроме того, предусмотрен способ передачи данных по беспроводному интерфейсу в системе связи на узел приема данных, содержащий: осуществление обработки третьего уровня, включающей в себя осуществление повторной передачи

автоматического запроса повторной передачи, ARQ, согласно отчету о статусе, возвращаемому от узла приема данных, и для повторного сегментирования или нет данных, подлежащих повторной передаче на основании информации длины сегмента, включенной в отчет о статусе, включающий в себя добавление к данным информации

5 управления сегментирования; осуществление обработки второго уровня, включающей в себя прием, от блока обработки третьего уровня, блока данных третьего уровня, сегментирование блока данных третьего уровня на основании выделения ресурсов и формирование множества блоков данных второго уровня, включающих в себя соответствующие сегменты блока данных третьего уровня и информации управления

10 сегментирования, которая изменяется, если нужно применять повторное сегментирование; и осуществление обработки первого уровня, включающей в себя прием от второго уровня одного или более из множества блоков данных второго уровня и отображение одного или более из множества блоков данных второго уровня на ресурсы, выделенные для передачи данных.

15 [0195] Кроме того, предусмотрен способ передачи данных по беспроводному интерфейсу в системе связи на узел приема данных, содержащий: обработку третьего уровня, включающую в себя осуществление повторной передачи автоматического запроса повторной передачи, ARQ, согласно отчету о статусе, возвращаемому от узла приема данных; обработку второго уровня включающую в себя прием, от блока

20 обработки третьего уровня, блока данных третьего уровня, сегментирование блока данных третьего уровня согласно отчету о статусе и на основании выделения ресурсов и формирования множества блоков данных второго уровня, включающих в себя соответствующие сегменты сегментированного блока данных третьего уровня; и обработку первого уровня, включающую в себя прием от второго уровня одного или

25 более из множества блоков данных второго уровня и отображение одного или более из множества блоков данных второго уровня на ресурсы, выделенные для передачи данных.

[0196] Кроме того, способ приема данных по беспроводному интерфейсу в системе связи от узла передачи данных, содержащий: обработку первого уровня, включающую

30 в себя отмену отображения одного или более из множества блоков данных второго уровня из ресурсов, выделенных для передачи данных и для обеспечения одного или более из множества полученных отменой отображения блоков данных второго уровня на блок обработки второго уровня; обработку второго уровня, включающую в себя осуществление демультиплексирования множества сегментов блока третьего уровня

35 и информации управления сегментирования из одного или более из множества блоков данных второго уровня, и ретрансляции множества демультиплексированных сегментов блока третьего уровня совместно с информацией управления сегментирования на блок обработки третьего уровня; обработку третьего уровня, включающую в себя осуществление переупорядочения множества демультиплексированных сегментов

40 блока третьего уровня и сборки демультиплексированных сегментов блока третьего уровня в блок данных третьего уровня.

[0197] Подзаголовки MAC

MAC PDU являются выровненные по байтам битовые строки. Один MAC PDU включает в себя, по меньшей мере, подзаголовки MAC, связанные с элементами

45 управления MAC и/или MAC SDU, и, при необходимости, заполнение. Элемент управления MAC используется для сигнализации между равноправными сущностями MAC на eNB и на UE. MAC SDU содержит данные из более высокого уровня (RLC), соответственно, MAC SDU соответствуют RLC PDU. RLC PDU содержит

пользовательские данные от одной службы. MAC PDU включает в себя подзаголовки для каждого элемента управления MAC и для каждого MAC SDU.

[0198] Каждый подзаголовок включает в себя ID логического канала (LCID). В подзаголовке, связанном с элементом управления MAC, LCID указывает тип элемента управления соответствующего переносимого элемента управления MAC. В подзаголовке, связанном с MAC SDU, LCID указывает идентификатор логического канала, которому принадлежит соответствующий переносимый RLC PDU.

[0199] Стек протоколов плоскости пользователя

На фиг. 22 показана иллюстративная структура стека протоколов плоскости пользователя. Сверху вниз, показано размещение разных блоков данных на третьем уровне и втором уровне. Верхний ряд относится к SDU третьего уровня, второй ряд относится к PDU третьего уровня, третий ряд относится к SDU второго уровня, и нижний ряд относится к PDU второго уровня. Согласно варианту осуществления, показанному на фигуре, третий уровень соответствует уровню RLC плоскости пользователя, и второй уровень соответствует уровню MAC плоскости пользователя. На фигуре не показан четвертый уровень, который в рассмотренном варианте осуществления соответствует уровню PDCP плоскости пользователя. Третий уровень и второй уровень визуально разделены пунктирной линией.

[0200] Блоки данных передаются от уровня RLC на уровень MAC через логические каналы (LC). На фиг. 22 показаны два логических канала с идентификаторами логических каналов LCID1 и LCID2. Сигнализация и пользовательские данные, относящиеся к каналу с LCID1, отмечены рамками, выполненными сплошной линией, и элементы данных, связанные с LCID2, отмечены рамками, выполненными пунктирной линией. Как можно видеть на фигуре, разные количества блоков данных могут обеспечиваться через разные логические каналы. В показанном примере, в верхнем ряду, связанном с SDU третьего уровня, два блока данных верхнего ряда, соответствующие SDU третьего уровня, принадлежат первому логическому каналу с LCID1 (блоки данных, обозначенные "PDCP PDU1" и "PDCP PDU2"), тогда как один блок данных принадлежит второму логическому каналу с LCID2 ("PDCP PDU1"). Поскольку SDU третьего уровня можно идентифицировать посредством соответствующего логического канала, два SDU третьего уровня, используемые двумя разными логическими каналами, имеют на фигуре одинаковую метку, "PDCP PDU 1". Однако настоящее изобретение не ограничивается случаем, показанным на фиг. 22; альтернативно, разные логические каналы могут оперировать с одним и тем же объемом данных, подлежащим выделению ТВ. Может существовать также только один логический канал или более двух логических каналов.

[0201] Через разные логические каналы с идентификаторами LCID1 и LCID2, PDU четвертого уровня (обозначенные PDCP PDU1, PDCP PDU2 и PDCP PDU1) принимаются блоком обработки третьего уровня от блока обработки четвертого уровня для обработки в качестве SDU третьего уровня. Благодаря добавлению заголовка третьего уровня, включающего в себя порядковый номер (именуемый "RLC SN") в каждый из PDU четвертого уровня, соответствующих SDU третьего уровня, блок обработки третьего уровня генерирует PDU третьего уровня каждый из которых состоит из заголовка третьего уровня и SDU третьего уровня. Затем PDU третьего уровня ретранслируются на второй уровень, который принимает их в качестве PDU второго уровня. Хотя SDU третьего уровня, показанные во втором ряду, идентичны PDU второго уровня, показанным в третьем ряду, эти идентичные блоки данных показаны дважды на фиг. 22, что сделано только в целях иллюстрации.

[0202] Блок обработки второго уровня принимает SDU второго уровня от третьего уровня и генерирует PDU второго уровня, который показан в нижнем ряду фиг. 22, путем конкатенации одного или более SDU второго уровня с некоторой информацией управления второго уровня и, возможно, заполнением. При генерации PDU второго уровня, разные элементы данных конкатенируются. В частности, подзаголовки второго уровня обеспечиваются для соответствующих пользовательских данных и элементов управления, обозначенный, соответственно, "MAC LCID 0+L", "MAC LCID 1+L", "MAC LCID 2+L", "MAC LCID P". Здесь маркировка указывает, что подзаголовок несет информацию управления приоритизацией, соответствующую соответствующим LCID (поскольку приоритеты назначаются соответствующим LCID) и информацию длины (L). Элементы управления второго уровня (обозначенные "MAC CE") могут дополнительно вставляться в PDU второго уровня, а также заполнение, при необходимости. На фигуре, заполнение в конце MAC PDU показано с соответствующим подзаголовком для заполнения ("MAC LCID P"). Случай, когда заполнению предшествует соответствующий подзаголовок, может быть заполняющий BSR, который может быть включен в MAC PDU вместо одного лишь заполнения. В отношении заполняющего BSR, см. также 3GPP TS 36.321 v 13,3,0, раздел 5.4.5, включенную в данное описание в порядке ссылки.

[0203] Заметим, что в некоторых версиях LTE, заполнение может иметь соответствующий подзаголовок, назначенный в зависимости от длины заполнения. В частности, заполнение вставляется в конце MAC PDU за исключением случая, когда требуется однобайтовое или двухбайтовое заполнение. когда требуется однобайтовое или двухбайтовое заполнение, один или два подзаголовка MAC PDU, представляющие заполнение, располагаются в начале MAC PDU до любого другого подзаголовка MAC PDU.

[0204] В отношении терминологии LTE, на фиг. 22 показаны PDCP PDU (представляющие соответствующие RLC SDU) двух разных логических каналов, конкатенированных в один MAC PDU. В этом случае, после конкатенации трех MAC SDU, соответствующих двум логическим каналам и присоединения спереди к каждому из них соответствующего подзаголовка MAC, все еще остается некоторое место в выделенных ресурсах. В этом месте преимущественно вставляются один или более MAC CE. При наличии некоторого оставшегося места, применяется заполнение. Обеспечение соответствующих подзаголовков MAC вместо единого заголовка MAC для MAC PDU позволяет производить, по меньшей мере, частичную предобработку MAC pdu.

[0205] соответственно, стек протоколов плоскости пользователя, показанный на фиг. 22 и рассмотренный выше, является иллюстративным стеклом протоколов плоскости пользователя для NR. С такой плоскостью пользователя, возможна предобработка заголовков третьего уровня и подзаголовков второго уровня. В частности, SDU второго уровня со связанным с ним подзаголовком второго уровня может доставляться на первый уровень до построения полного ТВ (полного MAC PDU). Это, с другой стороны, позволяет снижать задержки на обработку.

[0206] Преимущества, относящиеся к обеспечению вышеупомянутого снижения задержки на обработку, обусловлены подходящим форматом PDU второго уровня (MAC), согласно вариантам осуществления настоящего изобретения. В дальнейшем, разные альтернативные конфигурации форматов PDU второго уровня описаны в со ссылкой на фиг. 23-30. Хотя в этих фигурах предполагается, что второй уровень соответствует уровню MAC, настоящее изобретение не ограничивается случаем, когда второй уровень является уровнем MAC.

[0207] На фиг. 23 показана схема, демонстрирующая иллюстративный PDU второго уровня, соответствующий стеку протоколов плоскости пользователя, описанному в отношении фиг. 22. PDU второго уровня включает в себя два SDU второго уровня, два элемента управления второго уровня (CE), соответствующие четыре соответствующих подзаголовка второго уровня, и заполнение. Соответствующий подзаголовок второго уровня связан с каждым из SDU второго уровня и с каждым из элементов управления второго уровня. Каждый из подзаголовков второго уровня предшествует SDU второго уровня или, соответственно, элементу управления второго уровня, с которым он связан. Это связывание указано на фигуре стрелками, указывающими от каждого подзаголовка второго уровня к соответствующему элементу управления второго уровня или SDU второго уровня. Та же самая система обозначений стрелками используется на фигурах 24-30 для обозначения связывания подзаголовка второго уровня. В формате PDU второго уровня, показанном на фиг. 23, элементы управления второго уровня располагаются до всех SDU второго уровня, т.е. до любого из SDU второго уровня. Другими словами, каждый из элементов управления второго уровня предшествует каждому из SDU второго уровня. Заполнение располагается в конце PDU второго уровня. Однако, в этом формате PDU второго уровня, заполнение является лишь необязательным компонентом PDU второго уровня, применимым только при наличии некоторого оставшегося места в длине MAC PDU, соответствующей выделенным физическим ресурсам, причем оставшееся место слишком мало для размещения любого другого MAC SDU или MAC CE, подлежащего передаче. Это также применяется к любому формату PDU второго уровня согласно любому варианту осуществления, подлежащему описанию в оставшейся части этого описания.

[0208] На фиг. 23, количество PDU второго уровня и количество элементов управления второго уровня оба равны двум. Однако настоящее изобретение не ограничивается конкретным количеством элементов управления второго уровня или конкретным количеством SDU второго уровня. Вместо того, чтобы предполагать конкретное количество элементов управления второго уровня или SDU второго уровня, фигура демонстрирует конкретный порядок подзаголовков второго уровня, SDU второго уровня, элементов управления второго уровня и заполнения в PDU второго уровня.

[0209] Как уже упомянуто со ссылкой на фиг. 22, размещение фиг. 23 обеспечивает преимущество в том, что каждый MAC CE или MAC SDU с соответствующим подзаголовком можно по отдельности обеспечивать более низкому уровню, не ожидая сборки всего MAC PDU.

[0210] Недостаток формата PDU второго уровня на фиг. 23 состоит в том, что, поскольку любые элементы управления второго уровня располагаются до любых SDU второго уровня, блок обработки второго уровня может доставлять только имеющиеся SDU второго уровня на физический уровень после вычисления элементов управления второго уровня. Однако, для вычисления некоторых MAC CE, вычисления, например, процедура приоритизации и т.п. должны завершаться. С другой стороны, подготовка некоторых MAC SDU может занимать меньше времени. Однако они не могут обеспечиваться физическому уровню до вычисления MAC CE.

[0211] Эффективная сигнализация элементов управления MAC

Для исправления вышеупомянутого недостатка, на фиг. 24 показан предпочтительный вариант осуществления MAC PDU, в котором любой MAC SDU предшествует любому MAC CE. В частности, MAC PDU 2400 начинается с первого MAC SDU 243a, которому предшествует связанный с ним подзаголовок 241a. После первого MAC SDU следует второй MAC SDU 243b с соответствующим заголовком 241b. В этом

примере существуют только два MAC SDU, ID логического канала (приоритет) которого может сигнализироваться в их соответствующем подзаголовке. Однако, в настоящем варианте осуществления, MAC PDU может включать в себя более двух MAC SDU. MAC PDU 2400 дополнительно содержит подзаголовков MAC 242a, связанный с первым MAC CE 244a, после которого следует подзаголовков MAC 242b, связанный со вторым MAC CE 244b. Подзаголовки MAC 242a, 242b предшествуют их соответствующим MAC CE, 244a или 244b, с которыми они связаны. Как показано на фигуре, MAC CE 244a и MAC CE 244b, а также соответствующие им подзаголовки MAC 242a и 242b следуют за любым из MAC SDU 243a и MAC SDU 243b и их соответствующих подзаголовков 241a, 241b.

[0212] Настоящий вариант осуществления не ограничивается случаем, когда существует два MAC CE. Может существовать только один MAC CE или более двух MAC CE. Дополнительно, на фигуре показан случай, когда количество MAC CE равно количеству MAC SDU. Однако количество MAC CE может отличаться от количества MAC SDU. В MAC PDU согласно настоящему варианту осуществления, может существовать меньше MAC CE, чем MAC SDU, или, альтернативно, может существовать больше MAC CE, чем MAC SDU. Особенность варианта осуществления состоит в том, что любой MAC CE и любой подзаголовков MAC, связанный с любым MAC CE, следует за любым MAC PDU или любым подзаголовком, связанным с любым MAC PDU. В необязательном порядке, может добавляться заполнение 245. Если полные ресурсы ТВ используются для MAC SDU, MAC CE и соответствующих им подзаголовков MAC, заполнение может быть исключено.

[0213] В общем случае, заполнение вставляется, если, после отображения MAC SDU и MAC CE совместно с соответствующими им подзаголовками MAC, остаются некоторые свободные ресурсы среди ресурсов, выделенных для передачи, и этих свободных ресурсов недостаточно для переноса любого дополнительного MAC CE или MAC SDU.

[0214] Таким образом, узел передачи данных для передачи данных по беспроводному каналу на узел приема данных в системе 3100 связи может генерировать MAC PDU, представленные на фиг. 24, что позволяет снижать задержки на обработку. В частности, такой узел может соответствовать устройству 3100t, проиллюстрированному на фиг. 31, и содержать блок 3120t обработки второго уровня и блок 3110t обработки первого уровня. Блок 3120t обработки второго уровня пригоден для приема, от блока 3130t обработки третьего уровня, по меньшей мере, одного служебного блока данных, SDU, второго уровня, подлежащего отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, и для генерации PDU второго уровня. Такой PDU второго уровня, сгенерированный блоком обработки второго уровня, включает в себя, по меньшей мере, один SDU второго уровня, принятый от третьего уровня, и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня следует за любым из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня. Блок 3110t обработки первого уровня пригоден для приема PDU второго уровня, сгенерированного блоком обработки второго уровня, и отображения PDU второго уровня в ресурс, выделенный для передачи данных.

[0215] С другой стороны, принимающий узел для приема данных по беспроводному каналу от узла передачи данных в системе 3100 связи, может принимать и обрабатывать MAC PDU, представленные на фиг. 24, что позволяет снижать задержки на обработку. В частности, такой узел может соответствовать устройству 3100r, проиллюстрированному на фиг. 31, и содержать блок 3110r обработки первого уровня и блок 3120r обработки второго уровня. При этом блок 3110r обработки первого уровня пригоден для отмены отображения, по меньшей мере, одного протокольного блока

данных, PDU, второго уровня, из ресурса, выделенного для приема данных.

Дополнительно, блок 3120г обработки второго уровня пригоден для приема и разложения PDU второго уровня, полученного отменой отображения блоком обработки первого уровня. Такой PDU второго уровня, принятый и разложенный блоком обработки второго уровня, включает в себя, по меньшей мере, один SDU второго уровня, подлежащий ретрансляции на блок 3130г обработки третьего уровня, включенный в узел 3100г приема данных, и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня следует за любым из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня.

[0216] Преимущественно, PDU второго уровня, подлежащий генерации блоком обработки второго уровня узла передачи данных, и, соответственно, PDU второго уровня, подлежащий приему и разложению блоком обработки второго уровня узла приема данных, дополнительно включают в себя соответствующий подзаголовок второго уровня, связанный с каждым из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня, и соответствующий подзаголовок второго уровня, связанный с каждым из, по меньшей мере, одного элемента управления второго уровня. Как упомянуто выше, обеспечение множества соответствующих подзаголовков MAC в MAC PDU вместо единого заголовка MAC позволяет ретранслировать на более низкие уровни участки MAC PDU, а не весь MAC PDU. Это, с другой стороны, позволяет снижать задержку, поскольку некоторые участки MAC PDU могут предварительно обрабатываться на более низких уровнях.

[0217] Заметим, что в некоторых системах, подзаголовки для MAC CE и/или SDU могут быть не нужны. В системах наподобие LTE, подзаголовок может обычно включать в себя указание типа канала и указание длины. Указание типа канала может служить для приоритизации конкретных участков MAC PDU. Указание длины указывает длину соответствующего участка данных, например, длину MAC SDU и/или MAC CE. Однако в некоторых системах, MAC SDU может иметь заранее заданную длину или длину, сконфигурированную другим способом, таким образом, что указание длины может не требоваться.

[0218] Фиг. 25 демонстрирует пример формата подзаголовка для MAC SDU, который аналогичен формату, известному из современного стандарта LTE (см. также 3GPP TS 36.321 v 13.3.0 раздел 6.2.1, включенную в данное описание в порядке ссылки). Показан MAC PDU, имеющий такой же формат, как показано на фиг. 24, и формат подзаголовка MAC представлен подзаголовком MAC, связанным с MAC SDU (обозначенным MAC SDU2 на фигуре). Этот MAC SDU соответствует MAC SDU 243b, и связанный с ним подзаголовок MAC соответствует подзаголовку MAC 241b показанному на фиг. 24. Соответственно, подзаголовок MAC включает в себя зарезервированные биты (R), поле format2 (F2), поле расширения (E), поле ID логического канала (LCID). Он дополнительно включает в себя поле длины (L) и поле формата (F), если подзаголовок связан с MAC SDU или элементом управления MAC переменного размера.

