РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 718 958**(13) **C1**

(51) МПК
H04W 74/00 (2009.01)
H04W 74/08 (2009.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H04W 72/0453 (2019.08); H04W 74/0816 (2019.08); H04L 5/0071 (2019.08)

(21)(22) Заявка: **2019111881, 16.10.2017**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.10.2017

Дата регистрации:
15.04.2020

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
21.10.2016 GB 1617880.8

(45) Опубликовано: **15.04.2020** Бюл. № 11

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: **21.05.2019**

(86) Заявка PCT:
EP 2017/076339 (16.10.2017)

(87) Публикация заявки PCT:
WO 2018/073171 (26.04.2018)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):
БАРОН, Стефан (FR),
НЕЗУ, Патрис (FR),
ВИЖЕ, Паскаль (FR)

(73) Патентообладатель(и):
КЭНОН КАБУСИКИ КАЙСЯ (JP)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 2016/198500 A1, 07.07.2016. JINSOO AHN (YONSEI UNIV): "MU mode EDCA control; 11-16-1220-01-00ax-mu-mode-edca-control", IEEE DRAFT; vol. 802.11ax, no 1 14 September 2016 (2016-09-14), pages 1-10, XP068107661, Retrieved from the Internet: URL:https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/16/11-16-1220-01-00ax-mu-mode-edca-control.pptx. US2014/086227 A1,** (см. прод.)

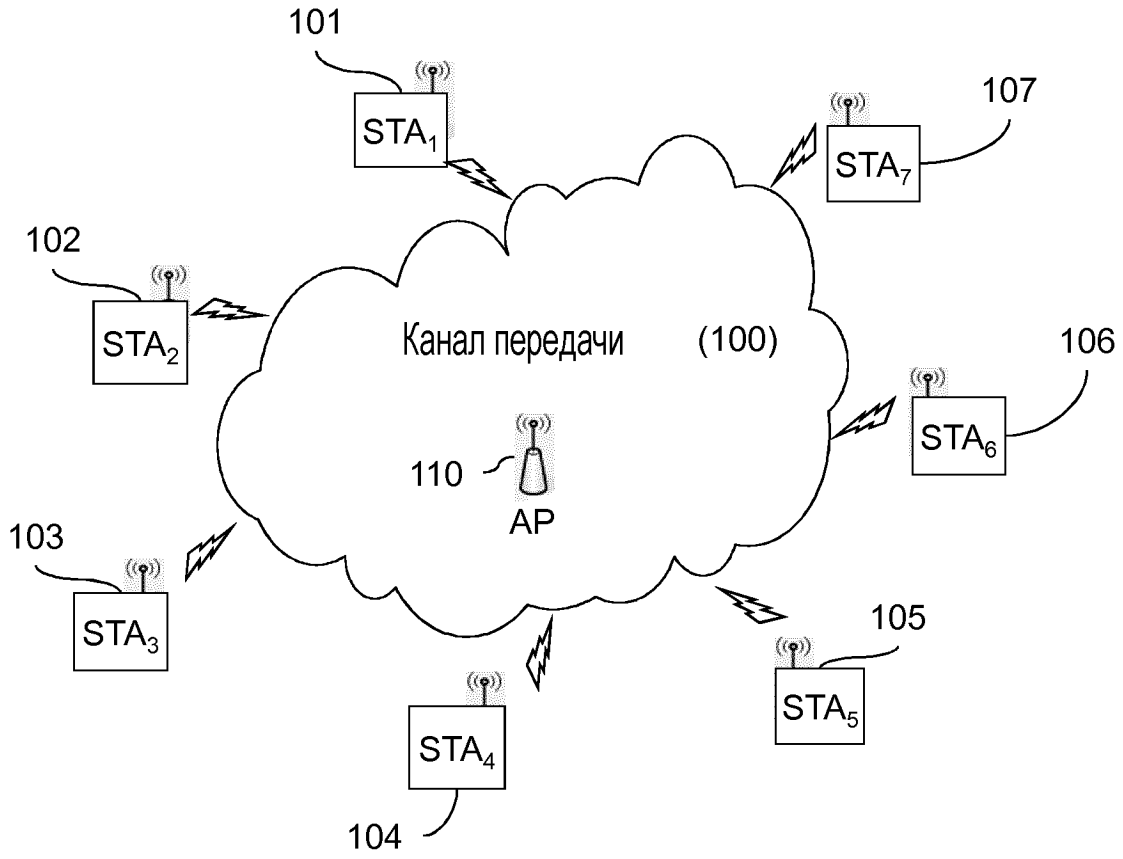
(54) РАСШИРЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ AC В РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЧИ МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО EDCA В БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к сетям связи. Технический результат изобретения заключается в обеспечении более точного контроля вероятности отправки однопользовательских UL-передач после многопользовательской UL-передачи посредством настройки параметров, составляющих часть набора параметров EDCA. Для избежания блокировки очередей узла в деградированном режиме MU EDCA из-за регулярной передачи OFDMA данных из другой очереди в единицах ресурсов, предоставляемых AP, используется множество таймеров, каждый из которых связан с одной из очередей трафика, при этом каждый таймер выполняет обратный отсчет заранее определенного периода, в течение которого параметры конкуренции остаются установленными в параметры MU-EDCA для соответствующей очереди трафика, прежде чем устанавливаться назад в параметры EDCA, отличающиеся от параметров MU-EDCA. 3 н. и 10 з.п. ф-лы, 21 ил.

RU 2718958 C1

RU 2718958 C1



ФИГ. 1

(56) (продолжение):
27.03.2014. RU 2426273 C2, 10.08.2011.

RU 2718958 C1

RU 2718958 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 718 958**(13) **C1**

(51) Int. Cl.
H04W 74/00 (2009.01)
H04W 74/08 (2009.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
H04W 72/0453 (2019.08); H04W 74/0816 (2019.08); H04L 5/0071 (2019.08)

(21)(22) Application: **2019111881, 16.10.2017**

(24) Effective date for property rights:
16.10.2017

Registration date:
15.04.2020

Priority:
(30) Convention priority:
21.10.2016 GB 1617880.8

(45) Date of publication: **15.04.2020** Bull. № **11**

(85) Commencement of national phase: **21.05.2019**

(86) PCT application:
EP 2017/076339 (16.10.2017)

(87) PCT publication:
WO 2018/073171 (26.04.2018)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
BARON, Stephane (FR),
NEZOU, Patrice (FR),
VIGER, Pascal (FR)

(73) Proprietor(s):
CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)

RU 2718958 C1

(54) ADVANCED CONTROL OF ACS IN MULTI-USER EDCA MODE IN WIRELESS NETWORK

(57) Abstract:

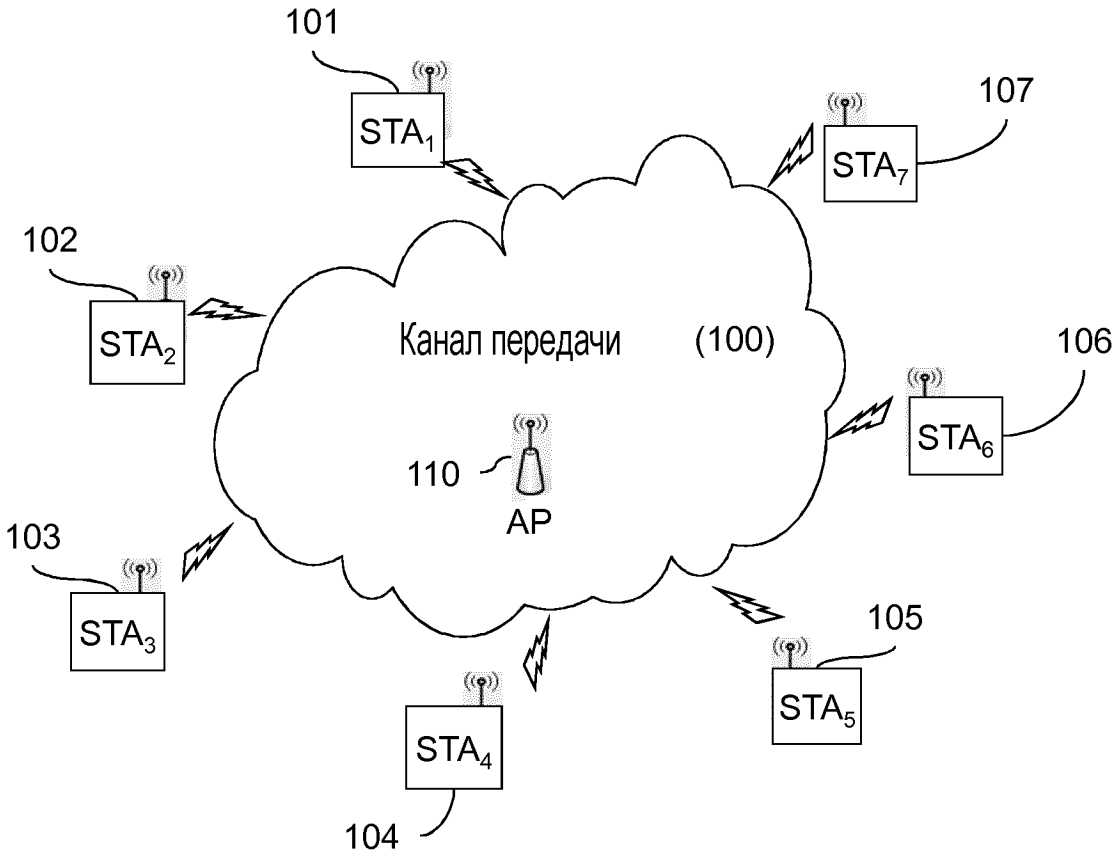
FIELD: electrical communication engineering.

SUBSTANCE: invention relates to communication networks. To avoid blocking unit queues in degraded MU EDCA mode due to OFDMA regular transmission of data from another queue in resource units provided by AP, multiple timers are used, each of which is associated with one of traffic queues, wherein each timer counts down a predetermined period during which the competition parameters remain fixed in the MU-EDCA parameters for the corresponding traffic queue before being set back to EDCA parameters different from the MU-EDCA parameters.

EFFECT: technical result of the invention is to provide more accurate control of the probability of sending single-user UL transmissions after multi-user UL transmission by setting parameters which form part of a set of EDCA parameters.

13 cl, 21 dwg

RU 2718958 C1



ФИГ. 1

RU 2718958 C1

RU 2718958 C1

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится, в общем, к сетям связи и, более конкретно, к сетям связи, предоставляющим узлам доступ к каналу через конкуренцию (состязание) и обеспечивающим вторичные доступы узлам к подканалам (или единицам ресурсов), разделяющим возможность передачи (TXOP), предоставленную точке доступа, чтобы передавать данные.

Изобретение находит применение в сетях беспроводной связи, в частности, в сетях 802.11ax, обеспечивающих узлам доступ к составному каналу 802.11ax и/или единицам ресурсов OFDMA, образующим, например, составной канал 802.11ax, предоставленный точке доступа и позволяющий выполнять связь восходящей линии связи.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Стандарт IEEE 802.11 MAC определяет способ, которым беспроводные локальные сети (WLAN) должны работать на физическом уровне и уровне управления доступом к среде (MAC). Типично, режим работы 802.11 MAC (управление доступом к среде) реализует хорошо известную функцию распределенной координации (DCF), которая опирается на механизм на конкурентной основе, основанный на так называемом методе "множественного доступа с зондированием несущей с предупреждением конфликта" (CSMA/CA).

Стандарт или режим работы протокола доступа к среде 802.11, в основном, направлен на управление узлами связи, ожидающими беспроводной среды, ставшей незанятой, чтобы попытаться получить доступ к беспроводной среде.

Режим работы сети, определенный стандартом IEEE 802.11ac, обеспечивает очень высокую пропускную способность (VHT), среди других средств, продвигаясь от диапазона 2,4 ГГц, который считается в высшей степени восприимчивым к помехам, к диапазону 5 ГГц, тем самым обеспечивая возможность использования более широких частотных смежных каналов 80 МГц, два из которых опционально могут быть объединены, чтобы получить канал 160 МГц в качестве рабочего диапазона беспроводной сети.

Стандарт 802.11ac также корректирует кадры управления, такие как кадры запроса передачи (RTS) и готовности передачи (CTS), чтобы обеспечить составные каналы с переменной и предопределенной шириной полосы 20, 40 или 80 МГц, причем составные каналы созданы из одного или нескольких каналов связи, которые являются смежными в пределах рабочего диапазона. Составной канал 160 МГц возможен за счет комбинации двух составных каналов 80 МГц в пределах рабочего диапазона 160 МГц. Кадры управления определяют ширину канала (пропускную способность) для целевого составного канала.

Поэтому составной канал состоит из первичного канала, на котором данный узел выполняет процедуру отката (возврата к предыдущему состоянию) EDCA для доступа к среде, и по меньшей мере одного вторичного канала, например, 20 МГц каждый.

EDCA (расширенный распределенный доступ к каналу) определяет категории трафика и четыре соответствующие категории доступа, которые позволяют обрабатывать по-разному высокоприоритетный трафик по сравнению с низкоприоритетным трафиком.

Реализация EDCA в узлах может быть выполнена с использованием множества очередей трафика (известных как "категории доступа") для обслуживания трафика данных с различными приоритетами, причем каждая очередь трафика ассоциирована с соответствующим значением отката очереди. Значение отката очереди вычисляется из соответствующих параметров конкуренции очереди, например, параметров EDCA, и используется, чтобы конкурировать за доступ к каналу связи для передачи данных,

сохраненных в очереди трафика.

Обычные параметры EDCA включают в себя CW_{min}, CW_{max} и AIFSN для каждой очереди трафика, где CW_{min} и CW_{max} являются нижней и верхней границами диапазона выбора, из которого выбирается EDCA окно конкуренции CW для данной очереди трафика. AIFSN является сокращением Arbitration Inter-Frame Space Number (числа арбитражных межкадровых интервалов) и определяет число временных сегментов (обычно 9 мкс), дополнительно к интервалу DIFS (величине, определяющей период AIFS), в котором узел должен зондировать среду как незанятую перед уменьшением значения отката очереди, ассоциированного с рассматриваемой очередью трафика.

Параметры EDCA могут быть определены в маяковом кадре, отправленном конкретным узлом в сети, чтобы широковещательно передавать сетевую информацию.

Окна конкуренции CW и значения отката очереди являются переменными EDCA.

Обычная процедура отката EDCA состоит для узла в том, чтобы выбрать значение отката очереди для очереди трафика из соответствующего окна конкуренции CW, а затем уменьшить его при зондировании среды как незанятой после периода AIFS. После того, как значение отката достигает нуля, узлу разрешается доступ к среде.

Значения или счетчики отката очереди EDCA, таким образом, играют две роли. Во-первых, они направляют узлы в эффективном доступе к среде путем снижения риска конфликтов; во-вторых, они предоставляют управление качеством обслуживания, QoS, путем отображения старения данных, содержащихся в очереди трафика (чем старше данные, тем ниже значение отката), и, таким образом, обеспечивают различные приоритеты очередям трафика с помощью различных значений параметров EDCA (особенно параметра AIFSN, который задерживает начало уменьшения значений отката очереди EDCA).

Благодаря процедуре отката EDCA, узел может, таким образом, получать доступ к сети связи, используя механизм доступа конкурентного типа на основе параметров конкуренции очереди, обычно на основе вычисленного счетчика или значения отката очереди.

Первичный канал используется в узлах связи, чтобы зондировать, является ли канал незанятым, и первичный канал может быть расширен с использованием вторичного канала или каналов для формирования составного канала. Первичный канал также может быть использован отдельно.

При условии древовидной разбивки рабочего диапазона на элементарные каналы 20 МГц, некоторые вторичные каналы именуются третичными или четвертичными каналами.

В 802.11ac, все передачи и, таким образом, возможные составные каналы включают в себя первичный канал. Это объясняется тем, что узлы выполняют полный множественный доступ с зондированием несущей/предупреждением конфликта (CSMA/CA) и отслеживанием вектора сетевого распределения (NAV) только на первичном канале. Остальные каналы назначаются в качестве вторичных каналов, на которых узлы имеют только функциональную возможность CCA (оценки свободного канала), т.е. обнаружение состояния/статуса занятости или незанятости упомянутого вторичного канала.

Проблема с использованием составных каналов, как определено в 802.11n или 802.11ac (или 802.11ax), состоит в том, что узлы, совместимые с использованием составных каналов (т.е. 802.11n и 802.11ac-совместимые узлы или "HT узлы", то есть узлы высокой пропускной способности), должны сосуществовать с унаследованными узлами, не способными использовать составные каналы, но полагающимися только на обычные

каналы 20 МГц (т.е. не-HT узлами, соответствующими, например, только 802.11a/b/g) в пределах одной и той же беспроводной сети, и, таким образом, совместно использовать одни и те же каналы 20 МГц.

Чтобы справиться с этой проблемой, стандарты 802.11n и 802.11ac и 802.11ax обеспечивают возможность дублировать кадры управления (например, RTS/CTS или CTS-to-Self или кадры ACK, чтобы квитировать правильный или ошибочный прием отправленных данных) по каждому каналу 20 МГц в унаследованном формате 802.11a (так называемом "не-HT"), чтобы установить защиту запрошенной TXOP по всему составному каналу.