[0219] Поле расширения E может быть однобитовым полем. В LTE, одна строка R/F2/E/LCID имеет длину один октет (байт, т.е. 8 битов), где R-поле имеет длину один бит, поле F2 имеет длину один бит, E-поле имеет длину один бит, и LCID имеет длину 5 битов. Уже в LTE, F2=1 указывает, что размер соответствующего MAC SDU или элемент управления переменного размера больше 32767 байт (соответствует 15-битовому полю длины), и что подзаголовок не является последним подзаголовком в MAC PDU. Поле расширения E указывает присутствие другого подзаголовка MAC в PDU. В частности, значение E=1 указывает, что, по меньшей мере, еще один подзаголовок MAC, включающий в себя, по меньшей мере, поля R/F2/E/LCID (и, таким образом, также,

возможно, соответствующий SDU или CE) следует в направлении разложения в MAC PDU. Направление разложения в LTE предполагается от начала MAC PDU (начиная с заголовка) к концу. Согласно фиг. 25, направление разложения возможно также слева направо.

5 [0220] На фиг. 24 такой дополнительный октет показан во втором ряду подзаголовка с полями F и L. В общем случае, если заголовок имеет только один октет, поле длины L отсутствует. Таким образом, длина MAC SDU не может сигнализироваться. В LTE, второй октет не включен в подзаголовок MAC, если подзаголовок MAC связан с элементом управления MAC фиксированной длины. В этом случае, длина элемента
10 управления MAC фиксированной длины известна из LCID, который указывает тип элемента управления MAC. Поле F указывает длину поля L, которая, в LTE, может составлять 7 битов или 15 битов (таким образом, выходя за пределы одного или двух октетов). Поле R зарезервировано в современном стандарте LTE, но может быть заменено другим указателем или указателями в предстоящих версиях стандарта. Другими
15 словами, на приемнике, работающем согласно современному стандарту, R-поле игнорируется.

[0221] Как будет рассмотрено ниже, направление разложения, в общем случае, может быть от начала MAC PDU к концу MAC PDU или наоборот, в зависимости от формата MAC PDU.

20 [0222] В отношении полей подзаголовка MAC в LTE, см. также 3GPP TS 36.321 v 13.3.0 глава 6.2.1, включенную в данное описание в порядке ссылки.

[0223] Поле LCID имеет, например, 5 битов, как в LTE, и указывает тип подзаголовка и логический канал или, в случае подзаголовка, связанного с элементом управления, тип элемента управления. Здесь, тип подзаголовка означает, является ли подзаголовок
25 подзаголовком MAC CE или подзаголовком MAC SDU или чем-то еще (например, зарезервированным, заполнением и т.д.). Подзаголовки соответствующих типов MAC CE однозначно задают тип MAC CE. Например, "11101" обозначает короткий BSR, "11010" обозначает PHR, тогда как "11011" обозначает C-RNTI, и "11111" обозначает заполнение.

30 [0224] Поле длины L в LTE может иметь 7 или, альтернативно, 15 битов, и оно указывает длину MAC SDU, или соответственно, длину элемента управления MAC, в зависимости от того, связан ли подзаголовок с элементом управления MAC или MAC SDU. В поле L, длина MAC SDU или, соответственно, элемента управления MAC указана в байтах. Дополнительно, поле формата F может быть 1-битовым полем, указывающим
35 поля длины L. Например, значение F=0 может указывать, что поле L имеет 7 битов, тогда как F=1 может указывать, что поле L имеет 15 битов.

[0225] Однако заметим, что настоящее изобретение не ограничивается форматом подзаголовка современного стандарта LTE. Длины и значения полей E, LCID, F и L являются примерам, соответствующими преимущественной реализации подзаголовка
40 MAC. Однако подзаголовок MAC, имеющий структуру, соответствующую варианту осуществления настоящего изобретения, может быть реализован с использованием разных длин поля или значений переменные.

[0226] Иллюстративный MAC PDU согласно иллюстративному варианту осуществления настоящего изобретения показан на фиг. 26. Формат MAC PDU
45 соответствует формату MAC PDU, показанному на фиг. 24. MAC PDU, показанный на фиг. 26, включает в себя MAC SDU и элемент управления MAC, которым всем предшествуют соответствующие им подзаголовки MAC. В конце MAC PDU, заполнение показано как необязательный компонент. В этом примере показан только один элемент

управления MAC, а именно, элемент управления MAC BSR. Однако, в соответствии с форматом MAC PDU, проиллюстрированным на фиг. 24, элемент управления MAC и соответствующий ему подзаголовок MAC располагаются после каждого MAC SDU (MAC SDU1 и MAC SDU2 на фигуре) и соответствующих им подзаголовкам MAC. Хотя это не показано на фигуре, вместо элемента управления MAC BSR, другой тип элемента управления MAC плюс связанный с ним подзаголовок также могут располагаться после каждого MAC SDU и соответствующего подзаголовка MAC каждого MAC SDU, включенного в MAC PDU. Например, элемент управления MAC также может быть отчетом о запасе по мощности, BSR (коротким, длинным или усеченным) или C-RNTI. Соответственно, элемент управления второго уровня является любым из отчета о статусе буфера, C-RNTI и отчета о запасе по мощности, и каждый подзаголовок второго уровня, связанный с любым из отчета о статусе буфера, C-RNTI или отчета о запасе по мощности, располагается после каждый из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня.

[0227] В MAC PDU согласно варианту осуществления, показанному на фиг. 24, MAC CE (например, BSR MAC CE и PHR MAC CEs) и связанные с ними подзаголовки MAC всегда располагаются после любых MAC SDU, тогда как MAC SDU и связанные с ними подзаголовки MAC располагаются в начале MAC PDU, соответствующего ТВ. Таким образом, начало MAC PDU не зависит от MAC CE. Например, оно не зависит от полного результата LCP в случае, когда MAC CE является BSR, и вычисление PHR зависит от PHY, вводящего это значение в MAC. Эта независимость позволяет отправлять начало MAC PDU (по готовности первого MAC SDU) на блок обработки первого уровня (PHY) даже до полного построения MAC PDU. Соответственно, второй уровень (MAC) может начинать ретрансляцию пакетов на первый уровень (PHY) по готовности первого SDU второго уровня, и блоку обработки второго уровня не нужно ждать, пока не будет собран весь PDU второго уровня, чтобы ретранслировать пакеты, принадлежащие на PDU второго уровня, на более низкий(е) уровень(и). Это полезно для снижения задержки на обработку передачи и оставляет больше времени обработки для отправителя, т.е. узла передачи данных, для вычисления BSR и PHR, поскольку оба элемента управления MAC BSR и элементы управления MAC PHR располагаются в конце ТВ, т.е. после любых MAC SDU, включенных в MAC PDU.

[0228] Преимущество использования формата MAC PDU, как показано на фиг. 24 и 26, и, соответственно, структуры подзаголовка MAC, как показано на фиг. 25, состоит в том, что большинство подзаголовков MAC и MAC SDU кроме последнего, подвергнутых сегментированию, можно предварительно обрабатывать. Однако, хотя такой формат MAC PDU дружелюбен к передатчику, может быть важно, чтобы приемник принимал и как можно скорее обрабатывал определенные типы MAC CE, т.е. MAC CE активации/деактивации и MAC CE разрешения состязания UE на нисходящей линии связи (передаваемые с eNB на UE) или C-RNTI на восходящей линии связи (от UE на eNB). Соответственно, в LTE это была основная причина для размещения MAC CE до любых MAC SDU в MAC PDU.

[0229] Ранняя обработка элементов управления MAC определенных типов (например, MAC CE активации/деактивации и MAC CE разрешения состязания UE на DL или C-RNTI на UL) может достигаться посредством варианта осуществления настоящего изобретения, проиллюстрированного на фиг. 27. На фигуре показан MAC PDU, в котором элемент управления MAC и связанный с ним подзаголовок, располагаются в начале MAC PDU, подзаголовок MAC, предшествующий элементу управления MAC, с которым он связан (в направлении разложения, которое здесь ориентировано от начала

MAC PDU к концу). В частности, элемент управления MAC, показанный на фигуре, является MAC CE активации/деактивации. MAC CE активации/деактивации предшествует любому MAC SDU и любому подзаголовку MAC, связанному с MAC SDU. На фигуре показаны два MAC SDU и связанные с ними подзаголовки MAC. Однако вариант осуществления изобретения не ограничивается количеством MAC SDU, равным двум. Альтернативно, может существовать только один MAC SDU или более двух MAC SDU, включенных в MAC PDU. Хотя элемент управления MAC, показанный на фигуре, является CE активации/деактивации, MAC CE разрешения состязания UE и связанный с ним подзаголовок или C-RNTI с его подзаголовком может альтернативно или дополнительно располагаться в начале MAC SDU, т.е. до любого MAC SDU и любого подзаголовка MAC, связанного с MAC SDU. Как показано на фигуре, MAC SDU в настоящем варианте осуществления может оканчиваться заполнением, при необходимости.

[0230] Другими словами, в зависимости от типа MAC CE, MAC CE располагается либо до, либо после любых MAC SDU при сборке MAC PDU. Тип MAC CE может быть указан в соответствующем подзаголовке MAC CE, например, в поле LCID.

[0231] Разные типы MAC CE могут быть включены в MAC PDU, один тип которого преимущественно располагается в начале MAC PDU, т.е. до любого MAC SDU, и другой тип преимущественно располагается в конце MAC PDU, т.е. после любого MAC SDU. Таким образом, в иллюстративном варианте осуществления изобретения, помимо, по меньшей мере, одного элемента управления второго уровня, который располагается после любого SDU второго уровня, PDU второго уровня дополнительно включает в себя элемент управления второго уровня, который располагается до любого SDU второго уровня. Подзаголовок второго уровня, связанный с элементом управления второго уровня, расположенным до любого SDU второго уровня, может быть дополнительно включен и располагаться до соответствующего элемента управления второго уровня в начале PDU второго уровня.

[0232] Пример формата MAC PDU согласно этому варианту осуществления проиллюстрирован на фиг. 33. В начале MAC PDU присутствует MAC CE, а именно, C-RNTI MAC CE, которому предшествует подзаголовок, связанный с этим C-RNTI MAC CE. После C-RNTI MAC CE, в MAC PDU включены два MAC SDU, каждому из которых предшествует соответствующий связанный подзаголовок MAC. Однако изобретение не ограничивается количеством SDU второго уровня равным два, может существовать один или более двух элементов управления второго уровня. После последнего MAC SDU, включен дополнительный MAC CE, которому предшествуют соответствующий ему связанный подзаголовок MAC. В показанном примере на фигуре, этот MAC CE является BSR MAC CE. Однако изобретение не ограничивается тем, что MAC CE до любого MAC SDU является C-RNTI MAC CE, и MAC CE после любого MAC SDU является BSR MAC CE. Вместо C-RNTI, может существовать, например, MAC CE активации/деактивации, и вместо BSR MAC CE, может существовать, например, элемент управления MAC PHR. Кроме того, вместо одного MAC CE, расположенного до и одного MAC CE, расположенного после каждого MAC SDU, может существовать два или более MAC CE, расположенных до и/или после любого MAC SDU. В необязательном порядке, после MAC CE, расположенного после каждого MAC SDU, в конце MAC PDU включено заполнение. Настоящее изобретение не ограничивается CE в настоящее время заданное LTE, но также применимо к любым CE любых систем. В общем случае, CE, которые требуют более длительного времени вычисления или ввода из других уровней, могут преимущественно располагаться в конце MAC PDU, тогда как имеющиеся CE, могут

располагаться в начале MAC PDU.

[0233] Формат MAC PDU, показанный на фиг. 33, может преимущественно использоваться в системе передатчика/приемника, которая позволяет ретранслировать части ТВ вместо того, чтобы ретранслировать только полные ТВ на более низкие/ более высокие уровни. Например, ТВ может делиться на множество частей, которые становятся отдельными кодовыми словами и также могут обеспечиваться соответствующими CRC.

[0234] Таким образом, когда MAC PDU разделен между разными частями ТВ, и MAC CE, например, C-RNTI MAC CE, располагаются в начале MAC PDU, эти MAC CE могут обрабатываться на передатчике уровнем PHY в кодовых словах без необходимости ожидать завершения и ретрансляции всего ТВ.

[0235] На стороне приемника, одно или более из кодовых слов может приниматься по отдельности, и их CRC можно проверять. Затем PHY может ретранслировать отдельные правильно принятые кодовые слова на MAC прежде чем весь ТВ будет правильно принят. Это предпочтительно, поскольку MAC CE, расположенный в начале MAC PDU (например, C-RNTI), может извлекаться на уровне MAC прежде чем оставшиеся кодовые слова ТВ будут правильно приняты и переданы на MAC. Если же не все кодовые слова, относящиеся к ТВ, правильно приняты, т.е. ТВ не был успешно принят, весь ТВ отвергается, т.е. также уже разложенные (предобработанные) части, например, MAC CE и MAC SDU.

[0236] Заметим, что вышеописанная уровневая обработка является иллюстративной. Настоящее изобретение также можно применять к другим конструкциям системы, в которых транспортный блок соответствует одному кодовому слову, и не обрабатывается в множественных отдельных частях.

[0237] Соответственно, приемнику не нужно ждать окончания ТТИ прежде чем он сможет обработать соответствующий MAC CE. Таким образом, для C-RNTI MAC CE (или другого MAC CE, например, MAC CE активации/деактивации), возможен подготовительная обработка.

[0238] Таким образом, может иметь преимущество, если устройство передачи и/или приема данных способно генерировать и передавать или принимать как MAC CE, расположенные до MAC SDU, так и MAC CE, расположенные после MAC SDU. Заметим, что в общем случае, устройством передача данных может быть терминал на восходящей линии связи или базовая станция на нисходящей линии связи.

[0239] Согласно варианту осуществления настоящего изобретения, узел передачи данных для передачи данных по беспроводному каналу на узел приема данных в системе связи может включать в себя блок обработки второго уровня, который выполнен с возможностью генерации разных типов PDU второго уровня. В частности, он может подходить для генерации PDU второго уровня первого типа, который включает в себя, по меньшей мере, один SDU второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня следует за любым из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня. Он может быть дополнительно выполнен с возможностью генерации PDU второго типа, который включает в себя, по меньшей мере, один SDU второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня предшествует любому из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня.

[0240] Как рассмотрено выше, некоторые элементы управления MAC преимущественно располагаются после любых MAC SDU в MAC PDU, тогда как другие элементы управления MAC преимущественно располагаются до любого MAC SDU. По этой причине, вариант осуществления настоящего изобретения предусматривает блок

обработки второго уровня, который выполнен с возможностью генерации PDU второго уровня, включающего в себя элемент управления переключения типа второго уровня (MAC CE переключения типа), указывающий, является ли PDU второго уровня, включающий в себя элемент управления переключения типа второго уровня, SDU второго уровня первого типа или SDU второго уровня второго типа. Элемент управления переключения типа второго уровня предшествует любому SDU второго уровня и любому элементу управления второго уровня, отличному от элемента управления переключения типа второго уровня. PDU второго уровня дополнительно включает в себя подзаголовок второго уровня, связанный с и предшествующий элементу управления переключения типа второго уровня. Подзаголовок второго уровня, связанный с элементом управления переключения типа второго уровня, предшествует элементу управления переключения типа второго уровня. Однако заметим, что явный MAC CE переключения типа является только примером. Такому MAC CE не требуется принимать решение, генерировать ли MAC PDU с CE в начале или в конце. Такое решение может приниматься только на основании типа MAC CE, подлежащих включению в MAC PDU согласно некоторым заранее заданным (фиксированным) правилам.

[0241] Кроме того, заметим, что в общем случае, MAC PDU также может включать в себя оба MAC CE, расположенные до (любых) MAC SDU, и MAC CE, расположенные после любых MAC SDU. Также может существовать различие между восходящей линией связи и нисходящей линией связи. Например, на нисходящей линии связи, MAC CE могут всегда располагаться в начале (т.е. предшествовать любым SDU), тогда как на восходящей линии связи тип MAC CE определяет, отображается ли он до или после SDU.

[0242] В общем случае, на нисходящей линии связи, узел передачи данных для передачи данных по беспроводному каналу на узел приема данных в системе связи может быть базовой станцией. Узел приема данных для приема данных по беспроводному каналу от узла передачи данных в системе связи на нисходящей линии связи может быть UE. Как описано выше, для восходящей линии связи, узел передачи данных может быть UE, и узел приема данных может быть базовой станцией (eNB).

[0243] В общем случае, UE и/или базовая станция имеет возможность действовать как узел передачи данных и приема данных. В частности, UE имеют возможность генерации MAC PDU с CE, расположенными после любых SDU, а также возможность принимать MAC PDU с MAC CE, расположенными в начале MAC PDU. Аналогично, базовая станция имеет возможность передавать MAC PDU с CE в начале и принимать MAC PDU с CE в конце. Однако заметим, что настоящее изобретение не ограничивается такими комбинациями, и оба направления могут поддерживать или могут конфигурироваться для поддержки размещения MAC CE в конце и/или в начале MAC PDU, возможно, в зависимости от типа MAC CE. Заметим, что в общем случае, он также может включать в себя MAC CE на обоих концах MAC PDU, в зависимости от их типа.

[0244] В вариантах осуществления, проиллюстрированных на фиг. 23-27, подзаголовки MAC располагаются, соответственно, до MAC SDU или элемента управления MAC, с которым они связаны. Это размещение подзаголовков MAC в MAC PDU позволяет приемнику обрабатывать подзаголовки MAC как можно раньше, при условии, что MAC PDU разлагается приемником в направлении от начала к концу (направление, указывающее слева направо на фиг. 23-30). Однако, в ряде случаев может быть преимущественно начинать разложение MAC PDU с конца MAC PDU к началу (на фигурах справа налево). В частности, когда элементы управления имеются в конце

MAC PDU, их можно обрабатывать рано на приемнике, если MAC PDU разлагается начиная с конца.

[0245] Когда приемник разлагает MAC PDU с его конца (в обратном направлении), подзаголовок MAC, связанный с элементом управления MAC можно обрабатывать рано, если он располагается после соответствующего элемента управления (или, другими словами, до соответствующего элемента управления в направлении разложения). Для обеспечения такой ранней обработки подзаголовка MAC, связанного с элементом управления MAC, вариант осуществления настоящего изобретения предусматривает передачу данных, включающую в себя блок обработки второго уровня для генерации PDU второго уровня, включающего в себя, по меньшей мере, один SDU второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня и подзаголовки второго уровня, связанные, соответственно, с SDU второго уровня и элементом управления второго уровня, причем, по меньшей мере, одному SDU второго уровня предшествует соответствующий связанный подзаголовок, и после, по меньшей мере, одного элемента управления второго уровня следует соответствующий связанный подзаголовок.

[0246] Формат такого PDU второго уровня проиллюстрирован на фиг. 28. В частности, на фигуре показан MAC PDU, включающий в себя два MAC SDU, MAC SDU1 и MAC SDU 2. MAC SDU1 и MAC SDU2 непосредственно предшествует соответствующий связанный с ними подзаголовок. Количество MAC SDU, показанных на фигуре, является только иллюстративным. Альтернативно может существовать один MAC SDU, три MAC SDU или более трех MAC SDU, включенных в MAC PDU. MAC PDU дополнительно включает в себя два элемента управления MAC, MAC CE1 и MAC CE2, которые следуют за каждым MAC SDU и каждым подзаголовком, связанным с MAC SDU, и подзаголовки MAC, соответственно связанные с этими элементами управления MAC. Заполнение также может быть включено в MAC PDU.

[0247] Если же приемник начинает разложение MAC PDU с его конца, обработка элементов управления MAC и связанных с ними подзаголовками задерживается, когда заполнение располагается в конце MAC PDU, т.е. после любого элемента управления MAC. Таким образом, вместо размещения заполнения в конце, оно может располагаться между MAC SDU со связанными с ними подзаголовками и элементами управления MAC и связанными с ними подзаголовками. Такое положение также полезно, поскольку, когда разложение начинается в конце PDU, длина заполнения, в общем случае, неизвестна, что делает разложение невозможным без получения информации о длине заполнения тем или иным образом (например, посредством информации сигнализации).