Это делается для того, чтобы любой унаследованный узел 802.11a, который использует какой-либо канал 20 МГц, участвующий в составном канале, был осведомлен о происходящих передачах на канале 20 МГц. В результате, унаследованному узлу не разрешается инициировать новую передачу до конца TXOP текущего составного канала, предоставленной узлу 802.11n/ac/ax.

Как первоначально предложено в 802.11n, дублирование обычной 802.11a или "не-HT" передачи обеспечивается, чтобы разрешить отправлять два идентичных 20 МГЦ не-HT кадра управления одновременно как на первичном, так и вторичном каналах, формирующих используемый составной канал.

Этот подход был расширен для 802.11ac, чтобы разрешить дублирование на каналах, образующих 80 МГц или 160 МГц составной канал. В остальной части настоящего документа "дублированный не-HT кадр" или "дублированный не-HT кадр управления" или "дублированный кадр управления" означает, что устройство узла дублирует обычную или "не-HT" передачу данного кадра управления на вторичном 20 МГц канале (ax) рабочего диапазона (40 МГц, 80 МГц или 160 МГц).

На практике, чтобы запросить составной канал (равный или больший, чем 40 МГц) для новой TXOP, узел 802.11n/ac выполняет процедуру отката EDCA в первичном 20 МГц канале, как упоминалось выше. Параллельно с этим, он выполняет механизм зондирования канала, такой как обнаружение сигнала оценки свободного канала (CCA), на вторичных каналах для обнаружения вторичного канала или каналов, которые не заняты (состояние/статус канала "не занят") во время интервала PIFS перед началом новой TXOP (то есть перед тем, как истечет счетчик отката очереди).

Недавно, Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) официально утвердил целевую группу 802.11ax в качестве преемника 802.11ac. Основная задача целевой группы 802.11ax заключается в поиске улучшения в скорости передачи данных на устройства беспроводной связи, используемые в сценариях плотного развертывания.

Последние разработки в стандарте 802.11ax стремились оптимизировать использование составного канала множеством узлов в беспроводной сети, имеющей точку доступа (AP). Действительно, типичные контенты имеет существенное количество данных, например, относящихся к аудио-видео высокой четкости в реальном времени и интерактивному контенту. Кроме того, хорошо известно, что эффективность протокола CSMA/CA, используемого в стандарте IEEE 802.11, быстро ухудшается по мере увеличения числа узлов и объема трафика, то есть в плотных сценариях WLAN.

В этом контексте рассматривалась многопользовательская (MU) передача, чтобы позволить осуществлять множество одновременных передач к/от различных пользователей в направлениях как нисходящей линии связи (DL), так и восходящей линии связи (UL) от/к AP и при возможности передачи, предоставленной AP. В восходящей линии связи, многопользовательские передачи могут быть использованы для уменьшения вероятности конфликта, позволяя множеству не-AP станций или узлов

передавать одновременно.

Для того, чтобы фактически выполнить такую многопользовательскую передачу, было предложено разделить предоставленный канал связи на подканалы, также упоминаемые как единицы ресурсов (RU), которые являются совместно используемыми в частотной области множеством пользователей (не-AP станциями/узлами), основываясь, например, на методе множественного доступа с ортогональным частотным разделением (OFDMA). Каждая RU может быть определена количеством тонов, 80 МГц канал содержит до 996 используемых тонов.

OFDMA является многопользовательским вариантом OFDM, который возник как новая ключевая технология для повышения эффективности в расширенных, основанных на инфраструктуре беспроводных сетях. Он сочетает в себе OFDM на физическом уровне с множественным доступом с частотным разделением (FDMA) на уровне MAC, позволяя назначать разные поднесущие разным станциям/узлам для повышения параллелизма. Смежные поднесущие часто испытывают аналогичные условия канала и, таким образом, сгруппированы в подканалы: подканал OFDMA или RU, таким образом, является набором поднесущих.

В настоящее время предусмотрено, что гранулярность таких подканалов OFDMA мельче, чем исходный 20 МГц канальный диапазон. Как правило, 2 МГц или 5 МГц подканал может быть рассмотрен в качестве минимальной ширины, таким образом определяя, например, 9 подканалов или единиц ресурсов в пределах одного канала 20 МГц.

Многопользовательская особенность OFDMA позволяет AP назначать или предлагать различные RU для различных не-AP станций/узлов для повышения конкурентности. Это может способствовать уменьшению состязательности и конфликтов внутри сетей 802.11.

В отличие от OFDMA нисходящей линии связи, в котором AP может непосредственно отправлять множество данных к множеству станций (поддерживаемых конкретными указаниями внутри заголовка PLCP), для AP был принят механизм запуска, чтобы запускать связь по многопользовательской восходящей линии связи (MU UL) OFDMA от различных узлов.

Для того чтобы поддерживать многопользовательскую восходящую линию связи, то есть передачу восходящей линии связи к точке доступа (AP) стандарта 802.11ax во время упреждающей TXOP, 802.11ax AP должна предоставлять информацию сигнализации для унаследованных узлов (не-802.11ax узлов), чтобы устанавливать их NAV, и для 802.11ax узлов, чтобы определять распределение единиц ресурсов RU, предоставленных посредством AP.

Стандарт 802.11ax определяет кадр запуска (триггера) (TF), который отправляется от AP к 802.11ax узлам, чтобы запустить многопользовательские коммуникации восходящей линии связи.

Документ IEEE 802.11-15/0365 предлагает, что кадр "триггера" (TF) отправляется посредством AP, чтобы запросить передачу многопользовательского (OFDMA) PPDU восходящей линии связи (UL) от множества узлов. TF определяет единицы ресурсов, как предоставляется посредством AP узлам. В ответ, узлы передают UL MU (OFDMA) PPDU как немедленные ответы на кадр запуска. Все передатчики могут отправлять данные одновременно, но с использованием непересекающихся наборов RU (т.е. частот в схеме OFDMA), приводя в результате к передачам с меньшими помехами.

Ширина полосы или ширина целевого составного канала сигнализируется в кадре TF, что означает, что добавляется значение 20, 40, 80 или 160 МГц. Кадр TF отправляется

по первичному каналу 20 МГц и дублируется (реплицируется) на каждом из других каналов 20 МГц, формирующих целевой составной канал, если целесообразно. Как описано выше для дублирования кадров управления, ожидается, что каждый ближайший унаследованный узел (не-HT или 802.11ac узлы), принимающий TF на своем первичном канале, затем устанавливает свой NAV на значение, заданное в TF. Это препятствует этим унаследованным узлам осуществлять доступ к каналам целевого составного канала во время TXOP.

Единица ресурсов RU может быть зарезервирована для конкретного узла, и в этом случае AP указывает, в TF, узел, которому зарезервирована RU. Такая RU называется запланированной RU. Указанному узлу не требуется выполнять состязание за доступ к запланированной RU, зарезервированной для него.

Тип данных, который узлу разрешается передавать в запланированной RU, может быть задан посредством AP в TF. Например, TF включает в себя 2-битное поле "Предпочтительная AC", в котором AP указывает одну из четырех очередей трафика EDCA. С другой стороны, AP может позволить запланированной RU быть открытой для любого типа данных. Чтобы активировать или нет "Предпочтительную AC", TF включает в себя другое 1-битное поле, а именно, "Уровень предпочтения AC".

Для того чтобы лучше повысить эффективность системы по отношению к не-управляемому трафику на AP (например, кадрам управления восходящей линии связи из ассоциированных узлов, неассоциированных узлов, намеревающихся достичь AP, или просто не-управляемому трафику данных), единицы ресурсов могут предлагаться посредством AP узлам 802.11ax через доступ на конкурентной основе. Другими словами, единица ресурсов RU может быть случайным образом доступна более чем одному узлу (из группы узлов, зарегистрированных в AP). Такая RU называется случайной RU и указывается как таковая в TF. Случайные RU могут служить в качестве основы для конкуренции между узлами, желающими получить доступ к среде связи для отправки данных.

Примерная процедура выбора случайных ресурсов определяется в документе IEEE 802.11-15/1105. В соответствии с этой процедурой, каждый 802.11ax узел поддерживает выделенный механизм отката, упоминаемый ниже как механизм отката OFDMA или RU (для единицы ресурсов), используя параметры конкуренции RU, включая значение отката RU, чтобы состязаться за доступ к одной из случайных RU. После того, как его значение отката OFDMA или RU достигает нуля (оно, например, уменьшается в каждом новом кадре TF-R на число случайных RU, определенное в нем), узел получает право на доступ к RU и, таким образом, случайным образом выбирает одну RU из числа всех случайных RU, определенных в принятом кадре запуска. Затем он использует выбранную RU для передачи данных по меньшей мере одной из очередей трафика.