[0248] Пример этого размещения заполнения показан на фиг. 28, где заполнению непосредственно предшествует MAC SDU2, и после него непосредственно следует MAC CE1. Подзаголовок, связанный с MAC CE1, располагается после MAC CE1, и подзаголовок, связанный с MAC CE2, располагается после MAC CE2. Это соответствует присоединению спереди подзаголовка к соответствующему MAC CE в направлении разложения, которое здесь обращено, т.е. от конца MAC PDU к началу, по меньшей мере, для всех MAC CE. Заметим, что MAC SDU можно разлагать в обычном (прямом) направлении от начала к концу MAC PDU.

[0249] Например, два элемента управления MAC могут представлять собой элемент управления MAC BSR или элемент управления MAC PHR. Изобретение не ограничивается MAC PDU, имеющим два элемента управления MAC. Альтернативно, может существовать три или более элементов управления MAC или один элемент управления MAC, которые, например, могут представлять собой элемент управления MAC BSR или элемент управления MAC PHR.

[0250] Для разложения MAC PDU эффективным и времясберегающим способом, полезно, чтобы приемник мог определять на ранней стадии разложения, имеются ли элементы управления MAC в MAC PDU. В особенности, если MAC CE располагаются в конце MAC PDU, при таком указании, приемник может начинать разложение MAC CE от конца MAC PDU назад. Информация о наличии дополнительного элемента управления MAC может быть включена в подзаголовок MAC.

[0251] По этой причине, в иллюстративном варианте осуществления, первый подзаголовок второго уровня, содержащийся в PDU второго уровня, как рассмотрено ранее, включает в себя указатель присутствия, указывающий, включает ли в себя PDU второго уровня, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня.

[0252] Альтернативно, все подзаголовки второго уровня, содержащиеся в PDU второго уровня, могут включать в себя указатель присутствия. Это решение позволяет поддерживать формат подзаголовка независимо от позиции SDU/CE в PDU. Таким образом, он также согласуется с подзаголовком MAC в современных спецификациях LTE. С другой стороны, включение указания присутствия только в первый подзаголовок MAC PDU может быть более эффективно в отношении использования ресурсов.

[0253] Пример такого указателя присутствия показан на фиг. 29. На фигуре проиллюстрирован формат MAC PDU, который аналогичен формату MAC PDU, показанному на фиг. 28. Соответственно, в начале MAC PDU существует подзаголовок MAC, связанный с и предшествующий MAC SDU, и в конце существует подзаголовок MAC, связанный с и следующий с элементом управления MAC. Для подзаголовка MAC в начале и подзаголовка MAC в конце MAC PDU, дополнительно проиллюстрирована структура подзаголовка MAC. Как уже показано на фиг. 25, подзаголовки MAC включают в себя зарезервированный бит (R), бит F2 и поле расширения (E), и LCID. Конфигурации R, F2, E, и LCID идентичны конфигурациям, рассмотренным в отношении фиг. 25. Первый подзаголовок MAC, который связан с MAC SDU, дополнительно включает в себя второй октет, содержащий поле F и поле L. Такой второй октет не показан для последнего подзаголовка MAC, показанного на фигуре. Можно предположить, что этот подзаголовок MAC связан с MAC CE фиксированной длины, размер которого известен на основании LCID, хотя вариант осуществления также включает в себя случай элементов управления переменного размера, в которых второй октет и, в ряде случаев, третий октет должны быть включены в подзаголовок MAC. Однако теперь первый зарезервированный бит используется для указания наличия или отсутствия элементов управления MAC в MAC PDU. Здесь предполагается, что при наличии MAC CE (по меньшей мере, одного) в MAC PDU, они располагаются в конце. Соответственно, указатель присутствия может использоваться для предписания приемнику разлагать MAC CE (и их соответствующие заголовки) от конца MAC PDU в обратном направлении, т.е. от конца MAC PDU. Соответственно, один из битов R, включенных в подзаголовок MAC в начале и/или все подзаголовки MAC MAC PDU, устанавливается передатчиком.

[0254] Например, как показано на фиг. 29, R=1 означает, что элементы управления MAC имеются в MAC PDU, и R=0 означает, что элементы управления MAC отсутствуют. На фигуре, бит R в обоих первом и последнем подзаголовках MAC в MAC PDU показан установленным R=1, исходя из того, что остальные подзаголовки имеют тот же формат и так же установленное поле R (R=1). Однако изобретение не ограничивается случаем, когда бит R во всех подзаголовках MAC установлен равным единице. Альтернативно, например, только бит R в первом подзаголовке MAC может быть установлен для указания, включает ли в себя MAC PDU элемент управления MAC. Другими словами,

достаточно, чтобы поле R присутствовало в начальном подзаголовке, т.е. подзаголовке, который разлагается первым, однако оно также может быть задано во всех подзаголовках.

[0255] На фиг. 29 показан случай, когда бит E в последнем подзаголовке MAC в MAC PDU установлен на 1. Как рассмотрено выше в отношении структуры подзаголовка MAC, значение E=1 указывает, что, по меньшей мере, еще один подзаголовок MAC присутствует в направлении разложения. Поскольку разложение начинается с конца, по меньшей мере, еще один подзаголовок MAC можно идентифицировать подзаголовком MAC, связанным с элементом управления MAC, до последнего элемента управления MAC (который соответствует элементу управления MAC "CE1" из фиг. 28). Таким образом, на этой фигуре, самый правый подзаголовок MAC имеет поле E, установленное на 1 в том смысле, что после соответствующего MAC CE следует (в обратном направлении разложения) второй подзаголовок, связанный со вторым MAC CE. Во втором подзаголовке, E-поле устанавливается на 0, поскольку в обратном направлении разложения больше не существует подзаголовков, но только (необязательное) заполнение.

[0256] Заметим также, что разложение MAC PDU на фиг. 29 на приемнике начинается с первого подзаголовка первого SDU. Поскольку R=1, разложение затем преимущественно продолжается от конца MAC PDU в обратном направлении, как описано выше. После извлечения MAC CE, разложение SDU может возобновляться с начала (левая сторона фигуры). Однако заметим, что это только преимущественный пример разложения. Формат MAC PDU также позволяет сначала разлагать SDU и затем разлагать MAC CE от конца к началу MAC PDU.

[0257] Таким образом, настоящее изобретение также предусматривает приемник, который способен начинать разложение MAC PDU с начала в отсутствие элементов управления MAC, и с конца при наличии, по меньшей мере, одного элемента управления MAC. Согласно варианту осуществления, узел приема данных включает в себя блок обработки второго уровня для приема и разложения PDU второго уровня, причем блок обработки второго уровня разлагает PDU второго уровня, начиная с конца PDU второго уровня, когда указатель присутствия указывает, что, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня включен в PDU второго уровня. Например, блок обработки второго уровня приемника может быть выполнен с возможностью разложения PDU второго уровня, начиная с начала по умолчанию. Таким образом, когда он начинает разложение, он оценивает указатель присутствия (например, один заранее заданный бит R в современной спецификации LTE) в первом подзаголовке. Если бит R имеет значение R=1, указывающий, что элемент управления MAC включен в MAC PDU, он разлагает MAC PDU с его конца, отклоняясь от установки по умолчанию. Заметим, что использование зарезервированного бита R является преимущественным вариантом для обеспечения указателя присутствия для указания, присутствуют ли в MAC PDU MAC CE. Однако настоящее изобретение не ограничивается этим, и указатель присутствия можно вводить другим способом, например, обеспечивая более длинный подзаголовок MAC. Как также упомянуто выше, настоящее изобретение не ограничивается форматом подзаголовка, заданным в LTE.

[0258] Альтернативно, блок обработки второго уровня может быть выполнен с возможностью начинать разложение MAC PDU от конца по умолчанию. В этом случае, когда он начинает разложение, он оценивает подзаголовок MAC в конце MAC PDU. Когда он оценивает бит R в этом подзаголовке и обнаруживает значение R=1 указывающее наличие элементов управления MAC в MAC PDU, он продолжается

разложение MAC PDU от конца.

[0259] Когда MAC PDU разлагается от конца, отдельные октеты подзаголовков MAC и элементы управления MAC можно упорядочивать с обоих направлений. Другими словами, если MAC PDU разлагается в обратном направлении, упорядочение битов в отдельных подзаголовках MAC и MAC CE, которые подлежат разложению в обратном направлении, также может менять или не менять направление. Однако направление, в котором приемник считывает отдельные подзаголовки MAC и элементы управления MAC, должно быть известно приемнику.

[0260] Таким образом, согласно варианту осуществления, раскрыт передающий узел, который включает в себя блок обработки второго уровня для генерации PDU второго уровня, включающего в себя, по меньшей мере, один подзаголовок второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, и подзаголовки связанный, соответственно, с, по меньшей мере, одним SDU второго уровня и, по меньшей мере, одним элементом управления второго уровня, причем, по меньшей мере, одному SDU второго уровня предшествует соответствующий связанный подзаголовок и за, по меньшей мере, одним элементом управления второго уровня следует соответствующий связанный подзаголовок.

[0261] Формат MAC PDU, показанный на фиг. 28 и 29, подразумевает преимущества, которые связаны с приемником и передатчиком. Приемник способен разлагать MAC PDU от конца, чтобы быстро обрабатывать MAC CE, если он присутствует.

[0262] Передатчик, с другой стороны, имеет больше времени на обработку для вычисления MAC CE, поскольку они располагаются после любых MAC SDU.

[0263] Еще один иллюстративный вариант осуществления изобретения проиллюстрирован на фиг. 30. На фигуре показан формат PDU, в котором элементы управления MAC располагаются после любого MAC SDU, тогда как подзаголовки MAC, связанные с элементами управления MAC, располагаются до любого MAC SDU. В частности, MAC PDU, проиллюстрированный на фигуре, включает в себя два MAC SDU, SDU1 и SDU2, которым оба предшествуют, соответственно, связанные с ними подзаголовки. Кроме того, MAC PDU включает в себя два элемента управления MAC, с каждым из которых связан соответствующий подзаголовок MAC. Однако, вместо того, чтобы располагаться непосредственно до связанных элементов управления MAC, подзаголовки MAC, связанные с элементами управления MAC, располагаются до MAC SDU (их всех в MAC PDU) в начале MAC PDU. Другими словами, MAC SDU и связанным с ними подзаголовкам предшествуют подзаголовки MAC, связанные с элементами управления MAC, но после которого следуют сами соответствующие элементы управления MAC, поскольку MAC CE располагаются после любых SDU и их соответствующих заголовков и, в этом примере, также после заполнения. В показанном примере на фигуре, подзаголовок MAC для MAC CE1 предшествует подзаголовку MAC для CE2, который, в свою очередь, предшествует MAC SDU 1, MAC SDU2, и подзаголовкам, связанным с MAC SDU. Кроме того, хотя подзаголовок для MAC CE1 предшествует подзаголовку для MAC CE2, после элемента управления MAC MAC CE1 следует элемент управления MAC CE2. Это имеет преимущество эффективного разложения на приемнике. Разложение начинается с начала MAC PDU и, таким образом, считывается подзаголовок первого MAC CE1. Затем блок разложения может сразу же "отсекать" (извлекать) соответствующий MAC CE1 от конца MAC PDU, не ожидая дополнительного разложения. Затем разложение продолжается со следующим подзаголовком, относящимся ко второму MAC CE2. После разложения этого подзаголовка, второй MAC CE2 может отсекается от конца MAC PDU. Аналогично,

при наличии более двух MAC CE, их подзаголовки упорядочиваются последовательно в начале MAC PDU, тогда как MAC CEs сами упорядочиваются от конца MAC PDU в обратном направлении в той же последовательности.

[0264] Однако изобретение не ограничивается этим конкретным порядком.

5 Альтернативно, подзаголовки MAC, связанные с элементами управления MAC, могут располагаться в том же порядке что и элементы управления MAC, с которыми они связаны. Кроме того, вариант осуществления не ограничивается MAC SDU, включающим в себя два MAC SDU и два элемента управления MAC; количества MAC SDU и элементы управления MAC могут отличаться от двух и отличаться друг от друга. Заполнение в
10 необязательном порядке включено в MAC PDU, если некоторые ресурсы остаются в ТВ. На фигуре, заполнение располагается между MAC SDU и элементами управления MAC, что позволяет разлагать с обеих сторон MAC PDU без необходимости знать длину заполнения.

[0265] Заметим, что преимущество настоящего изобретения обеспечивается путем
15 организации MAC PDU. Приемник должен быть способен разлагать его для получения CE и SDU. Способ, которым осуществляется разложение, не ограничивает настоящее изобретение. Например, даже согласно варианту осуществления на фиг. 30, приемник может лишь разлагать MAC PDU от начала к концу (слева направо на фигурах). Тем не менее, дополнительные преимущества могут достигаться, если приемник сначала
20 использует возможность разложения MAC CE и затем разложения оставшихся частей MAC PDU (SDU, заполнение).

[0266] Кроме того, вариант осуществления на фиг. 30 не требует никакого указателя присутствия, поскольку заголовки MAC CE упорядочиваются в начале MAC PDU таким образом, что присутствие MAC CE указывается присутствием конкретных
25 соответствующих подзаголовков.

[0267] Другими словами, согласно варианту осуществления, каждый подзаголовок второго уровня, связанный с любым из, по меньшей мере, одного элемента управления второго уровня, предшествует каждому SDU второго уровня и соответствующему подзаголовку, связанному с каждым SDU второго уровня. В то же время,
30 преимущественно, элементы управления второго уровня располагаются после любых SDU второго уровня.

[0268] Таким образом, может обеспечиваться приемник, блок обработки второго уровня которого выполнен с возможностью разложения с начала PDU второго уровня подзаголовок, связанного с элементом управления второго уровня, и извлечения из
35 PDU второго уровня упомянутого элемента управления второго уровня мест после SDU второго уровня.

[0269] В подзаголовках, LCID указывают, принадлежат ли подзаголовки MAC CE или MAC SDU. В системе связи со структурой PDU как показано на фиг. 30, приемник разлагает MAC PDU с начала. Если подзаголовок принадлежит MAC CE, то приемник
40 извлекает MAC CE от конца MAC PDU, и если подзаголовок принадлежит MAC SDU, то он начинает обработку SDU с начала.

[0270] Преимущество этого варианта осуществления в отношении стороны передатчика состоит в том, что передатчик имеет больше времени на обработку для вычисления MAC CE, поскольку они располагаются после любых MAC SDU.
45 Дополнительно, имеющиеся MAC SDU могут быть уже доставлены на обработку PHY до завершения построения ТВ. Преимущество в отношении стороны приемника состоит в том, что приемник может быстро обрабатывать MAC CE, поскольку связанные заголовки MAC располагаются в начале ТВ. Подзаголовки MAC для BSR MAC CE

преимущественно располагаются после любого MAC SDU, поскольку существование BSR известно только UE после окончания LCP.

[0271] Как показано на фиг. 30, MAC CE может располагаться в конце MAC PDU. Однако заполнение CE не обязательно вставляется в MAC PDU. Согласно варианту осуществления, PDU второго уровня включает в себя заполняющий отчет о статусе буфера, BSR, и подзаголовок второго уровня, связанный с заполняющим BSR, и заполняющий BSR и подзаголовок второго уровня, связанный с заполняющим BSR, располагаются после любого из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня.

[0272] В частности, уже в LTE, так называемый заполняющий BSR может вставляться в MAC PDU. Заполняющий BSR является BSR, который, в общем случае, не подлежит включению в MAC PDU, поскольку он не является периодическим или иницированным BSR, который подлежит регулярно или после иницирования включению в MAC PDU. Если же MAC PDU собирается, и участок ресурсов, выделенный для этого MAC PDU, остается свободным и достаточно большим для размещения BSR, то "заполняющий BSR" вставляется в MAC PDU. Такой заполняющий BSR может иметь LCID, который отличается от LCID не-заполняющих LCID и, в частности, могут отличаться, например, от значений LCID, указанных для разных типов BSR в таблице 6.2.1-2 в 3GPP TS 36.321 v 13.3.0. Таким образом, если заполняющий BSR включен в MAC PDU, он будет включен в фиг. 30 после MAC CE1, т.е. в конце MAC PDU совместно с его подзаголовком.

[0273] Дополнительно раскрыт, как показано на фиг. 32, способ передачи данных по беспроводному каналу на узел приема данных в системе связи, содержащий: прием 3221t, от третьего уровня, по меньшей мере, одного служебного блока данных, SDU, второго уровня, подлежащего отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, генерацию 3222t протокольного блока данных, PDU, второго уровня, включающего в себя упомянутый, по меньшей мере, один SDU второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня располагается после любого из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня, прием 3211t PDU второго уровня, сгенерированного обработкой второго уровня, и отображение 3212t PDU второго уровня в ресурс, выделенный для передачи данных.

[0274] Дополнительно раскрыт способ передачи данных по беспроводному каналу на узел приема данных в системе связи, который дополнительно содержит определение, какой тип элемента управления второго уровня подлежит включению в PDU второго уровня, и, в зависимости от типа элемента управления, подлежащего включению, генерацию либо PDU второго уровня первого типа, либо PDU второго уровня второго типа. При этом, PDU второго уровня первого типа включает в себя, по меньшей мере, один SDU второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня располагается после любого из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня, и PDU второго типа включает в себя, по меньшей мере, один SDU второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня предшествует любому из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня.

[0275] Дополнительно, раскрыт способ передачи данных по беспроводному каналу на узел приема данных в системе связи, в котором следующие этапы повторно применяются в перемежающемся порядке: генерации пакетов, которые составляют части PDU второго уровня, и ретрансляции пакетов, которые составляют части PDU второго уровня, на блок обработки первого уровня. Соответственно, пакеты, образующие части PDU второго уровня, ретранслируются на блок обработки первого

уровня до завершения генерации PDU второго уровня. Такие пакеты могут быть соответствующими единичными SDU или множеством SDU с их соответствующими подзаголовками и/или соответствующими MAC CE со связанными с ними заголовками.

5 Также раскрыт, как показано на фиг. 32, способ приема данных по беспроводному каналу от узла передачи данных в системе связи, содержащий: отмену 3211g отображения, по меньшей мере, одного протокольного блока данных, PDU, второго уровня, из ресурса, выделенного для приема данных, прием 3221g и разложение 3222g PDU второго уровня, полученного отменой отображения блоком обработки первого уровня, причем PDU второго уровня включает в себя, по меньшей мере, один служебный блок данных, 10 SDU, второго уровня, и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня следует за любым из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня.

[0276] Согласно варианту осуществления изобретения, способ приема данных включает в себя этап разложения PDU второго уровня с начала PDU второго уровня 15 (т.е. от ранее принятого участка к позднее принятому участку).

[0277] В другом варианте осуществления, способ приема данных включает в себя этап разложения PDU второго уровня, начиная с конца PDU второго уровня, пока каждый подзаголовок, связанный с CE второго уровня, и каждый CE второго уровня не будет обработан, и, после обработки CE второго уровня и соответствующих 20 подзаголовков, связанных с CE второго уровня, разложение оставшейся части PDU второго уровня с начала, таким образом, обработки SDU второго уровня и элементов управления второго уровня, связанных с SDU второго уровня. Преимущество этого способа состоит в том, что элементы управления второго уровня обрабатываются быстрее, если PDU второго уровня имеет формат, проиллюстрированный на фиг. 28 и 25 29, где CE второго уровня и подзаголовки, связанные с CE второго уровня располагаются после любого из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня, и после CE второго уровня и подзаголовков, связанных с CE второго уровня не располагается никакого заполнения.

[0278] Например, когда первый или любой подзаголовок второго уровня включает в себя указатель присутствия, указывающий, включает ли в себя PDU второго уровня, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, способ приема данных может включать в себя этап разложения PDU второго уровня, начиная с конца PDU второго уровня. Примером такого указателя присутствия является бит R в подзаголовке MAC, связанном с первым MAC SDU в MAC PDU фиг. 29. Соответственно, после 35 оценивания этого бита R, в случае R=1 следует этап разложения PDU второго уровня от конца PDU второго уровня, таким образом, оценивания элементов управления MAC и подзаголовков MAC, связанных с элементами управления MAC.