Как очевидно из описанного выше, многопользовательская схема доступа к среде восходящей линии связи (или схема доступа OFDMA или RU) позволяет снизить число конфликтов, порожденных одновременными попытками доступа к среде передачи, в то же время уменьшая непроизводительные издержки из-за доступа к среде, так как в стоимость доступа к среде распределяется между несколькими узлами. Схема доступа OFDMA или RU, таким образом, представляется достаточно более эффективной (в отношении использования среды), чем обычная схема доступа на конкурентной основе к среде EDCA (в контексте 802.11 соты высокой плотности).

Хотя схема доступа OFDMA или RU кажется более эффективной, схема доступа EDCA также должна выжить и, таким образом, сосуществовать со схемой доступа OFDMA или RU.

Это происходит главным образом из-за существования унаследованных 802.11 узлов, которые должны по-прежнему иметь возможность доступа к среде, в то время как они не осведомлены о схеме доступа OFDMA или RU. И глобальная равноправность для доступа к среде должна быть обеспечена.

Также тем более необходимо, чтобы 802.11ax узлы также имели возможность получить доступ к среде с помощью традиционного доступа к среде на конкурентной основе EDCA, например, для передачи данных на другой узел (т.е. для трафика иного, чем трафик восходящей линии связи на AP).

Таким образом, две схемы доступа к среде, схемы доступа EDCA и OFDMA/RU, должны сосуществовать.

Это сосуществование имеет недостатки.

Например, 802.11ax узлы и унаследованные узлы имеют одинаковую вероятность доступа к среде с использованием схемы доступа EDCA. Однако 802.11ax узлы имеют дополнительные возможности доступа к среде с использованием схемы доступа MU восходящей линии связи или OFDMA или RU.

Это приводит к тому, что доступ к среде является не вполне равноправным между 802.11ax узлами и унаследованными узлами.

Для того чтобы восстановить некоторую равноправность между узлами, были предложены решения, чтобы изменять, после успешной передачи данных на доступной единице ресурсов (т.е. через передачу UL OFDMA), текущее значение по меньшей мере одного параметра конкуренции очереди на значение со штрафом или пониженное значение, чтобы уменьшить для узла вероятность получения доступа к каналу связи через (EDCA) конкуренцию. Например, значение со штрафом или пониженное значение является более ограничительным, чем исходное (или унаследованное) значение.

Так, например, документ IEEE 802.11-16/1180, озаглавленный "*Proposed text changes for MU EDCA parameters*" предлагает, что, после успешной (MU UL OFDMA) передачи данных в единице ресурса, RU, зарезервированной AP, узел устанавливается в режим MU EDCA, в течение предопределенного времени, обратно отсчитываемого таймером (далее обозначенным как HEMUEDCATimer, что означает "таймер высокоэффективного многопользовательского EDCA"), в котором параметры EDCA установлены в значения, упоминаемые как значения параметров MU EDCA или MU значения, отличные от унаследованных значений, используемых в унаследованном режиме EDCA. Значения MU параметров установлены на более ограничительные значения, чем унаследованные значения: более ограничительные значения для параметров EDCA означают, что вероятность доступа для узла к каналу связи через схему доступа EDCA с использованием MU значений снижена по отношению к доступу с использованием унаследованных значений.

Другими словами, как только узел передает некоторые данные из одной или нескольких очередей трафика с использованием запланированной RU, назначенной узлу посредством AP, узел должен изменить параметры EDCA, ассоциированные с очередью(ями) трафика передачи (здесь ниже "деградированой", "со штрафом" или "блокированной" очередью(ями) трафика), на некоторые специальные более ограничительные ("MU" или "деградированные") значения, которые могут быть предоставлены посредством AP в специальном информационном элементе маякового кадра, что также включает в себя значение, подлежащее использованию узлами для их HEMUEDCATimer.

Таким образом, можно отметить, что AP отправляет к узлам более ограничительные значения, чтобы направлять узел в изменении текущих значений его параметров EDCA

на MU значения при успешной передаче узлом данных на доступной единице ресурсов. Это делается также, чтобы уменьшить для узла вероятность доступа к каналу связи через схему доступа EDCA.

Кроме того, AP может определить более ограничительные значения на основе истории данных, принятых от узлов (например, через RU).

Раскрытый подход предполагает увеличение только значения AIFSN для каждой очереди трафика передачи, сохраняя при этом CW_{min} и CW_{max} без изменений. Когда соответствующий период AIFS увеличивается, очереди трафика в режиме MU EDCA не разрешается (или по меньшей мере разрешается с существенной задержкой) снижать свое значение или счетчик отката очереди при обнаружении среды свободной, в частности, в условиях высокой плотности, в которой среда не остается свободной в течение длительного времени. Новые доступы к среде с использованием схемы доступа EDCA статистически существенно уменьшаются или даже больше невозможны.

При переключении в режим MU EDCA, узел запускает обратный отсчет своего HEMUEDCATimer. HEMUEDCATimer повторно инициализируется каждый раз, когда узел успешно (MU UL OFDMA) передает данные в новой зарезервированной RU. Значение инициализации HEMUEDCATimer предполагается высоким (например, несколько десятков миллисекунд), чтобы охватывать несколько новых возможностей для передач MU UL.

Когда HEMUEDCATimer истекает, очереди трафика в режиме MU EDCA переключаются обратно в режим унаследованного EDCA с параметрами унаследованного EDCA, тем самым очереди выходят из режима MU EDCA.

Таким образом, этот механизм двойных режимов работы, обычного режима EDCA и режима MU EDCA, способствует использованию механизма MU UL путем уменьшения для передающего узла MU UL вероятности получения доступа к среде с использованием механизма EDCA.

Механизм HEMUEDCATimer для повторной инициализации HEMUEDCATimer каждый раз, когда узел успешно передает новые данные на доступной зарезервированной RU, означает, что узел остается в состоянии MU EDCA, пока AP предоставляет узлу (запланированную или случайную) RU.

Такой подход имеет главный недостаток, как поясняется ниже.

Если узел передает данные из двух или более очередей трафика на одной или более единиц ресурсов, предоставленных AP (к примеру, если выделенная очередь трафика становится пустой, узел выбирает другие данные, подлежащие отправке, из очереди трафика с более высоким приоритетом), то две или более очередей трафика превращаются в MU и более ограничительный EDCA режим. Они в основном не могут получить доступ к среде через схему доступа EDCA, так как, например, их соответствующие AIFSN являются очень ограничительными.

Может случиться, что точка доступа регулярно предоставляет единицы ресурсов этому узлу (находящемуся в такой ситуации) с указанием предпочтительной очереди трафика, из которой должны выбираться данные.

Пока этот опрос с предпочтительной очередью трафика продолжается, узел опустошает соответствующую очередь трафика при доступе к предоставленным единицам ресурсов, поддерживая при этом две или более очередей трафика в режиме MU EDCA. Это означает, что другая очередь или очереди трафика остаются блокированными в MU и более ограничительном EDCA режиме и не могут очищаться путем доступа к среде.

QoS в сети, таким образом, серьезно ухудшается.

Краткое описание сущности изобретения

Настоящее изобретение направлено на преодоление вышеуказанных ограничений. В частности, оно направлено на преодоление потери обработки QoS в результате введения передач MU UL OFDMA.

Авторы изобретения обнаружили, что блокировка других очередей трафика в MU режиме конкуренции, таком как вышеописанный режим MU EDCA, проистекает из того, что HEMUEDCATimer повторно инициализируется каждый раз, когда данные из той же самой и предпочтительной очереди трафика (регулярно) передаются на единицах ресурсов. Единственность HEMUEDCATimer в том, чтобы одновременно управлять всеми очередями трафика в MU режиме конкуренции, является, таким образом, по существу, негативным фактором для QoS.

Таким образом, изобретение нацелено на восстановление некоторого QoS путем разбиения единственности HEMUEDCATimer.