[0279] Альтернативно, в иллюстративном варианте осуществления, способ приема данных включает в себя этапы разложения с начала PDU второго уровня подзаголовка, 40 связанного с элементом управления второго уровня, и извлечения из PDU второго уровня упомянутого элемента управления второго уровня расположенный после любых SDU второго уровня. Например, этот способ применим для PDU второго уровня, который имеет формат, показанный на фиг. 30. Этапы разложения, начиная с PDU второго уровня, подзаголовок второго уровня, связанного с элементом управления 45 второго уровня, и извлечения ("отсечения") соответствующего элемента управления второго уровня могут чередоваться, пока не будут извлечены все элементы управления второго уровня. Затем может следовать этап разложения оставшейся части PDU второго уровня с начала, таким образом, разложения, по меньшей мере, одного SDU второго

уровня и подзаголовок или подзаголовков второго уровня, соответственно, связанных с, по меньшей мере, одним SDU второго уровня.

[0280] Аппаратная и программная реализация настоящего изобретения

Другие иллюстративные варианты осуществления относятся к реализации
5 вышеописанных различных вариантов осуществления с использованием оборудования и программного обеспечения. В этой связи обеспечены пользовательский терминал (мобильный терминал) и eNodeB (базовая станция). Пользовательский терминал и базовая станция выполнены с возможностью осуществления описанных здесь способов, включающих в себя соответствующие сущности для участия надлежащим образом в
10 способах, например, приемник, передатчик, процессоры.

[0281] Также понятно, что различные варианты осуществления можно реализовать или осуществлять с использованием вычислительных устройств (процессоров).

Вычислительные устройства или процессоры могут быть, например, процессорами общего назначения, цифровыми сигнальными процессорами (DSP),
15 специализированными интегральными схемами (ASIC), вентиляемыми матрицами, программируемыми пользователем (FPGA) или другими программируемыми логическими устройствами и т.д. Они может включать в себя подключенные устройства ввода и вывода данных. Различные варианты осуществления также может быть осуществляться или реализоваться комбинацией этих устройств.

[0282] Дополнительно, различные варианты осуществления также могут быть
20 реализованы посредством программных модулей, которые выполняются процессором или непосредственно аппаратными средствами. Также возможна комбинация программных модулей и аппаратной реализации. Программные модули могут храниться на любой разновидности компьютерно-считываемых среды хранения, например, RAM,
25 EPROM, EEPROM, флеш-памяти, регистрах, жестких дисках, CD-ROM, DVD и т.д.

[0283] Следует дополнительно отметить, что отдельные признаки разных вариантов осуществления могут по отдельности или в произвольной комбинации составлять другой вариант осуществления.

[0284] Специалисту в данной области техники очевидно, что настоящее изобретение
30 допускает многочисленные вариации и/или модификации, как показано в конкретных вариантах осуществления. Таким образом, настоящие варианты осуществления следует рассматривать во всех отношениях как иллюстративные и не ограничительные.

[0285] В итоге, настоящее изобретение относится к уровневой обработке на приемнике и передатчике в системе связи. Уровневая обработка включает в себя, по меньшей мере,
35 обработку на первом, втором и третьем уровне. На стороне передатчика, третий уровень принимает пакет, добавляет его заголовок и ретранслирует пакет на второй уровень. Второй уровень осуществляет сегментирование и подает сегментированные данные на первый уровень, который отображает сегментированные данные в физические ресурсы. Сегментирование основано на выделенных ресурсах. Повторные передачи могут
40 происходить на третьем уровне и, таким образом, третий уровень может повторно сегментировать пакет согласно принятой обратной связи для конкретных сегментов и подает повторно сегментированные данные на более низкие уровни. Альтернативно, информация обратной связи поступает на второй уровень, который затем осуществляет сегментирование на ее основании. Соответственно, приемник осуществляет
45 переупорядочение и повторную сборку на третьем уровне, для которого он также принимает информацию управления от второго уровня.

[0286] Кроме того, настоящее изобретение относится к системам и способам передачи данных по беспроводному каналу от узла передачи данных на узел приема данных в

системе связи. В частности, узел передачи данных содержит блок обработки второго уровня для приема, от третьего уровня, по меньшей мере, одного служебного блока данных, SDU, второго уровня, подлежащего отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, и для генерации протокольного блока данных, PDU, второго уровня, включающего в себя упомянутый, по меньшей мере, один SDU второго уровня и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня располагается после любого из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня, и блок обработки первого уровня для приема PDU второго уровня, сгенерированного блоком обработки второго уровня, и отображения PDU второго уровня в ресурс, выделенный для передачи данных. Узел приема данных содержит блок обработки первого уровня для отмены отображения, по меньшей мере, одного протокольного блока данных, PDU, второго уровня, из ресурса, выделенного для приема данных, и блок обработки второго уровня для приема и разложения PDU второго уровня, полученного отменой отображения блоком обработки первого уровня, причем PDU второго уровня включает в себя, по меньшей мере, один служебный блок данных, SDU, второго уровня, и, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня, причем, по меньшей мере, один элемент управления второго уровня следует за любым из, по меньшей мере, одного SDU второго уровня.

(57) Формула изобретения

1. Устройство связи, содержащее:

схему обработки второго уровня, которая, в ходе эксплуатации, получает, от третьего уровня, по меньшей мере один служебный блок данных, SDU, второго уровня, подлежащий отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, и генерирует протокольный блок данных, PDU, второго уровня первого типа, включающего в себя упомянутый по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который располагается после любого из по меньшей мере одного SDU второго уровня, и

схему обработки первого уровня, которая, в ходе эксплуатации, получает PDU второго уровня первого типа, сгенерированный схемой обработки второго уровня, и отображает PDU второго уровня первого типа в ресурс, выделенный для передачи данных,

при этом схема обработки первого уровня, в ходе эксплуатации, обратно отображает по меньшей мере один PDU второго уровня второго типа из ресурса, выделенного для приема данных, при этом PDU второго уровня второго типа включает в себя по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который предшествует любому из по меньшей мере одного SDU второго уровня, и

при этом схема обработки второго уровня, в ходе эксплуатации, получает и разлагает PDU второго уровня второго типа, обратно отображенный схемой обработки первого уровня.

2. Устройство связи по п. 1, в котором

PDU второго уровня первого типа или второго типа дополнительно включает в себя подзаголовок второго уровня, связанный с по меньшей мере одним SDU второго уровня, или

подзаголовок второго уровня, связанный с по меньшей мере одним элементом управления второго уровня.

3. Устройство связи по п. 2, в котором

по меньшей мере один SDU второго уровня располагается после связанного

подзаголовок второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня располагается до связанного подзаголовка второго уровня.

4. Устройство связи по п. 3, в котором

подзаголовок второго уровня включает в себя указатель присутствия, указывающий, включает ли в себя PDU второго уровня первого типа или второго типа по меньшей мере один элемент управления второго уровня.

5. Устройство связи по п. 2, в котором

подзаголовок второго уровня, связанный с по меньшей мере одним элементом управления второго уровня, предшествует SDU второго уровня и подзаголовку второго уровня, связанному с SDU второго уровня.

6. Устройство связи по п. 1, в котором

PDU второго уровня первого типа или второго типа включает в себя заполняющий отчет о статусе буфера, BSR, и подзаголовки второго уровня, связанный с заполняющим BSR, и

заполняющий BSR и подзаголовок второго уровня, связанный с заполняющим BSR, располагаются после любого из по меньшей мере одного SDU второго уровня.

7. Устройство связи по п. 1, в котором

PDU второго уровня первого типа включает в себя управляющий элемент второго уровня восходящей линии связи и PDU второго уровня второго типа включает в себя управляющий элемент второго уровня нисходящей линии связи.

8. Устройство связи по п. 1, в котором

схема обработки второго уровня, в ходе эксплуатации, начинает ретрансляцию пакетов, образующих части PDU второго уровня первого типа, на схему обработки первого уровня до завершения генерации PDU второго уровня первого типа.

9. Способ, содержащий этапы, на которых:

получают, от третьего уровня, по меньшей мере один служебный блок данных, SDU, второго уровня, подлежащий отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, генерируют протокольный блок данных, PDU, второго уровня первого типа, включающий в себя упомянутый по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который располагается после любого из по меньшей мере одного SDU второго уровня,

получают PDU второго уровня первого типа, сгенерированный обработкой второго уровня и отображением PDU второго уровня первого типа, в ресурс, выделенный для передачи данных,

обратно отображают по меньшей мере один PDU второго уровня второго типа из ресурса, выделенного для приема данных, при этом PDU второго уровня второго типа включает в себя по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который предшествует любому из по меньшей мере одного SDU второго уровня, и

получают и разлагают PDU второго уровня второго типа, обратно отображенный из ресурса, выделенного для приема данных.

10. Способ по п. 9, в котором

PDU второго уровня первого типа или второго типа дополнительно включает в себя подзаголовок второго уровня, связанный с по меньшей мере одним SDU второго уровня, или

подзаголовок второго уровня, связанный с по меньшей мере одним элементом управления второго уровня.

11. Способ по п. 10, в котором

по меньшей мере один SDU второго уровня располагается после связанного подзаголовка второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня располагается до связанного подзаголовка второго уровня.

12. Способ по п. 11, в котором

5 подзаголовок второго уровня включает в себя указатель присутствия, указывающий, включает ли в себя PDU второго уровня первого типа или второго типа по меньшей мере один элемент управления второго уровня.

13. Способ по п. 10, в котором

10 подзаголовок второго уровня, связанный с по меньшей мере одним элементом управления второго уровня, предшествует SDU второго уровня и подзаголовку второго уровня, связанному с SDU второго уровня.

14. Способ по п. 9, в котором

15 PDU второго уровня первого типа или второго типа включает в себя заполняющий отчет о статусе буфера, BSR, и подзаголовок второго уровня, связанный с заполняющим BSR, и

заполняющий BSR и подзаголовок второго уровня, связанный с заполняющим BSR, располагаются после любого из по меньшей мере одного SDU второго уровня.

15. Способ по п. 9 в котором

20 PDU второго уровня первого типа включает в себя управляющий элемент второго уровня восходящей линии связи и PDU второго уровня второго типа включает в себя управляющий элемент второго уровня нисходящей линии связи.

16. Способ по п. 9, содержащий этап, на котором

начинают ретрансляцию пакетов, образующих части PDU второго уровня первого типа, на первый уровень до завершения генерации PDU второго уровня первого типа.

25 17. Интегральная схема, которая, в ходе эксплуатации, управляет процессом работы устройства связи, причем процесс содержит этапы, на которых:

получают, от третьего уровня, по меньшей мере один служебный блок данных, SDU, второго уровня, подлежащий отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, генерируют протокольный блок данных, PDU, второго уровня первого типа,

30 включающий в себя упомянутый по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который располагается после любого из по меньшей мере одного SDU второго уровня,

получают PDU второго уровня первого типа, сгенерированный обработкой второго уровня и отображением PDU второго уровня первого типа, в ресурс, выделенный для 35 передачи данных,

обратно отображают по меньшей мере один PDU второго уровня второго типа из ресурса, выделенного для приема данных, при этом PDU второго уровня второго типа включает в себя по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который предшествует любому из по меньшей

40 мере одного SDU второго уровня, и

получают и разлагают PDU второго уровня второго типа, обратно отображенный из ресурса, выделенного для приема данных.

18. Устройство базовой станции, содержащее:

45 схему обработки второго уровня, которая, в ходе эксплуатации, получает, от третьего уровня, по меньшей мере один служебный блок данных, SDU, второго уровня, подлежащий отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, и генерирует протокольный блок данных, PDU, второго уровня второго типа, включающий в себя упомянутый по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один

элемент управления второго уровня, который предшествует любому из по меньшей мере одного SDU второго уровня,

схему обработки первого уровня, которая в ходе эксплуатации получает PDU второго уровня второго типа, сгенерированный схемой обработки второго уровня, и отображает PDU второго уровня второго типа, в ресурс, выделенный для передачи данных,

при этом схема обработки первого уровня, в ходе эксплуатации, обратно отображает по меньшей мере один PDU второго уровня первого типа из ресурса, выделенного для приема данных, при этом PDU второго уровня первого типа включает в себя по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который расположен после любого из по меньшей мере одного SDU второго уровня, и

при этом схема обработки второго уровня, в ходе эксплуатации, получает и разлагает PDU второго уровня первого типа, обратно отображенный схемой обработки первого уровня.

19. Способ, содержащий этапы, на которых

получают, от третьего уровня, по меньшей мере один служебный блок данных, SDU, второго уровня, подлежащий отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, генерируют протокольный блок данных, PDU, второго уровня второго типа, включающий в себя упомянутый по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который предшествует любому из по меньшей мере одного SDU второго уровня,

получают PDU второго уровня второго типа, сгенерированный обработкой второго уровня и отображением PDU второго уровня второго типа, в ресурс, выделенный для передачи данных,

обратно отображают по меньшей мере один PDU второго уровня первого типа из ресурса, выделенного для приема данных, при этом PDU второго уровня первого типа включает в себя по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который расположен после любого из по меньшей мере одного SDU второго уровня, и

получают и разлагают PDU второго уровня первого типа, обратно отображенный из ресурса, выделенного для приема данных.

20. Интегральная схема, которая, в ходе эксплуатации, управляет процессом работы устройства базовой станции, причем процесс содержит этапы, на которых:

получают, от третьего уровня, по меньшей мере один служебный блок данных, SDU, второго уровня, подлежащий отображению в ресурс, выделенный для передачи данных, генерируют протокольный блок данных, PDU, второго уровня второго типа, включающий в себя упомянутый по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который предшествует любому из по меньшей мере одного SDU второго уровня,

получают PDU второго уровня второго типа, сгенерированный обработкой второго уровня и отображением PDU второго уровня второго типа, в ресурс, выделенный для передачи данных,

обратно отображают по меньшей мере один PDU второго уровня первого типа из ресурса, выделенного для приема данных, при этом PDU второго уровня первого типа включает в себя по меньшей мере один SDU второго уровня и по меньшей мере один элемент управления второго уровня, который расположен после любого из по меньшей мере одного SDU второго уровня, и

получают и разлагают PDU второго уровня первого типа, обратно отображенный

из ресурса, выделенного для приема данных.