В этом контексте, настоящее изобретение предлагает способ связи в сети связи, содержащей множество узлов, причем по меньшей мере один узел содержит множество очередей трафика для обслуживания трафика данных с различными приоритетами, каждая очередь трафика ассоциирована с соответствующим значением отката очереди, вычисленным из соответствующих параметров конкуренции очереди, имеющих унаследованные значения в унаследованном режиме конкуренции, и используемых, чтобы конкурировать за доступ к каналу связи, чтобы передавать данные, сохраненные в очереди трафика;

причем способ содержит, в узле:

передачу данных, сохраненных в двух или более очередях трафика, в одной или более доступных единицах ресурсов, обеспеченных другим узлом в пределах одной или более возможностей передачи, предоставленных другому узлу, на канале связи; и

при передаче данных в каждой доступной единице ресурса, установку каждой очереди трафика передачи (т.е. передачи в доступной единице ресурсов) в MU режим конкуренции, отличающийся от унаследованного режима конкуренции, в течение предопределенного периода, обратно отсчитываемого соответствующим таймером, ассоциированным с очередью трафика передачи, причем соответствующие параметры конкуренции очереди в MU режиме конкуренции устанавливаются в MU значения, отличающиеся от унаследованных значений; и

по истечении любого таймера, переключение обратно ассоциированной (деградированной) очереди трафика в унаследованный режим конкуренции, в котором соответствующие параметры конкуренции очереди устанавливаются обратно в унаследованные значения.

Таким образом, настоящее изобретение предлагает использовать выделенный HEMUEDCATimer для каждой очереди AC, чтобы обеспечить возможность для нее выйти из MU режима конкуренции независимо от других очередей AC.

Могут использоваться аппаратные или программно-реализуемые таймеры.

Равноправие между этими двумя режимами конкуренции, таким образом, восстанавливается для 802.11ax узлов.

То, что MU значения являются отличающимися от унаследованных значений для очереди трафика, означает, что MU и унаследованные значения по меньшей мере одного для того же самого параметра конкуренции отличаются друг от друга, независимо от того, являются ли MU и унаследованные значения других параметров конкуренции одинаковыми или различными.

Соответственно, настоящее изобретение также относится к узлу устройства связи в

сети связи, содержащей множество узлов, причем устройство связи содержит:

множество очередей трафика для обслуживания трафика данных с различными приоритетами, причем каждая очередь трафика ассоциирована с соответствующим значением отката очереди, вычисленным из соответствующих параметров конкуренции очереди, имеющих унаследованные значения в унаследованном режиме конкуренции, и используемым, чтобы конкурировать за доступ к каналу связи в порядке для передачи данных, сохраненных в очереди трафика;

множество таймеров, каждый из которых ассоциирован с одной из очередей трафика; и

по меньшей мере один микропроцессор, сконфигурированный для выполнения следующих этапов:

передачи данных, сохраненных в двух или более очередях трафика, в одной или более единицах ресурсов, обеспеченных другим узлом в пределах одной или более возможностей передачи, предоставленных другому узлу, на канале связи; и

при передаче данных в каждом доступном блоке ресурсов, установки каждой очереди трафика передачи в MU режим конкуренции, отличный от унаследованного режима конкуренции, в течение предопределенного периода, обратно отсчитываемого ассоциированным таймером, причем соответствующие параметры конкуренции очереди в MU режиме конкуренции установлены на MU значения, отличающиеся от унаследованных значений; и

по истечении любого таймера, переключения обратно ассоциированной (деградированной) очереди трафика в унаследованный режим конкуренции, в котором соответствующие параметры конкуренции очереди устанавливаются обратно в унаследованные значения.

Узел устройства имеет те же преимущества, что и способ, определенный выше.

Опциональные признаки настоящего изобретения определены в прилагаемой формуле изобретения. Некоторые из этих признаков описаны здесь ниже со ссылкой на способ, в то время как они могут быть преобразованы в признаки системы, предназначенные для любого узла устройства в соответствии с изобретением.

В вариантах осуществления, предопределенные (предпочтительно снижающиеся) периоды, используемые для инициализации таймеров, ассоциированных с двумя соответствующими очередями трафика, отличаются друг от друга. Эта конфигурация улучшает управление QoS.

В других вариантах осуществления, предопределенные периоды, используемые для инициализации таймеров, ассоциированных с соответствующими очередями трафика, вычисляются из общего значения инициализации, принятого от другого узла, и из параметра настройки, специфического для соответствующей очереди трафика. Комбинация общего значения инициализации и параметров настройки для очередей AC, таким образом, позволяет легко корректировать период, в течение которого каждая очередь AC должна оставаться в MU режиме конкуренции. Таким образом, эта конфигурация также улучшает управление QoS.

В вариантах, предопределенные периоды, используемые для инициализации таймеров, ассоциированных с соответствующими очередями трафика, устанавливаются в соответствующие значения инициализации, непосредственно принятые от другого узла. Иными словами, другой узел, такой как AP, непосредственно управляет периодами, в течение которых очередь AC должна соответственно оставаться в MU режиме конкуренции.

Эффективное управление QoS, таким образом, может быть достигнуто, в частности,

потому что другой узел, такой как AP, может иметь общее представление о сети (такое, как статистика конфликтов, число узлов и т.д.). Корректировка, чтобы отдавать приоритет той или иной очереди AC, таким образом, облегчается, и сеть, следовательно, становится более эффективной.

В некоторых вариантах осуществления, таймер, ассоциированный с соответствующей очередью трафика, повторно инициализируется на соответствующий предопределенный период каждый раз, когда данные из соответствующей очереди трафика передаются в доступной единице ресурсов, обеспеченной другим узлом в пределах любой последующей возможности передачи, предоставленной другому узлу, на канале связи.

Это означает, что таймер для очереди AC истекает, только если никакие данные из этой очереди AC не передаются в любой единице ресурсов, обеспеченной другим узлом в течение предопределенного периода после инициализации этого таймера. В противном случае, таймер повторно инициализируется снова.

Как следствие, эта очередь трафика может выйти из MU режима конкуренции путем восстановления соответствующих параметров конкуренции очереди на унаследованные значения, только если никакие данных из рассматриваемой очереди AC не передаются в режиме OFDMA в течение указанного периода.

В вариантах осуществления, способ дополнительно содержит, в узле, конкурирующем за доступ к каналу связи, использование параметров конкуренции очереди в MU режиме конкуренции. Это означает, что MU режим конкуренции следует той же схеме конкуренции, что и унаследованный режим конкуренции, например, обычный EDCA, но с MU параметрами конкуренции, предпочтительно деградированными (т.е. более ограничительными), чтобы штрафовать очереди AC, которые опрашиваются посредством AP, чтобы передавать в RU.

В вариантах осуществления, способ дополнительно содержит, в узле, периодический прием маякового кадра от точки доступа, причем каждый маяковый кадр широковещательно передает сетевую информацию о сети связи на множество узлов,

причем по меньшей мере один принятый маяковый кадр включает в себя унаследованные значения и MU значения для параметров конкуренции очереди из множества очередей трафика и по меньшей мере одно значение инициализации для инициализации таймера на предопределенные периоды, ассоциированные с очередями трафика.

В вариантах осуществления, очередь или очереди передачи трафика устанавливаются в MU режим конкуренции только после успешной передачи данных в соответствующей доступной единице ресурса. Такая конфигурация гарантирует равноправие. Действительно, в философии переключения режима конкуренции, MU режим должен быть реализован только для компенсации существования других возможностей передачи (здесь через RU), что означает, что данные успешно переданы.

В некоторых вариантах осуществления, MU значения включают в себя деградированное число арбитражных межкадровых интервалов, AIFSN, по сравнению с унаследованными значениями. Эта конфигурация проста в реализации, чтобы непосредственно снизить (вплоть до желаемого уровня) шансы конкретной очереди трафика для доступа к среде через EDCA.

В частности, каждое значение отката очереди передачи может быть первоначально выбрано из соответствующего окна конкуренции, причем значение отката передачи очереди уменьшается узлом с течением времени, чтобы получить доступ к каналу связи при достижении нуля, и

MU значения параметров конкуренции очереди могут включать в себя те же самые

нижнюю CW_{min} и/или верхнюю CW_{max} границы, которые определяют диапазон выбора, из которого выбирается размер окна конкуренции, в качестве унаследованных значений.

Такая конфигурация упрощает вход и выход в/из MU режима конкуренции (режима MU EDCA), так как окно конкуренции может быть сохранено неизменным. Однако варианты могут предусматривать наличие различных границ между унаследованными и MU значениями.

В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно содержит, в узле, при доступе к единице ресурса, обеспеченной другим узлом в пределах последующей возможности передачи, предоставленной другому узлу:

выбор данных из очередей трафика как в MU, так и унаследованном режимах конкуренции, на основе ассоциированных текущих значений отката очереди,

передачу выбранных данных в доступной единице ресурса в рамках новой возможности передачи.

Равноправное управление QoS, таким образом, поддерживается при реализации настоящего изобретения.

В соответствии с конкретным признаком, выбор данных включает выбор данных из очереди трафика, ассоциированной с наименьшим текущим значением отката очереди. EDCA-подобное поведение очередей AC, таким образом, сохраняется.

В альтернативных вариантах осуществления, способ дополнительно содержит, в узле, при доступе к единице ресурса, предоставленной другим узлом в рамках пределах последующей возможности передачи, предоставленной другому узлу:

выбор данных из предпочтительной очереди трафика, указанной другим узлом,

передачу выбранных данных в доступной единице ресурса в рамках новой возможности передачи.

В соответствии с конкретным признаком, указание предпочтительной очереди трафика включено в кадр запуска, принимаемый от другого узла, причем кадр запуска резервирует возможность передачи, предоставленную другому узлу на канале связи и определяющую единицы ресурсов, RU, образующие канал связи, включающий в себя доступную единицу ресурса.

Такой подход делает возможным для другого узла, обычно AP, осуществлять управление QoS.

В некоторых вариантах осуществления изобретения, доступная единица ресурса, на которой передаются данные, является случайной единицей ресурса, доступ к которой осуществляется через конкуренцию с использованием отдельных параметров конкуренции RU (отдельно от вышеуказанных параметров конкуренции очереди).

В других вариантах осуществления, доступная единица ресурса, на которой передаются данные, является запланированной единицей ресурса, причем запланированный ресурс назначается другим узлом данному узлу.

Конечно, некоторые узлы могут получать доступ к запланированным RU, в то время как другие узлы могут одновременно получать доступ к случайным RU, приводя в результате к наличию одновременно различных узлов в MU режиме конкуренции (для одной или более очередей AC).

В некоторых вариантах осуществления, другой узел является точкой доступа сети связи, в которой узлы регистрируются. Это положение предпочтительно извлекает выгоду из центрального положения точки доступа.

С точки зрения точки доступа, настоящее изобретение предлагает способ связи в сети связи, содержащей множество узлов и точку доступа, каждый узел содержит множество очередей трафика для обслуживания трафика данных с различными

приоритетами, каждая очередь трафика ассоциирована с соответствующим значением отката очереди, вычисленным из соответствующих параметров конкуренции очереди, имеющих унаследованные значения в унаследованном режиме конкуренции, и используемым, чтобы конкурировать за доступ к каналу связи, чтобы передавать данные, сохраненные в очереди трафика;

причем способ содержит, в точке доступа:

доступ к каналу связи для отправки кадра запуска, резервирующего возможность передачи на канале связи и определяющего единицы ресурсов, RU, образующие канал связи для узлов, чтобы передавать данные в точку доступа,

отправку, к узлам, набора унаследованных значений параметров конкуренции очереди и набора MU значений параметров конкуренции очереди, отличных от набора унаследованных значений, и набора значений инициализации таймеров узлов, ассоциированных с очередями трафика соответственно, чтобы конфигурировать каждый узел, когда каждая из двух или более очередей трафика узла переключается между MU режимом конкуренции, в котором соответствующие параметры конкуренции очереди установлены на MU значения, и унаследованным режимом конкуренции, чтобы поддерживаться в течение предопределенного периода, инициализированного на основе ассоциированного значения инициализации и обратно отсчитываемого ассоциированным таймером, причем соответствующие параметры конкуренции очереди в MU режиме конкуренции устанавливаются на соответствующие MU значения.

Соответственно, точка доступа в сети связи, также содержащей множество узлов, причем каждый узел содержит множество очередей трафика для обслуживания трафика данных с различными приоритетами, каждая очередь трафика ассоциирована с соответствующим значением отката очереди, вычисленным из соответствующих параметров конкуренции очереди, имеющих унаследованные значения в унаследованном режиме конкуренции, и используемым, чтобы конкурировать за доступ к каналу связи, чтобы передавать данные, сохраненные в очереди трафика;

упомянутая точка доступа содержит по меньшей мере один микропроцессор, сконфигурированный для выполнения следующих этапов:

доступа к каналу связи для отправки кадра запуска, резервирующего возможность передачи на канале связи и определяющего единицы ресурсов, RU, образующие канал связи для узлов, чтобы передавать данные в точку доступа,

отправки, к узлам, набора унаследованных значений параметров конкуренции очереди и набора MU значений параметров конкуренции очереди, отличных от набора унаследованных значений, и набора значений инициализации таймеров узлов, ассоциированных с очередями трафика соответственно, чтобы конфигурировать каждый узел, когда каждая из двух или более очередей трафика узла переключается между унаследованным режимом конкуренции, в котором соответствующие параметры конкуренции очереди установлены на унаследованные значения, и MU режимом конкуренции, чтобы поддерживаться в течение предопределенного периода, инициализированного на основе ассоциированного значения инициализации и обратно отсчитываемого ассоциированным таймером, причем соответствующие параметры конкуренции очереди в MU режиме конкуренции устанавливаются на соответствующие MU значения.

Точка доступа может, таким образом, эффективно контролировать равноправность в сети. Действительно, через MU значения и значения таймеров, точка доступа может побуждать узлы корректировать свою схему доступа EDCA в MU режиме конкуренции, отличном от обычного унаследованного режима.

Предпочтительно, унаследованные и MU значения, а также значения таймера, могут быть оценены на основе истории прошлых передач из узлов, в частности в RU, обеспеченных точкой доступа (случайных или запланированных RU).

Опциональные признаки настоящего изобретения определены в прилагаемой формуле изобретения. Некоторые из этих признаков описаны здесь ниже со ссылкой на способ, в то время как они могут быть преобразованы в признаки системы, предназначенные для любого узла устройства в соответствии с изобретением.

В некоторых вариантах осуществления, наборы унаследованных значений и MU значений и значений инициализации передаются в одном или нескольких маяковых кадрах, периодически передаваемых точкой доступа, чтобы широковещательно передавать сетевую информацию о сети связи на множество узлов.

В других вариантах осуществления, наборы унаследованных значений и MU значений отличаются различными числами арбитражных межкадровых интервалов, AIFSN.

В частности, каждое значение отката очереди узла может быть первоначально выбрано из соответствующего окна конкуренции, причем значение отката очереди передачи уменьшается узлом с течением времени, чтобы получить доступ к каналу связи при достижении нуля, и

наборы унаследованных значений и MU значений могут включать в себя те же самые нижнюю границу CW_{min} и/или верхнюю границу CW_{max}, которые определяют совместно диапазоны выбора, из которых соответственно выбираются размеры окон конкуренции, ассоциированные с очередями трафика.

Другой аспект настоящего изобретения относится к не-временному считываемому компьютером носителю, хранящему программу, которая, при исполнении микропроцессором или компьютерной системой в устройстве, побуждает устройство выполнять любой способ, как определено выше.

Не-временный считываемый компьютером носитель может иметь признаки и преимущества, которые аналогичны тем, которые изложены выше и ниже по отношению к способам и устройствам.

Другой аспект настоящего изобретения относится к способу, по существу, как описано здесь со ссылкой и показано на фиг. 5b, или фиг. 11, или фиг. 11 и фиг. 12, или фиг. 11, 12 и 14b, или фиг. 11, 12 и 14c прилагаемых чертежей.

По меньшей мере части способов в соответствии с изобретением могут быть реализованы компьютером. Соответственно, настоящее изобретение может принимать форму полностью аппаратного варианта осуществления, полностью программного варианта осуществления (включая встроенное программное обеспечение, резидентное программное обеспечение, микрокод и т.д.) или варианта осуществления, комбинирующего аспекты программного обеспечения и аппаратных средств, все из которых могут, в общем, упоминаться в настоящем документе как "схема", "модуль" или "система". Кроме этого, настоящее изобретение может принимать форму компьютерного программного продукта, воплощенного на любом осязаемом носителе, который имеет компьютерный программный код, воплощенный на носителе.

Поскольку настоящее изобретение может быть реализовано в программном обеспечении, настоящее изобретение может быть осуществлено как считываемый компьютером код для предоставления на программируемое устройство по любой подходящей несущей среде. Осязаемый носитель может содержать носитель хранения, такой как накопитель на жестком диске, устройство на магнитной ленте или устройство твердотельной памяти и тому подобное. Временный (переходный) носитель может включать в себя сигнал, такой как электрический сигнал, электронный сигнал,

оптический сигнал, акустический сигнал, магнитный сигнал или электромагнитный сигнал, например, микроволновой или RF сигнал.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Дополнительные преимущества настоящего изобретения станут очевидными для специалистов в данной области техники при изучении чертежей и подробного описания. Варианты осуществления изобретения далее будут описаны, только в качестве примера, со ссылкой на следующие чертежи.

Фиг. 1 иллюстрирует типичную беспроводную систему связи, в которой могут быть реализованы варианты осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 2a, 2b иллюстрируют категории доступа, затрагивающие IEEE 802.11e EDCA;

Фиг. 2c иллюстрирует пример значений для деградированного набора параметров EDCA.