5

10

15

20

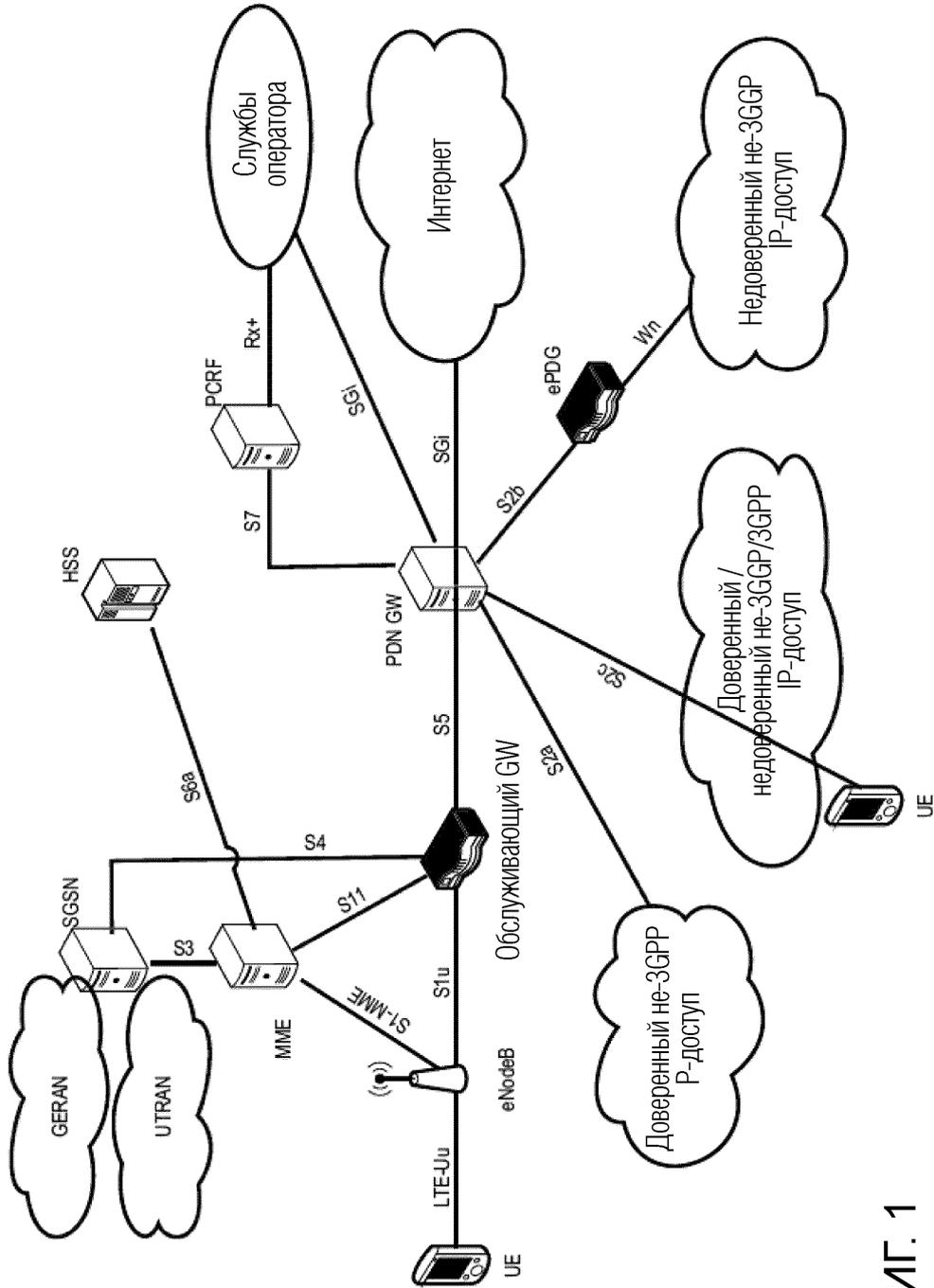
25

30

35

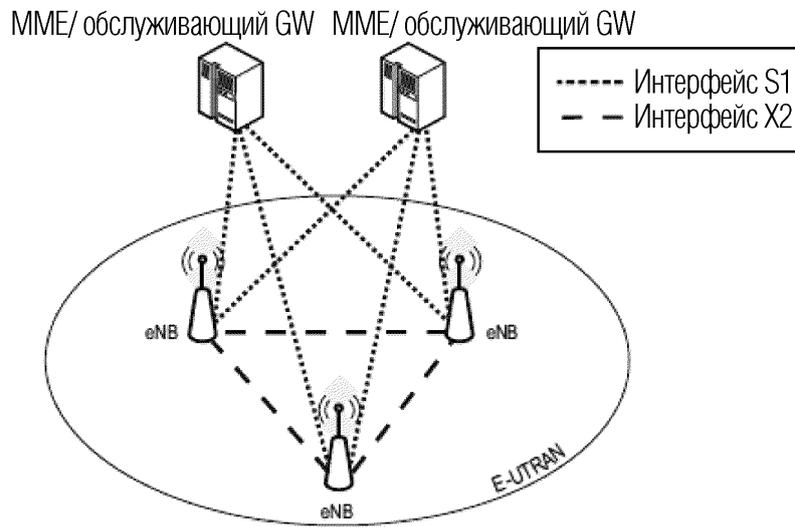
40

45

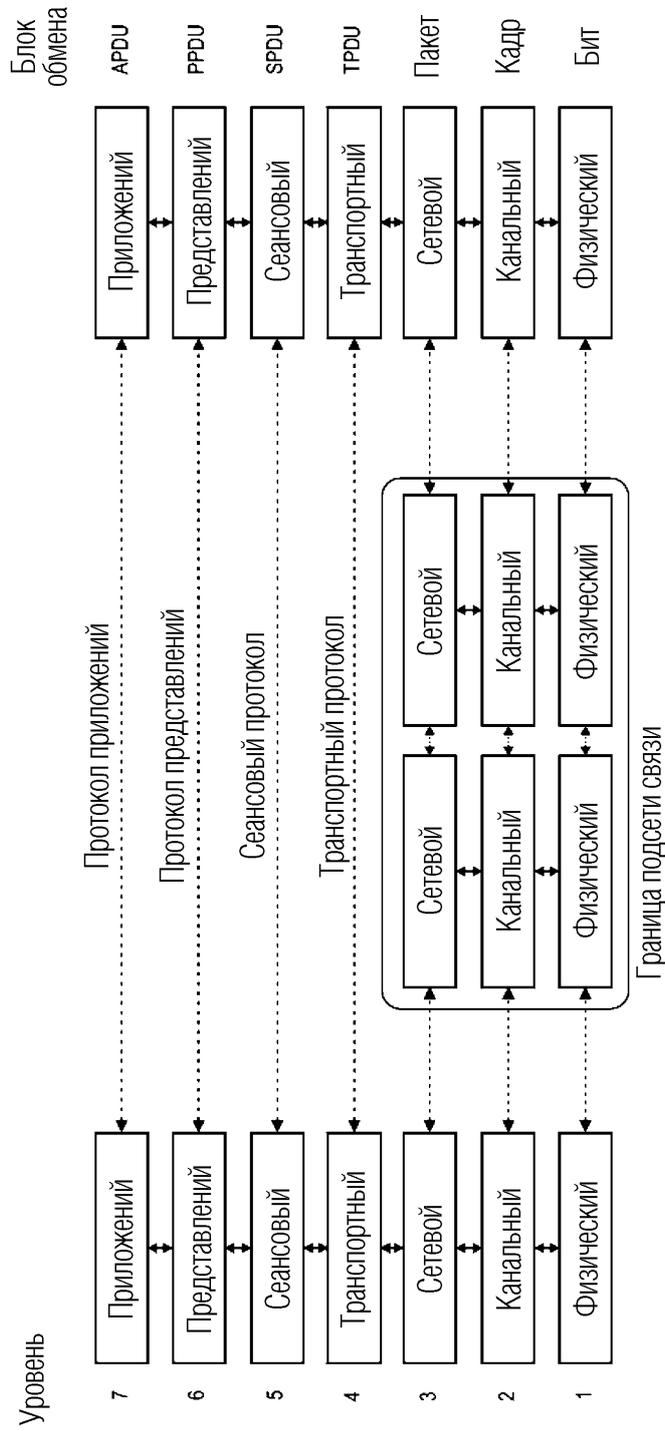


ФИГ. 1

2/33



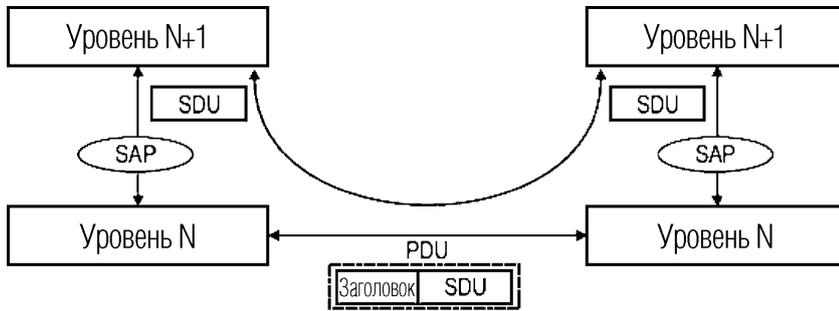
ФИГ. 2



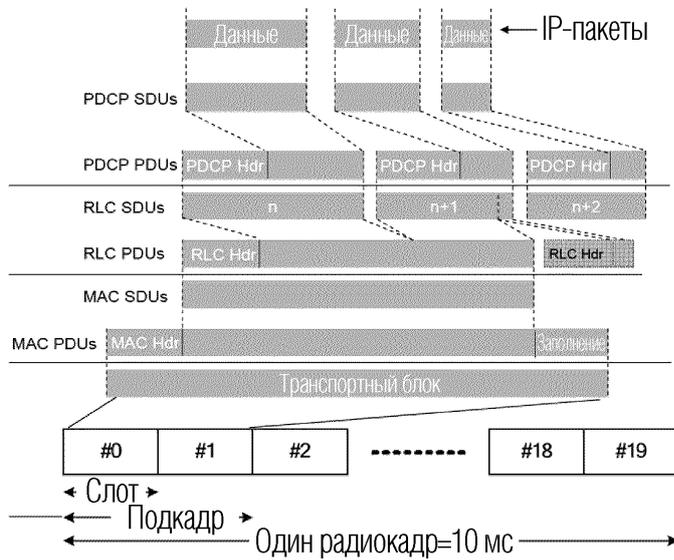
ФИГ. 3А

4/33

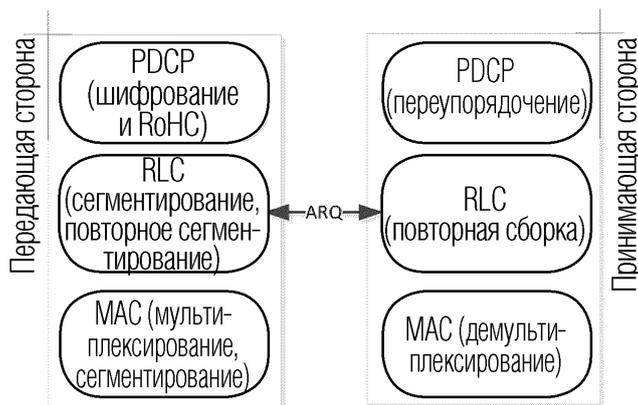
ФИГ. 3В

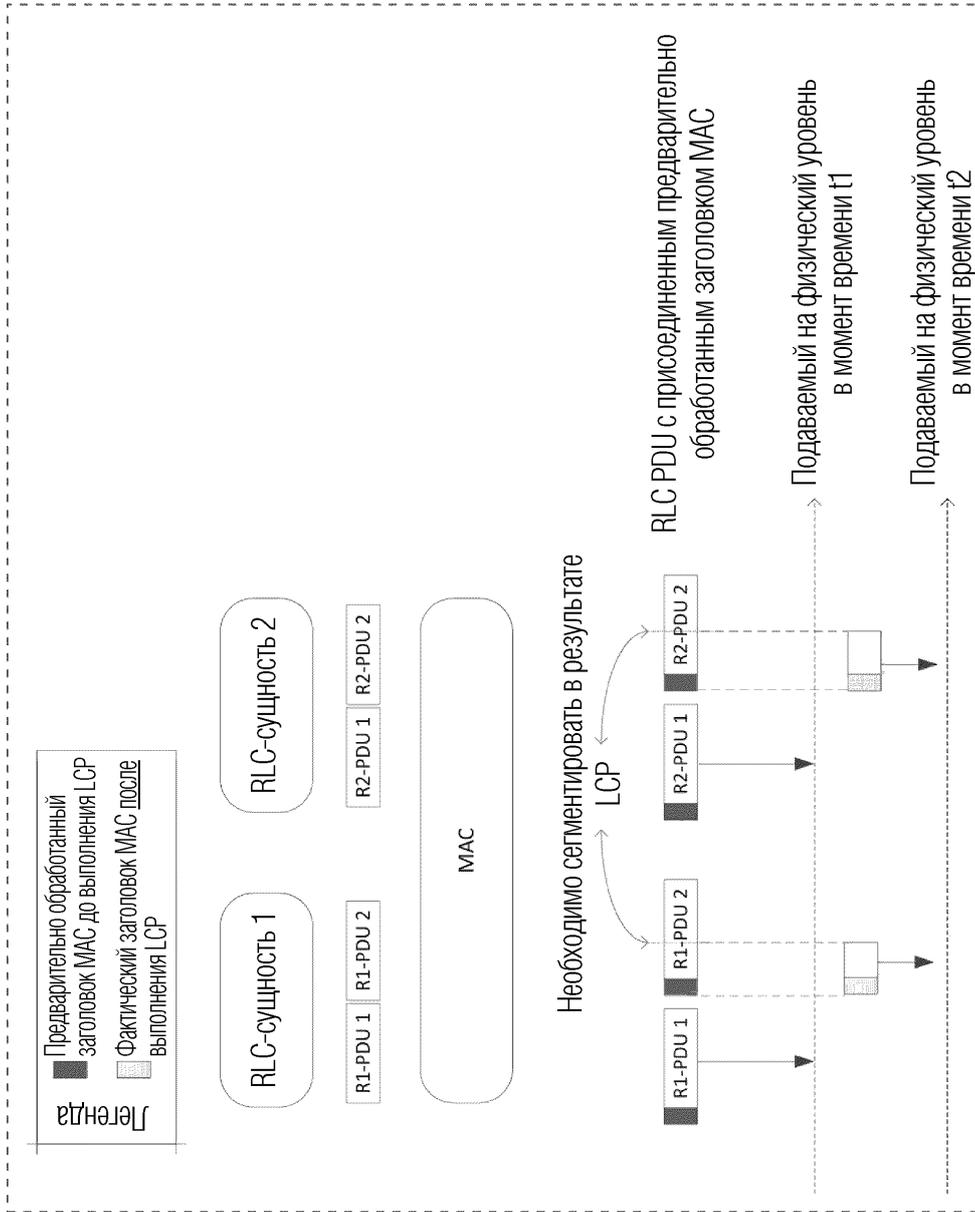


ФИГ. 4

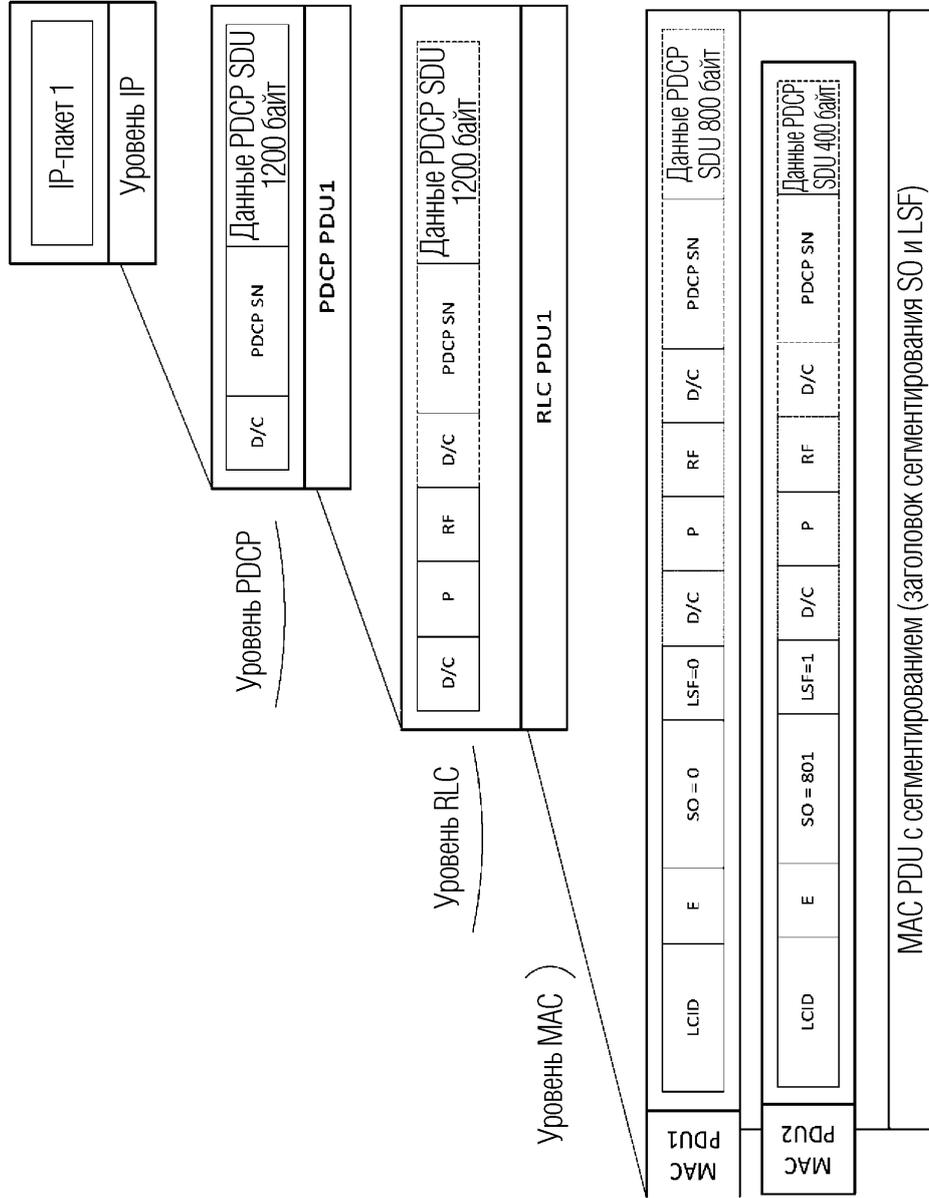


ФИГ. 5А

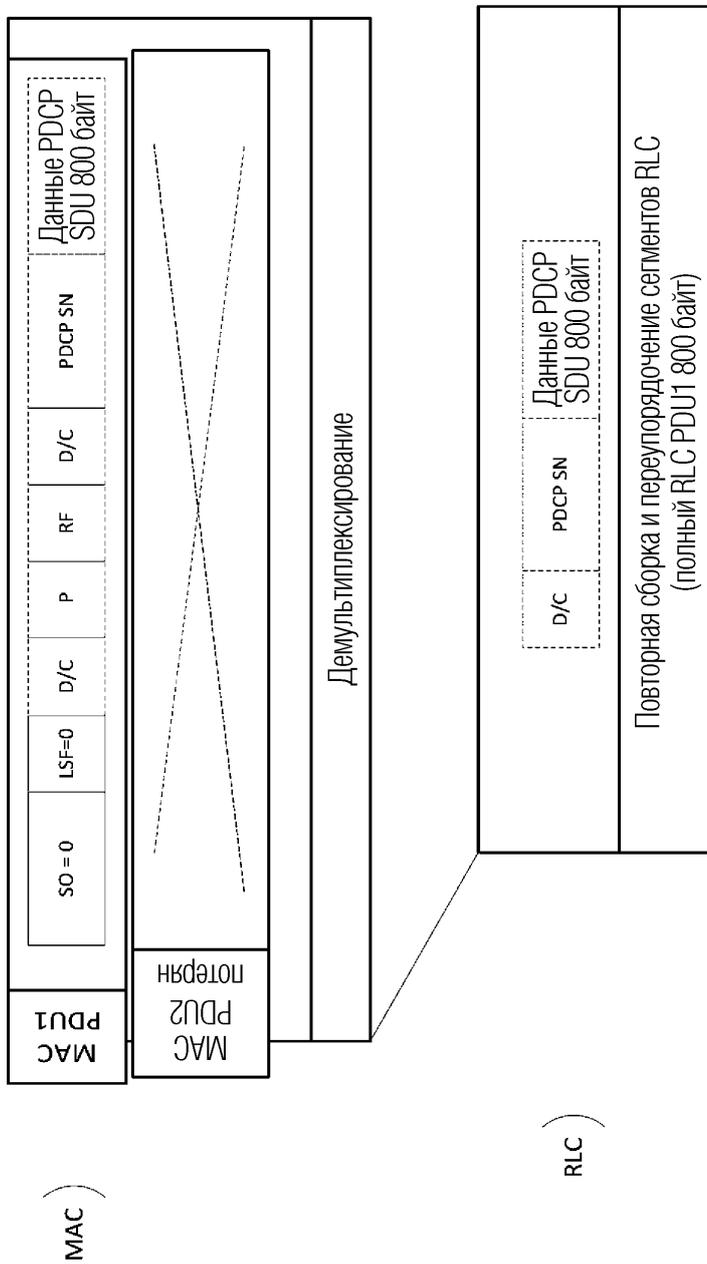