Фиг. 3a иллюстрирует 802.11ac механизм для обратного отсчета счетчика отката;

Фиг. 3b иллюстрирует пример отображения между восьмью приоритетами класса трафика и четырьмя EDCA AC.

Фиг. 4 иллюстрирует пример 802.11ax схемы передачи OFDMA восходящей линии связи, в которой точка доступа выдает кадр запуска для резервирования возможности передачи подканалов (единиц ресурсов) OFDMA на канале 80 МГц, как известно в данной области техники;

Фиг. 4a иллюстрирует 802.11ac распределение каналов, которые поддерживают ширину полосы канала 20 МГц, 40 МГц, 80 МГц или 160 МГц, как известно в данной области техники;

Фиг. 5a иллюстрирует состояния очередей передачи трафика, переключенных в режим MU EDCA, как известно из предшествующего уровня техники;

Фиг. 5b иллюстрирует состояния очередей передачи трафика, переключенных в режим MU EDCA в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 6 иллюстрирует схематичное изображение устройства связи или станции в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 7 иллюстрирует схематичное изображение устройства беспроводной связи в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 8 иллюстрирует примерный блок передачи узла связи согласно вариантам осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 9 иллюстрирует, используя блок-схему последовательности операций, основные этапы, выполняемые с помощью уровня MAC узла, при приеме новых данных, подлежащих передаче, в вариантах осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 10 иллюстрирует, с использованием блок-схемы последовательности операций, этапы доступа к среде на основе схемы доступа к среде EDCA, в обоих случаях с не-деградированными параметрами EDCA или с деградированными параметрами EDCA, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 11 иллюстрирует, с использованием блок-схемы последовательности операций, этапы доступа к единицам ресурсов на основе схемы доступа RU или OFDMA при приеме кадра запуска, определяющего RU в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 12 иллюстрирует, с использованием блок-схемы последовательности операций, управление узлом, при переключении обратно в не-деградированный режим, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 13 иллюстрирует структуру кадра запуска, как это определено в стандарте 802.11ax;

Фиг. 14a иллюстрирует структуру стандартизированного информационного элемента, используемого для описания параметров EDCA в маяковом кадре; и

Фиг. 14b и 14c иллюстрируют примерные структуры выделенного информационного элемента для передачи значений деградированных параметров EDCA в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, а также в качестве значения HEMUEDCATimer.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Изобретение будет описано с помощью конкретных неограничивающих примерных вариантов осуществления и со ссылкой на прилагаемые чертежи.

Фиг. 1 иллюстрирует систему связи, в которой несколько узлов связи (или станций) 101-107 обмениваются кадрами данных по радио каналу 100 передачи беспроводной локальной сети (WLAN), под управлением центральной станции или точки доступа (AP) 110, в которой зарегистрировались узлы. Радио канал 100 передачи определен рабочей полосой частот, состоящей из одного канала или нескольких каналов, образующих составной канал.

Доступ к совместно используемой радио среде, чтобы передавать кадры данных, основывается на методе CSMA/CA, для зондирования несущей и предотвращения конфликта путем разделения одновременных передач в пространстве и времени.

Зондирование несущей в CSMA/CA осуществляется как физическими, так и виртуальными механизмами. Виртуальное зондирование несущей достигается посредством передачи управляющих кадров для резервирования среды перед передачей кадров данных.

Затем, источник или узел передачи, включая AP, сначала пытается, через физический механизм, зондировать среду, которая была не занята в течение по меньшей мере одного периода времени DIFS (что означает DCF межкадровый интервал), перед передачей кадров данных.

Однако если обнаруживается, что совместно используемая радио среда занята в течение периода DIFS, узел-источник продолжает ждать, пока радио среда не освободится.

Чтобы получить доступ к среде, узел запускает счетчик отката обратного отсчета, предназначенный, чтобы истекать после некоторого числа временных сегментов, выбранных случайным образом в так называемом окне конкуренции [0, CW], CW (целое число). Этот механизм отката или процедура, называемая также схемой доступа к каналу, является основным механизмом предупреждения конфликтов, который отсрочивает время передачи на случайный интервал, таким образом, уменьшая вероятность конфликтов на совместно используемом канале. По истечении периода времени отката передачи (то есть счетчик отката достигает нуля), узел-источник может передавать данные или управляющие кадры, если среда не занята.

Одна проблема беспроводных передач данных состоит в том, что узел-источник не может осуществлять прослушивание при отправке, препятствуя узлу-источнику обнаруживать искажение данных из-за явлений замирания или помехи или конфликтов канала. Узел-источник остается неосведомленным об искажении переданных кадров данных и продолжает передавать кадры ненужным образом, тем самым затрачивая впустую время доступа.

Механизм предупреждения конфликта CSMA/CA, обеспечивает положительное квитирование (ACK) отправленных кадров данных принимающим узлом, если кадры успешно приняты, чтобы уведомить узел-источник, что не произошло искажения отправленных кадров данных.

ACK передается в конце приема кадра данных, сразу же после определенного периода времени называемым коротким межкадровым интервалом (SIFS).

Если узел-источник не получает ACK в течение заданного таймаута ACK или обнаруживает передачу другого кадра по каналу, то он может сделать вывод о потере кадра данных. В этом случае он, как правило, повторно планирует передачу кадра в соответствии с вышеуказанной процедурой отката.

Для повышения эффективности предупреждения конфликтов CSMA/CA опционально реализуется четырехсторонний механизм квитирования. Одна реализация известна как обмен RTS/CTS, определенный в стандарте 802.11.

Обмен RTS/CTS заключается в обмене управляющими кадрами для резервирования радио среды перед передачей кадров данных во время возможности передачи, называемой TXOP в стандарте 802.11, таким образом, защищая передачу данных от любых дальнейших конфликтов. Четырехсторонний механизм квитирования CTS/RTS хорошо известен и поэтому далее здесь не описывается. Может быть дана ссылка на стандарт для получения более подробной информации.

Четырехсторонний механизм квитирования RTS/CTS является очень эффективным с точки зрения производительности системы, в частности, в отношении больших кадров, так как он уменьшает длину сообщений, затронутых процессом конкуренции.

Более подробно, предполагая идеальное зондирование канала каждым узлом связи, конфликт может произойти только тогда, когда два или более кадров передаются в пределах одного временного сегмента после DIFS (DCF межкадрового интервала) или когда счетчики отката двух (или более) узлов-источников достигли нуля почти в то же самое время. Если оба узла-источника используют механизм RTS/CTS, этот конфликт может произойти только для кадров RTS. К счастью, такой конфликт рано обнаруживается узлами-источниками при отсутствии приема ответа CTS.

Управление качеством обслуживания (QoS) было введено на уровне узла в таких беспроводных сетях с помощью хорошо известного механизма EDCA, определенного в стандарте IEEE 802.11e.

Действительно, в первоначальном стандарте DCF, узел связи включает в себя только одну (один) очередь/буфер передачи. Однако, поскольку последующий кадр данных не может быть передан, прежде чем закончится передача/повторная передача предыдущего кадра, задержка передачи/повторной передачи предыдущего кадра препятствует в QoS для осуществляемой связи.

Фиг. 2a, 2b и иллюстрируют механизм IEEE 802.11e EDCA, затрагивающий категории доступа, чтобы улучшить качество обслуживания (QoS).

Стандарт 802.11e опирается на функцию координации, называемую гибридной функцией координации (HCF), которая имеет два режима работы: расширенный распределенный доступ к каналу (EDCA) и контролируемый доступ к каналу HCF (HCCA).

EDCA усиливает или расширяет функциональность исходного способа доступа DCF: EDCA был разработан, чтобы поддерживать приоритизированные трафики, аналогичные DiffServ (дифференцированные услуги), что является протоколом для определения и управления сетевым трафиком по классу, так что определенные типы трафика имеют более высокий приоритет.

EDCA является доминирующей схемой или механизмом доступа к каналу в WLAN, поскольку имеет распределенный и легко развертываемый механизм. Схема конкурирует за доступ к по меньшей мере одному каналу связи в сети связи с использованием параметров конкуренции, чтобы узел передавал локально сохраненные данные по

доступному каналу связи.

Указанный выше недостаток, состоящий в безуспешности получения удовлетворительного QoS из-за задержки в повторной передаче кадра, был преодолен с помощью множества очередей/буферов передачи.

Поддержка QoS в EDCA достигается введением четырех категорий доступа (AC) и, тем самым, четырех соответствующих передач/очередей или буферов трафика (210). Как правило, четырьмя AC являются следующие в нисходящем порядке приоритета: голос (или "AC_VO"), видео (или "AC_VI"), наилучших усилий (или "AC_BE") и фоновый (низкоприоритетный) (или "AC_BG").