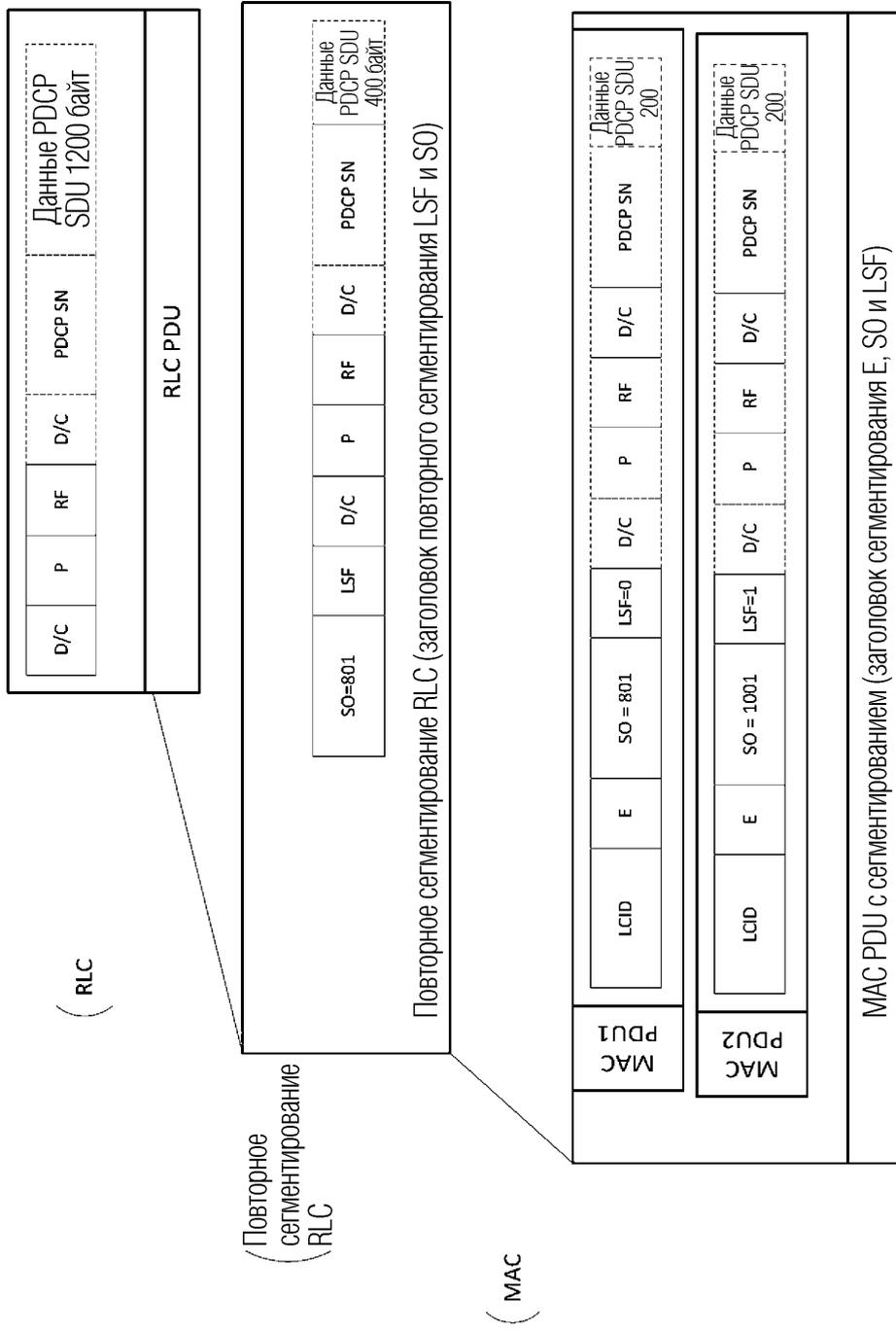
ФИГ. 5В



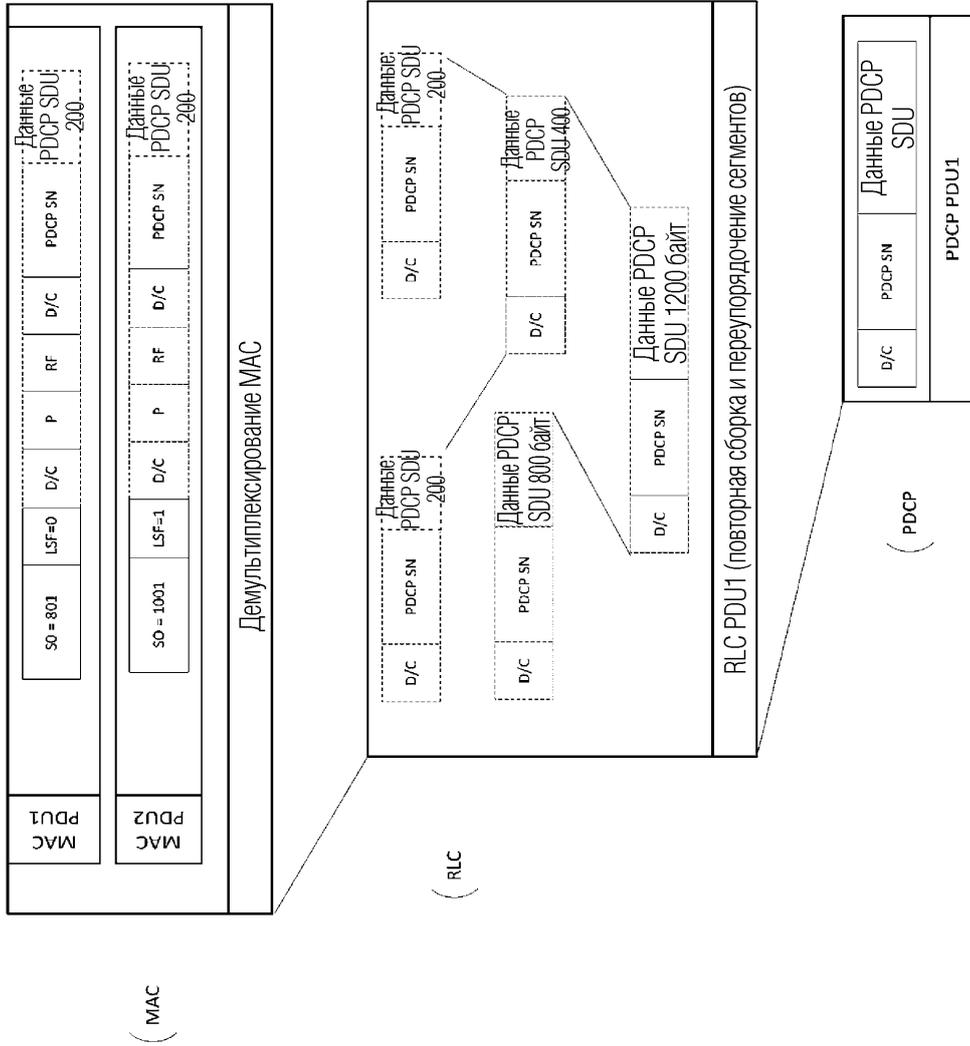
ФИГ. 6



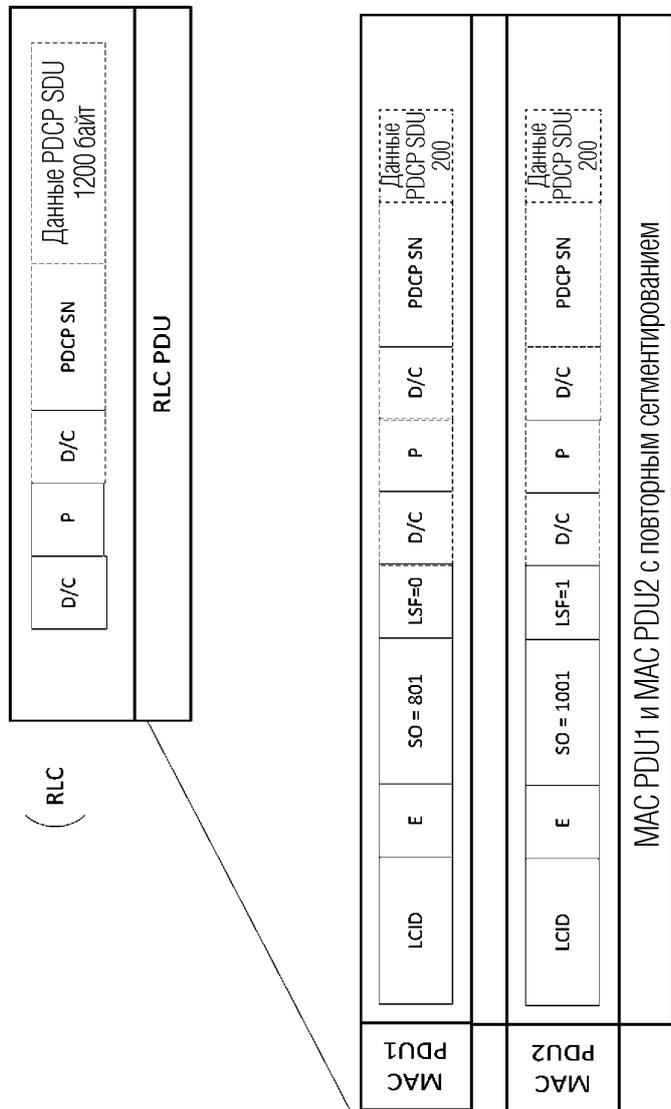
ФИГ. 7



ФИГ. 8



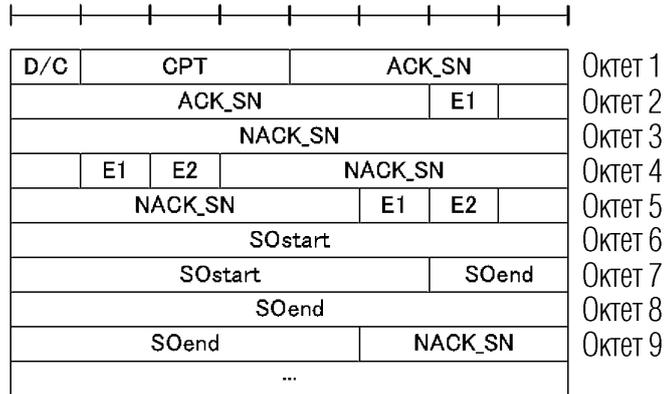
ФИГ. 9



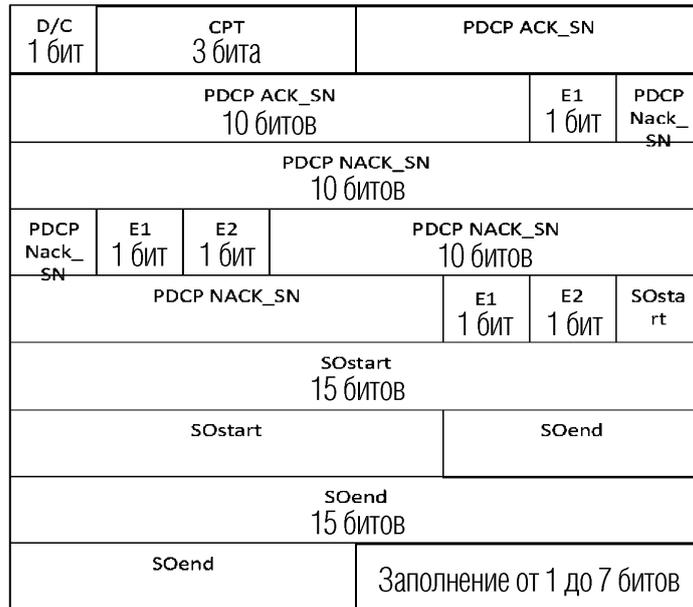
ФИГ. 10

11/33

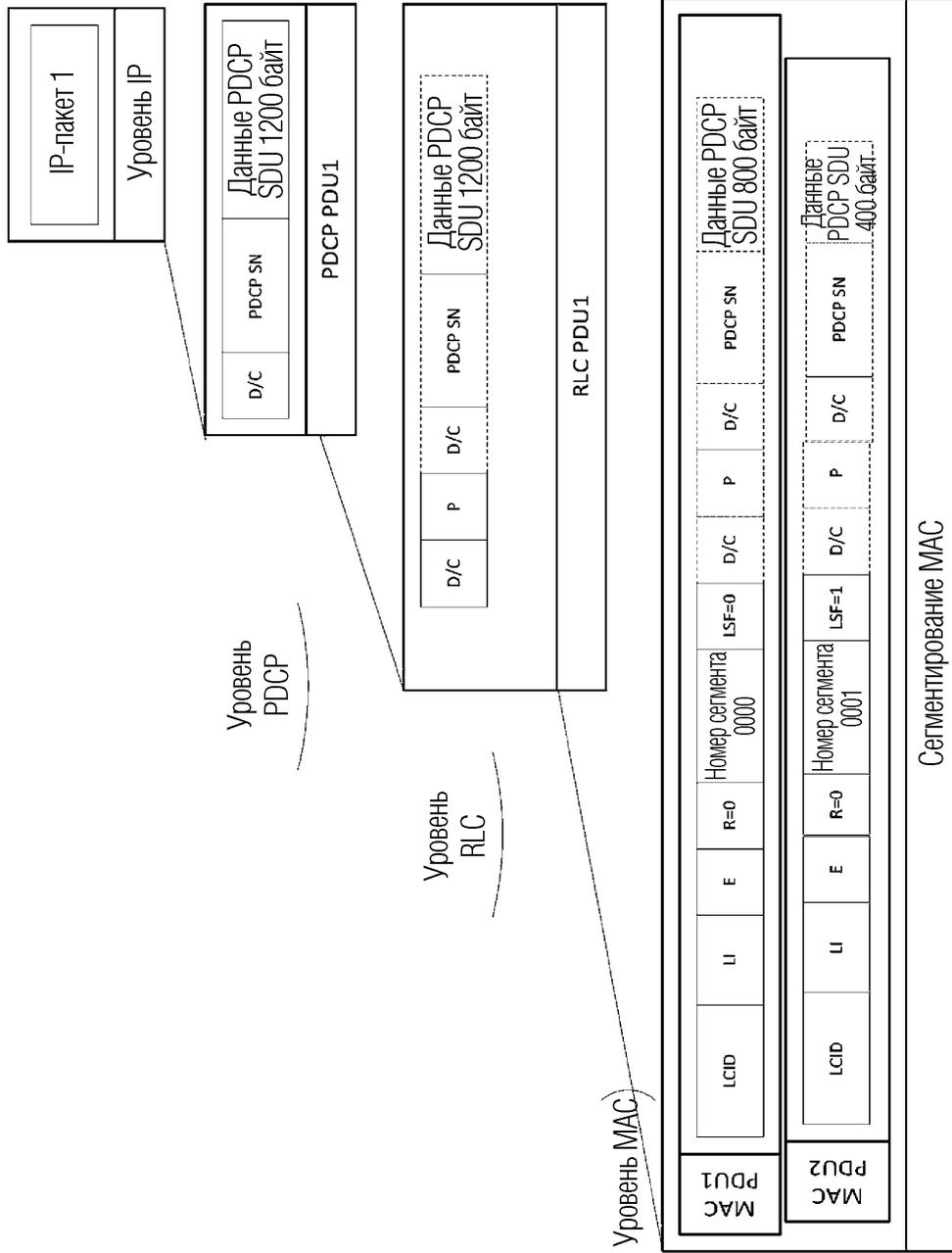
ФИГ. 11А



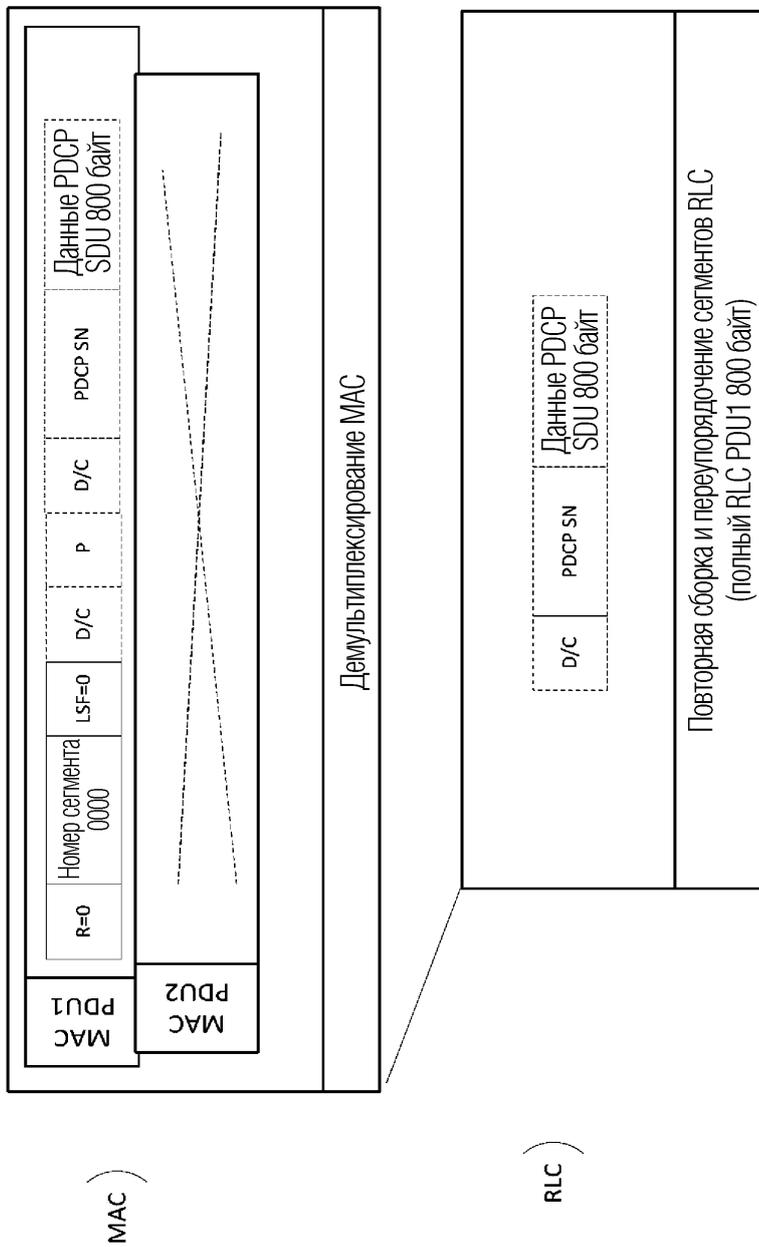
ФИГ. 11В



12/33

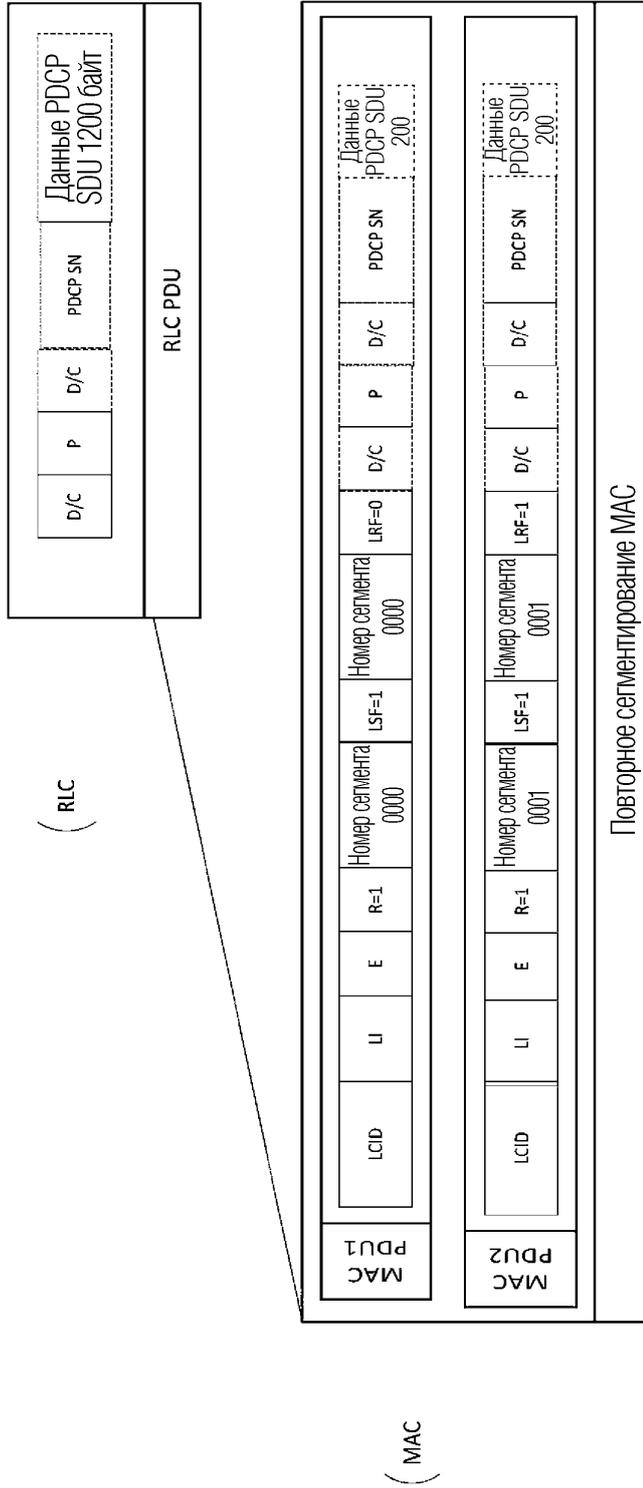


ФИГ. 12

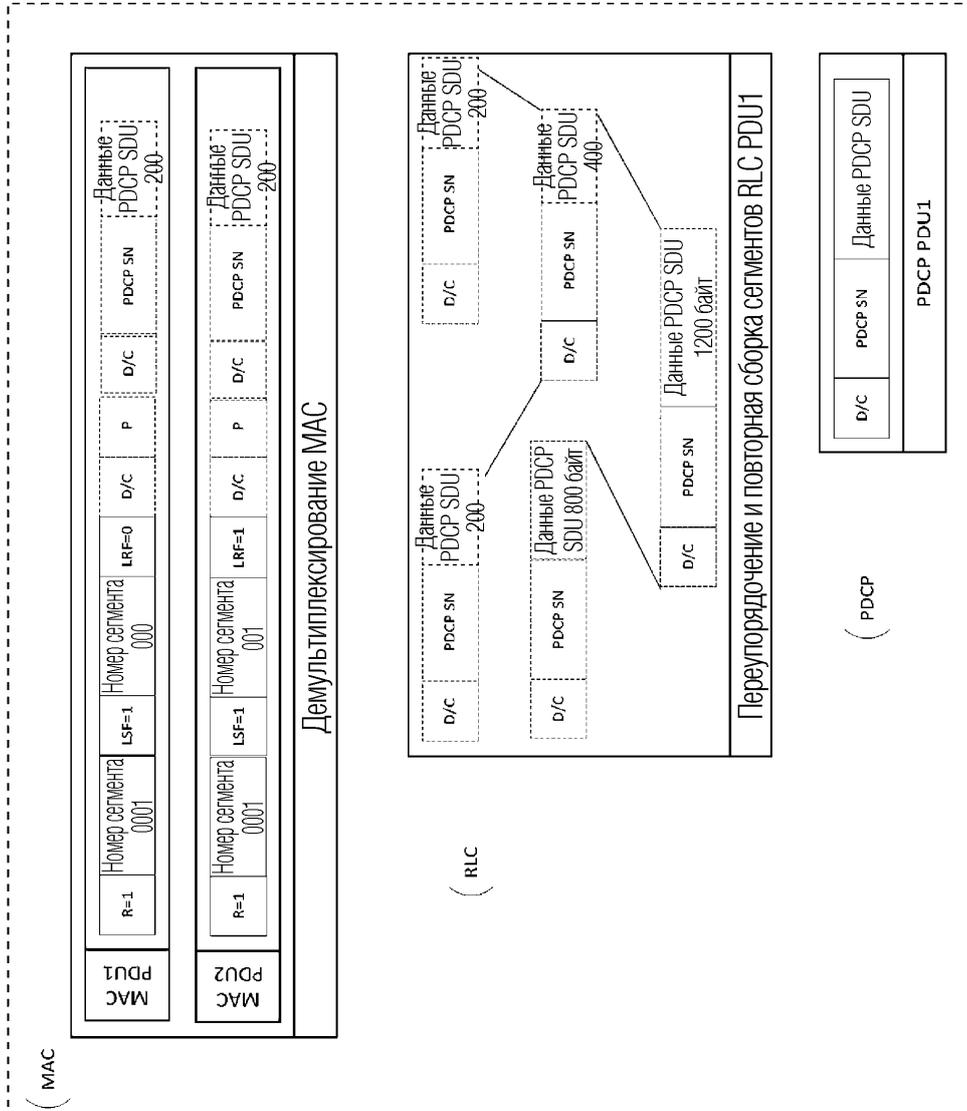


ФИГ. 13

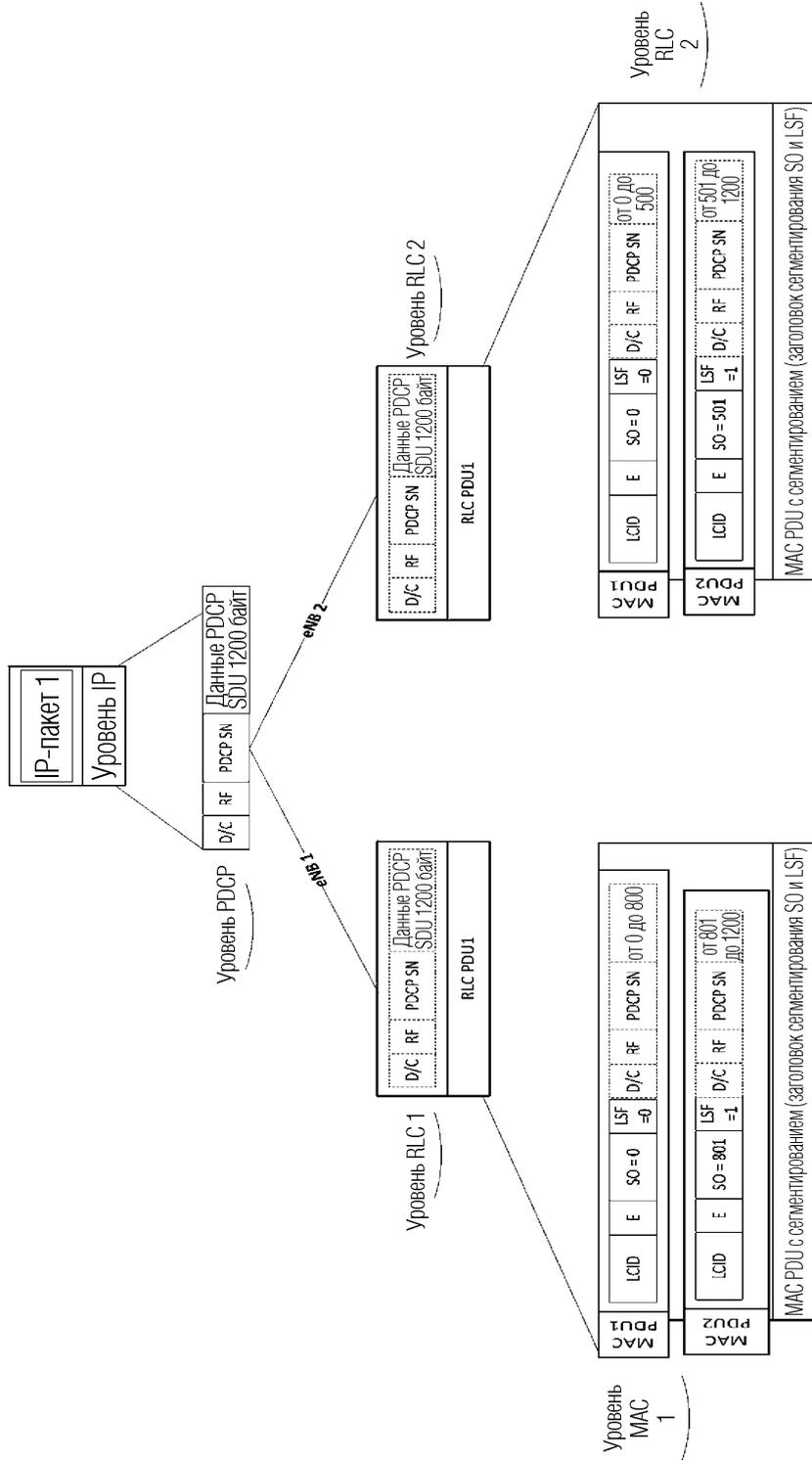
14/33



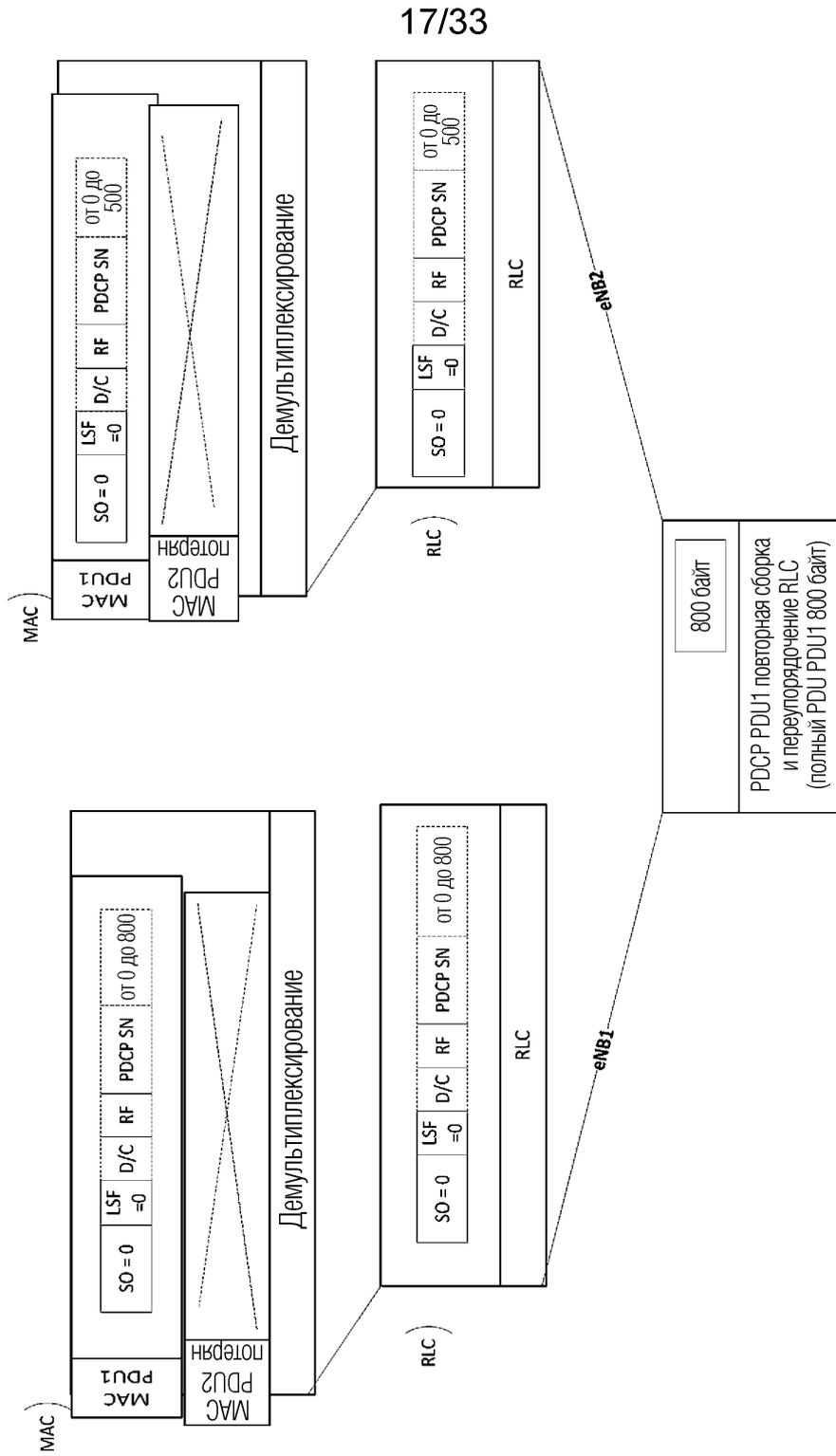
ФИГ. 14



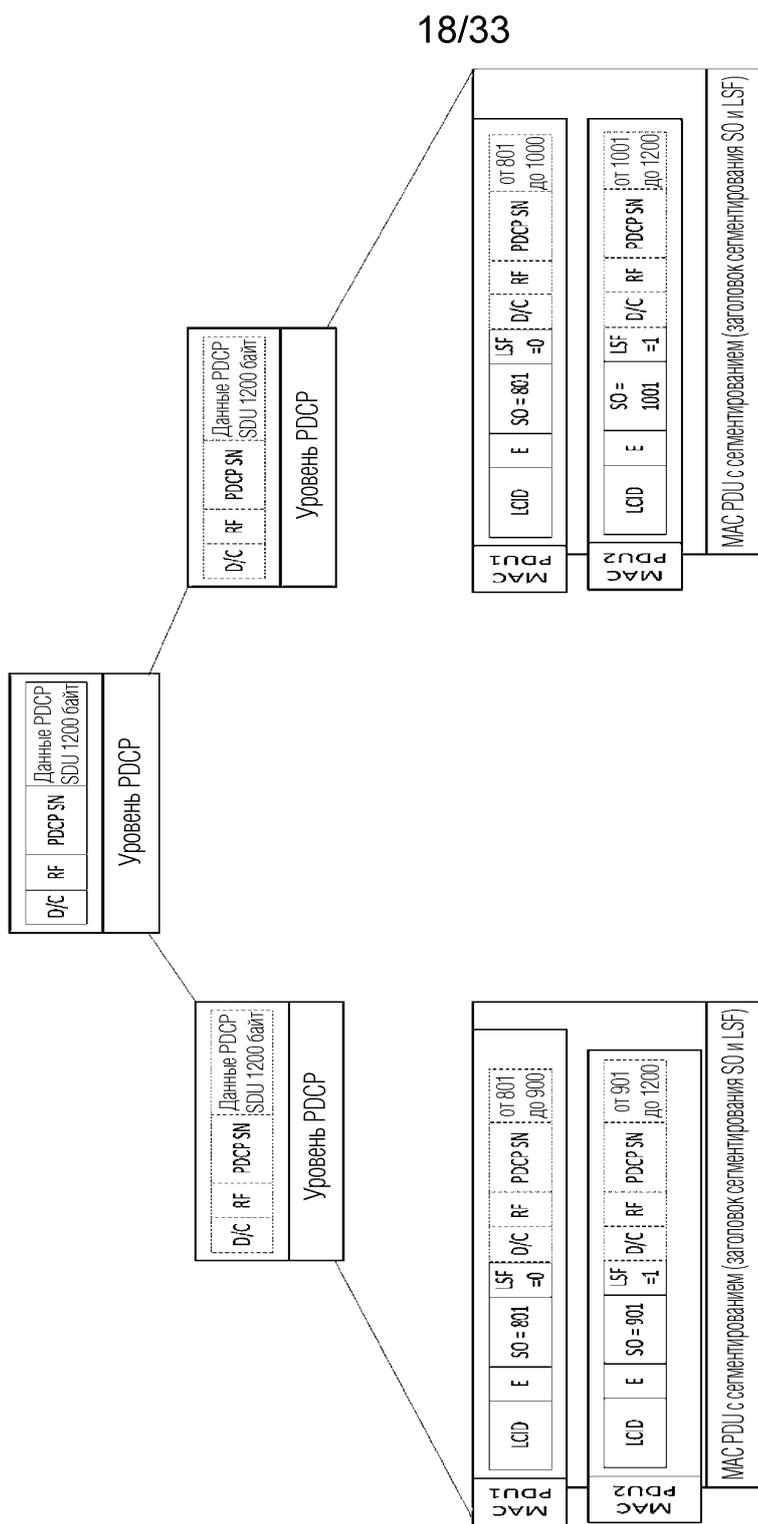
ФИГ. 15



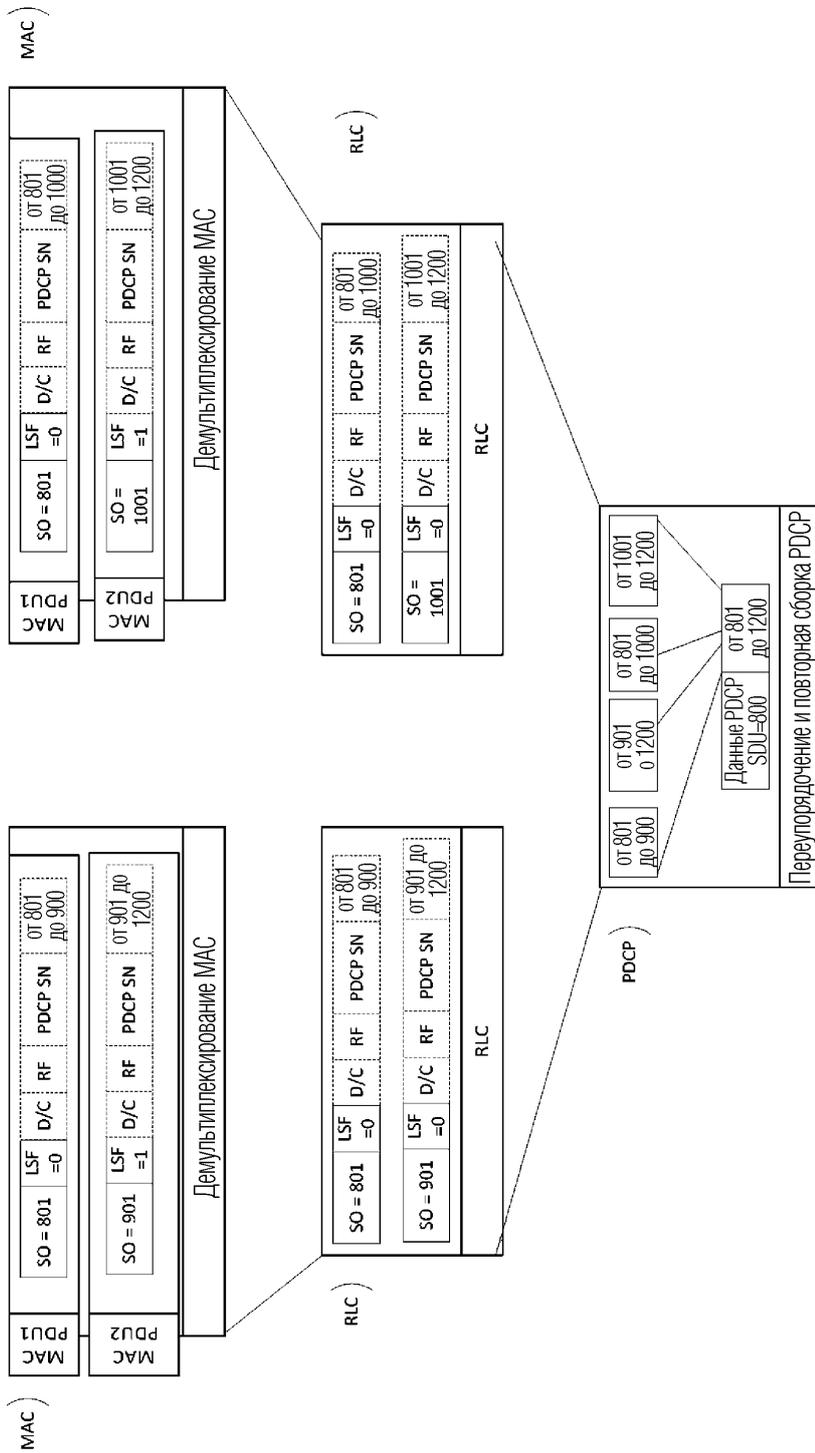
ФИГ. 16



ФИГ. 17

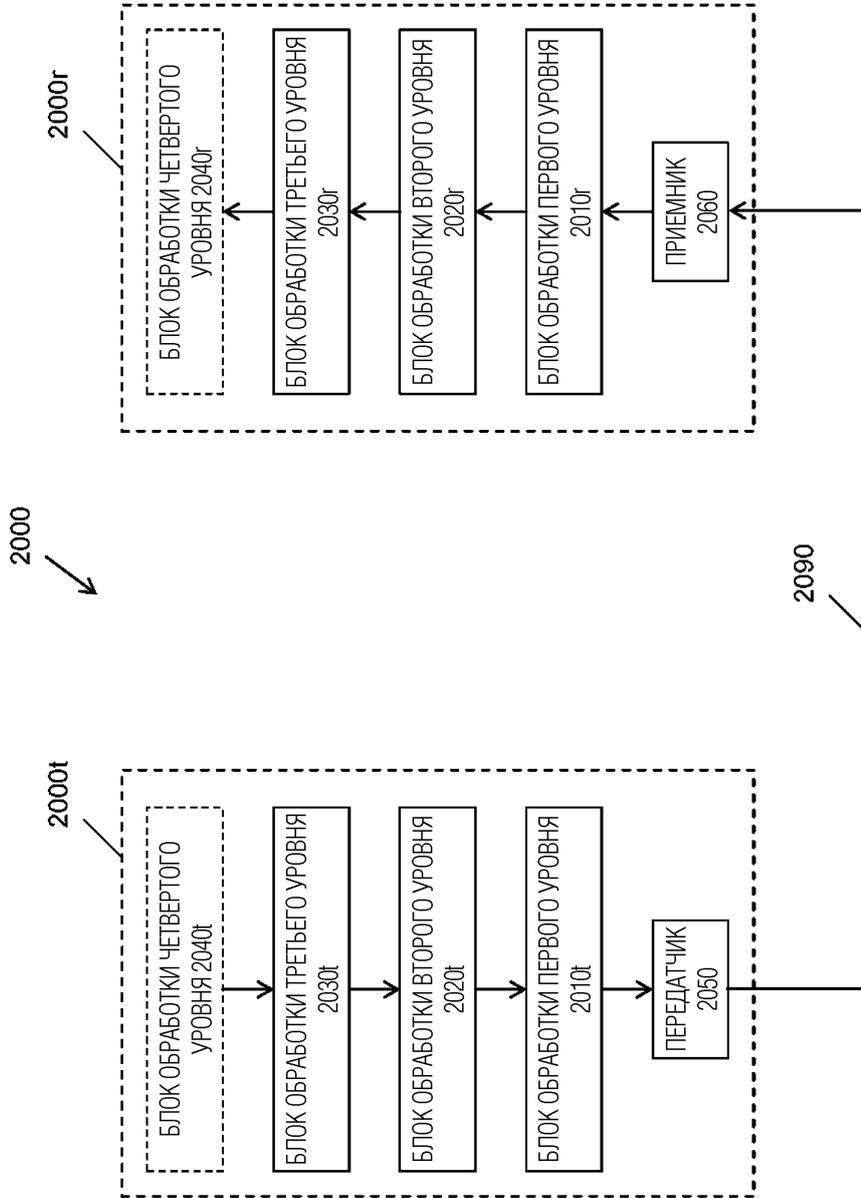


ФИГ. 18



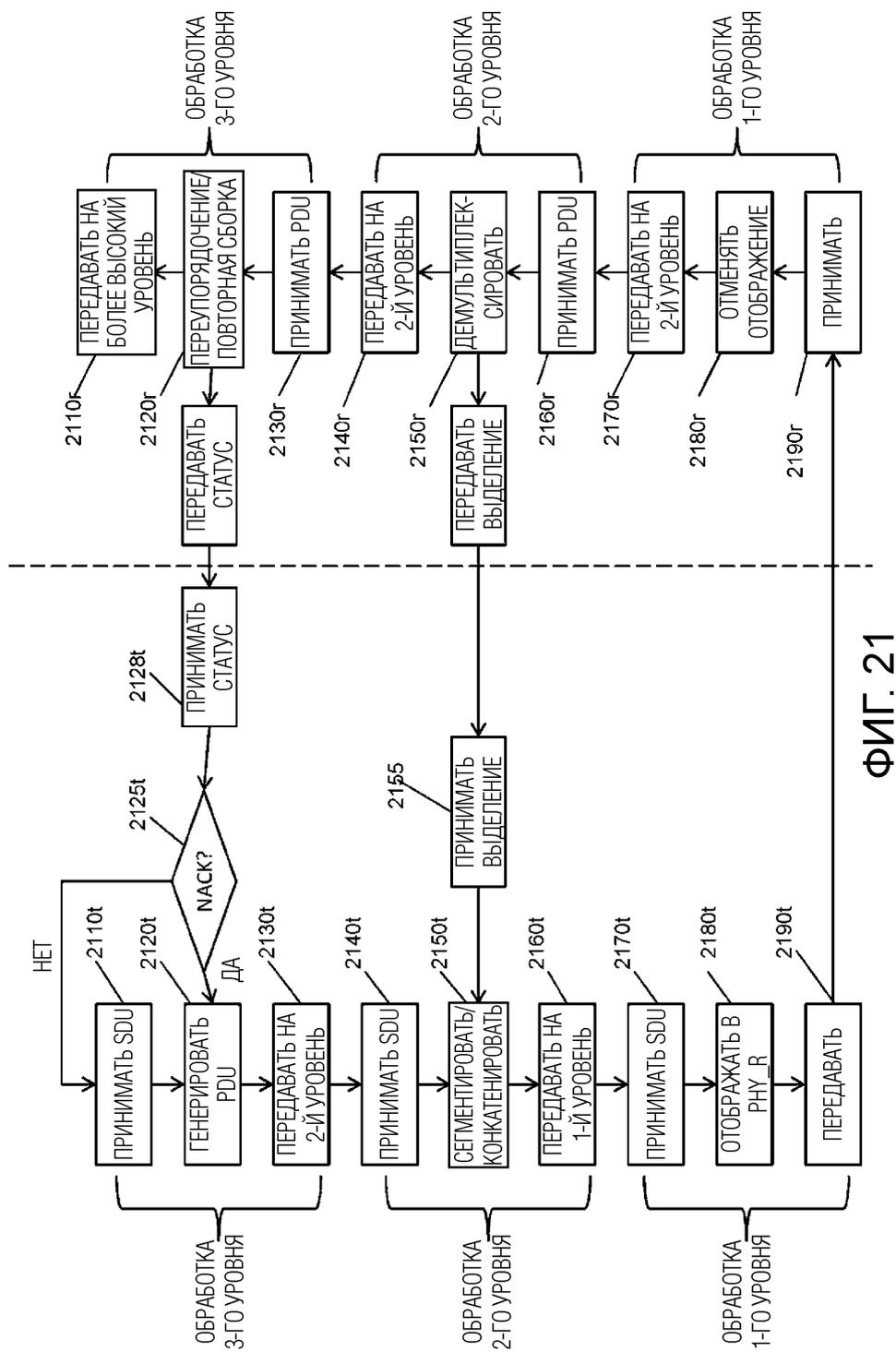
ФИГ. 19

20/33

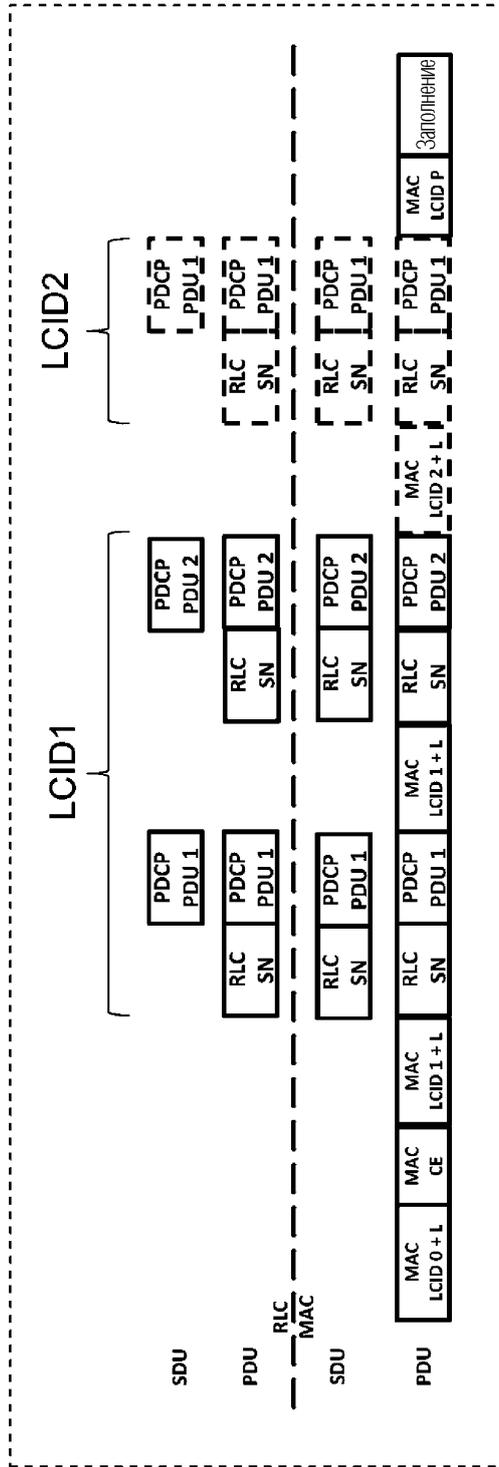


ФИГ. 20

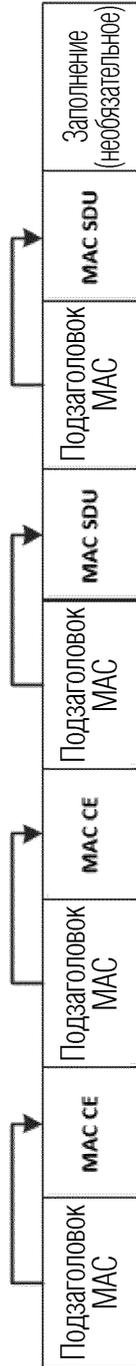
21/33



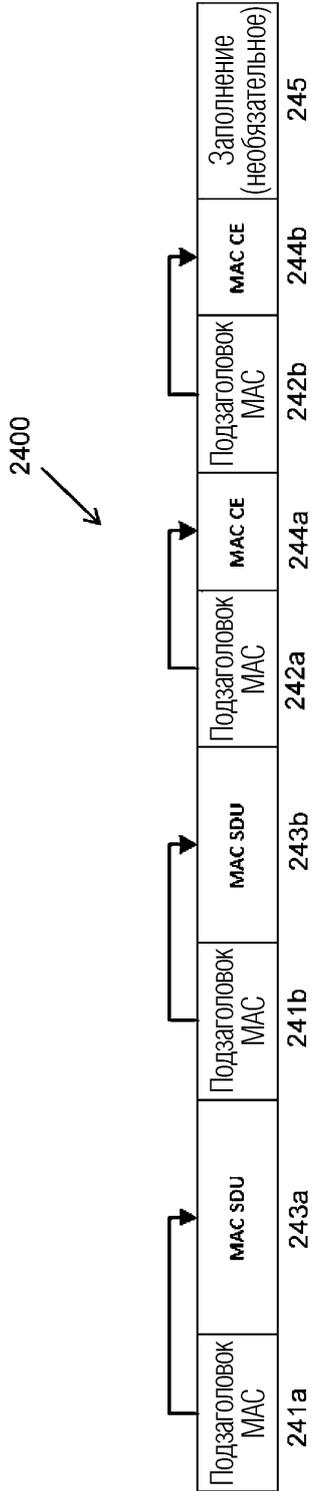
ФИГ. 21



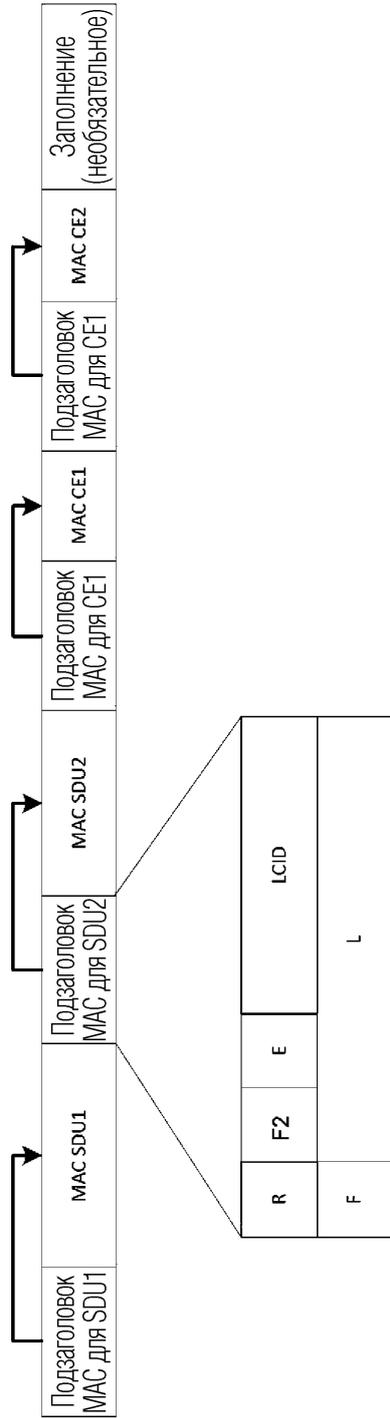
ФІГ. 22



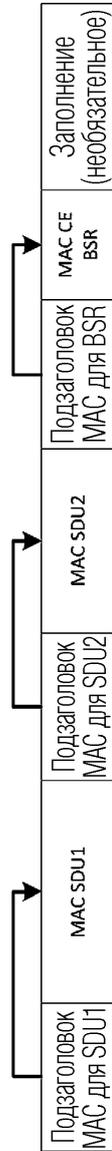
ФИГ. 23



ФИГ. 24

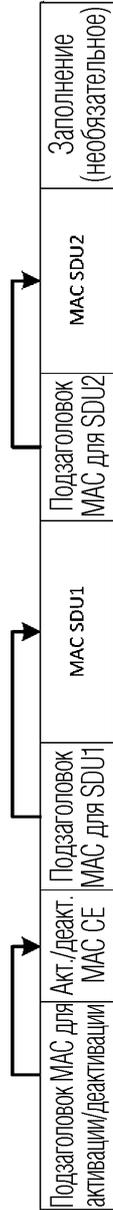


ФИГ. 25

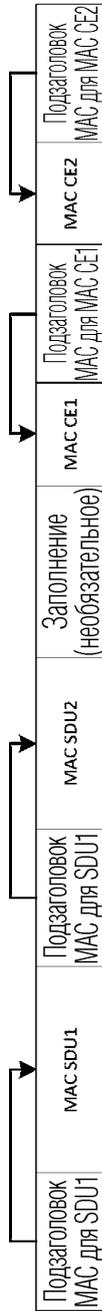


ФИГ. 26

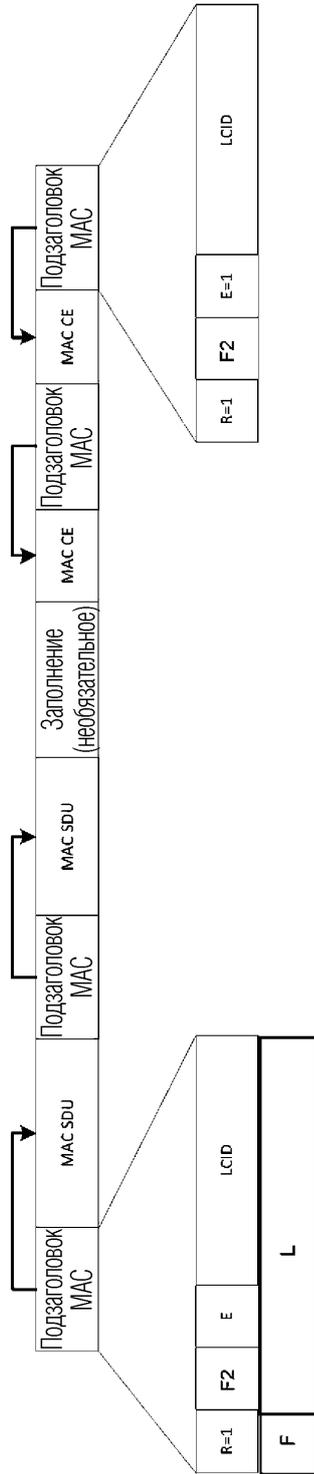
27/33



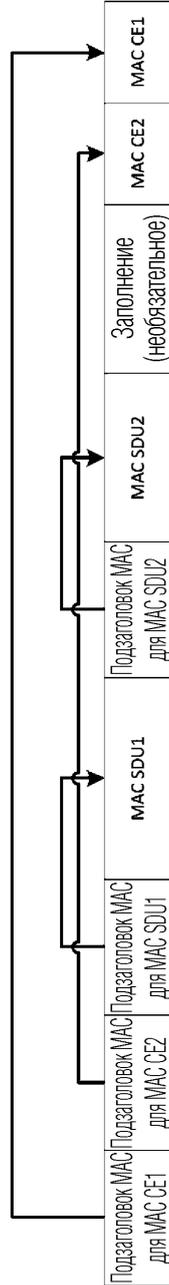
ФИГ. 27



ФИГ. 28

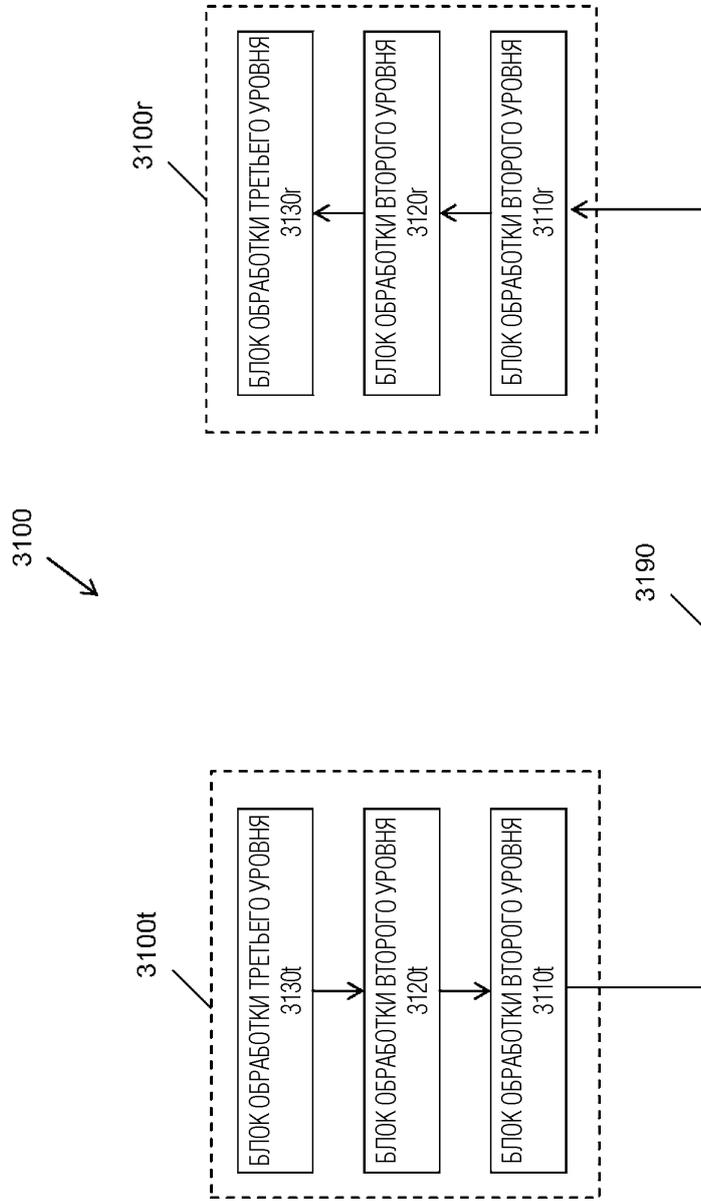


ФИГ. 29

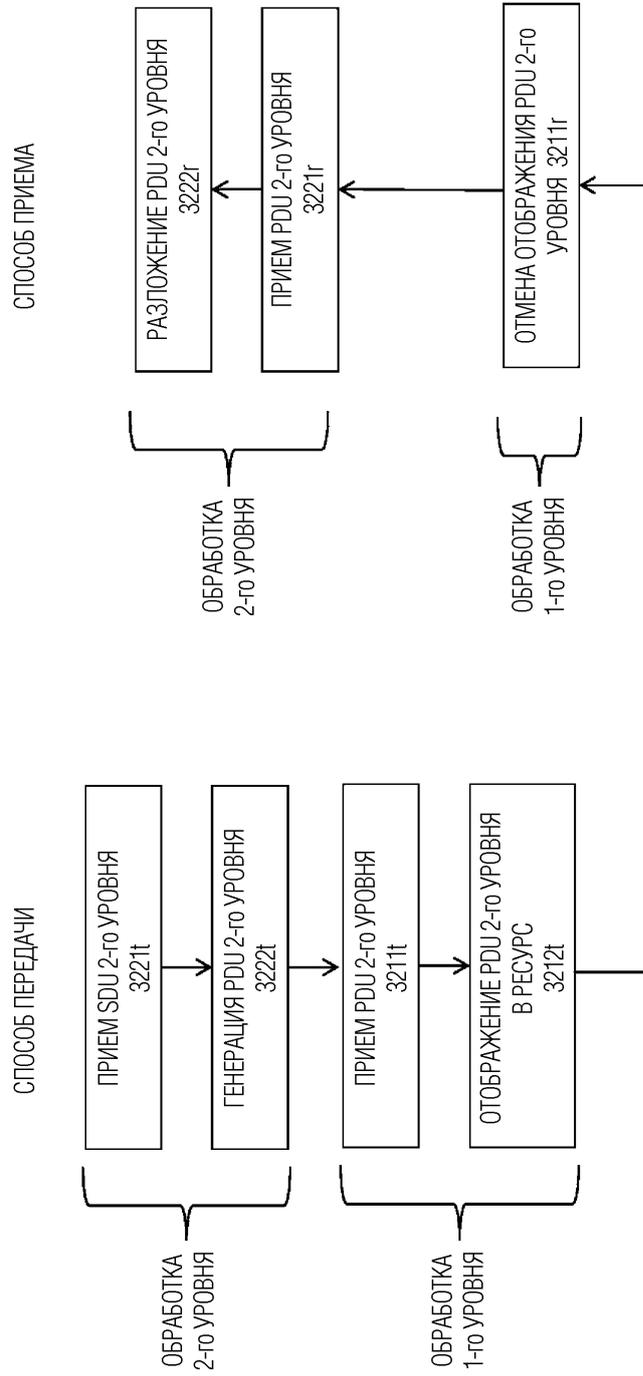


ФИГ. 30

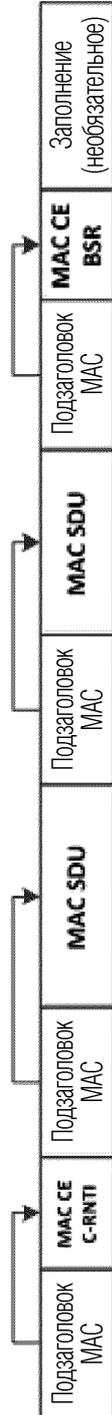
31/33



ФИГ. 31



ФИГ. 32



ФИГ. 33