Конечно, может рассматриваться другое количество очередей трафика.

Каждая AC имеет свою собственную очередь/буфер трафика для хранения соответствующих кадров данных, подлежащих передаче по сети. Кадры данных, а именно, MSDU, поступающие с верхнего уровня стека протоколов, отображаются на одну (один) из четырех очередей/буферов AC и, таким образом, вход в отображенный AC буфер.

Каждая AC также имеет свой собственный набор параметров конкуренции очереди и ассоциирована со значением приоритета, таким образом, определяя трафики высокого или более низкого приоритета MSDU. Таким образом, существует множество очередей трафика для обслуживания трафика данных с различными приоритетами. Параметры конкуренции очереди обычно включают в себя параметры CW_{min},CW_{max}, AIFSN и TXOP_Limit для каждой очереди трафика. CW_{min} и CW_{max} являются нижней и верхней границами диапазона выбора, из которого выбирается окно конкуренции, CW, EDCA для данной очереди трафика. AIFSN означает число арбитражных межкадровых интервалов и определяет число временных сегментов (обычно 9 мкс) дополнительных к интервалу DIFS (величина, определяющая период AIFS), узел должен зондировать среду в качестве свободного, прежде чем уменьшать значение/счетчик отката очереди передачи, ассоциированные с очередью трафика. TXOP_Limit определяет максимальный размер TXOP, который узел может запросить.

Это означает, что каждая AC (и соответствующий буфер) действуют в качестве независимого конкурирующего объекта DCF, включая соответствующий механизм 211 отката очереди. Таким образом, каждый механизм 211 отката очереди передачи ассоциирован с соответствующей очередью 210 трафика для использования параметров конкуренции очереди и установки соответствующего значения/счетчика отката очереди (случайным образом выбираемого из CW), подлежащего использованию для конкуренции за доступ по меньшей мере к одному каналу связи, чтобы передавать данные, сохраненные в соответствующей очереди трафика, на доступом канале связи.

Окно конкуренции CW и значение/счетчик очереди отката известны как переменные EDCA.

Это приводит к тому, что AC в пределах того же узла связи конкурируют друг с другом, чтобы получить доступ к беспроводной среде и получить возможность передачи, используя обычную схему доступа EDCA, например, как описано выше.

Дифференциация услуги между AC достигается путем установки различных параметров отката очереди между AC, таких как различные CW_{min}, CW_{max}, AIFSN и/или различные пределы продолжительности возможности передачи (TXOP_Limit). Это способствует регулированию QoS.

Использование параметра AIFSN и значений отката очереди для доступа к среде в механизме EDCA описаны ниже со ссылкой на фиг. 3a.

Фиг. 2b иллюстрирует значения по умолчанию для параметров CW_{min}, CW_{max} и AIFSN.

В этой таблице типичные соответствующие значения для aCWmin и aCWmax определены в вышеупомянутом стандарте как, соответственно, 15 и 1023. Другие значения могут устанавливаться узлом в сети (как правило, точкой доступа) и совместно использоваться между узлами. Эта информация может широковещательно передаваться в маяковом кадре.

Для определения задержки, AIFS[i], между обнаружением, что среда не занята, и началом уменьшения значения отката очереди для очереди 'i' трафика, узел умножает значение, указанное в параметре AIFSN для очереди 'i' трафика, т.е. AIFSN[i], на длительность временного сегмента (обычно 9 микросекунд) и добавляет это значение к длительности DIFS.

Как показано на фиг. 3a, в результате каждая очередь трафика ожидает AIFS[i] период (который включает в себя период DIFS отсрочки доступа к среде) перед уменьшением ассоциированного значения/счетчика отката очереди. На чертеже показаны два AIFS[i], соответствующие двум различным AC. Можно видеть, что одна приоритетная очередь трафика начинает уменьшать свое значение отката раньше, чем другая менее приоритетная очередь трафика. Эта ситуация повторяется после каждого нового доступа к среде любым узлом в сети.

Этот механизм отсрочки уменьшения, в дополнение к использованию в среднем более низкого CW, обеспечивает то, что высокоприоритетный трафик в EDCA имеет более высокий шанс передачи, чем низкоприоритетный трафик: узел с высокоприоритетным трафиком статистически ожидает несколько меньше, прежде чем он отправляет свой пакет, в среднем, чем узел с низкоприоритетным трафиком.

Значения или счетчики отката очереди EDCA, таким образом, играют две роли. Во-первых, они побуждают узлы осуществлять эффективный доступ к среде за счет снижения рисков конфликтов. Во-вторых, они обеспечивают управление качеством обслуживания, QoS, путем отображения старения данных, содержащихся в очереди трафика (чем старше данные, тем ниже значение отката), и, таким образом, предоставляя различные приоритеты для очередей трафика с помощью разных значений параметров EDCA (особенно параметра AIFSN, который задерживает начало уменьшения значений отката очереди EDCA).

Как показано на фиг. 2a, буферы AC3 и AC2, как правило, зарезервированы для приложений в реальном времени (например, передачи голоса AC_VO или видео AC_VI). Они имеют, соответственно, наивысший приоритет и предпоследний высший приоритет.

Буферы AC1 и AC0 зарезервированы для трафика наилучших усилий (AC_BE) и фонового (AC_BG). Они имеют, соответственно, низший приоритет и предпоследний низший приоритет.

Каждая единица данных, MSDU, поступающая на уровень MAC с верхнего уровня (например, уровня линии связи) с приоритетом, отображается на AC в соответствии с правилами отображения. На фиг. 3b показан пример отображения между восьмью приоритетами класса трафика (приоритетами пользователей или UP, 0-7 в соответствии в IEEE 802.1d) и четырьмя AC. Кадр данных затем сохраняется в буфере, соответствующем отображенной AC.

Когда процедура отката для очереди трафика (или AC) заканчивается, контроллер MAC (ссылочная позиция 704 на фиг. 7 ниже) узла передачи передает кадр данных из этой очереди трафика на физический уровень для передачи по сети беспроводной связи.

Так как AC работают одновременно для получения доступа к беспроводной среде,

может случиться так, что две AC одного и того же узла связи заканчивают свой откат одновременно. В такой ситуации, обработчик (212) виртуального конфликта контроллера MAC управляет выбором AC, имеющей наивысший приоритет (как показано на фиг. 3b) между конфликтующими AC, и отказывается от передачи кадров данных из AC, имеющих более низкие приоритеты.

Затем обработчик виртуальных конфликтов выдает команду на AC, имеющие более низкие приоритеты, чтобы снова начать операцию отката с использованием увеличенного значения CW.

QoS, являющееся результатом использования AC, может сигнализироваться в кадрах данных MAC, например, в поле управления QoS, включенном в заголовке кадра MAC IEEE 802.11e.

Чтобы удовлетворить постоянно растущий спрос на более быстрые беспроводные сети для поддержки приложений с интенсивной шириной полосы, 802.11ac ориентируется на передачу с большей шириной полосы через многоканальные передачи. На фиг. 4a показано 802.11ac распределение каналов, которое поддерживает ширину полосы составного канала 20 МГц, 40 МГц, 80 МГц или 160 МГц.

IEEE 802.11ac вводит поддержку ограниченного числа предопределенных поднаборов каналов 20 МГц для формирования только предопределенных конфигураций составных каналов, которые доступны для резервирования любым 802.11ac узлом в беспроводной сети для передачи данных.

Предопределенные поднаборы показаны на чертеже и соответствуют ширинам полосы канала 20 МГц, 40 МГц, 80 МГц и 160 МГц по сравнению только с 20 МГц и 40 МГц, которые поддерживаются в 802.11n. В самом деле, 20 МГц компонентные каналы 300-1 по 300-8 конкатенируются, чтобы сформировать более широкие составные каналы связи.

В стандарте 802.11ac, каналы каждого предопределенного поднабора 40 МГц, 80 МГц или 160 МГц являются смежными в пределах полосы рабочих частот, т.е. не разрешается пропуск (отсутствующий канал) в составном канале, как упорядочено в полосе рабочих частот.

Ширина полосы канала 160 МГц состоит из двух каналов 80 МГц, которые могут или не могут быть смежными по частоте. Каналы 80 МГц и 40 МГц соответственно состоят из двух смежных по частоте или непрерывных каналов 40 МГц и 20 МГц, соответственно. Однако настоящее изобретение может иметь варианты осуществления с любым составом ширины полосы канала, то есть включающие в себя только смежные каналы или сформированные из несмежных каналов в рабочей полосе.

Узлу предоставляется TXOP через расширенный механизм распределенного доступа к каналу (EDCA) на "первичном канале" (400-3). Действительно, для каждого составного канала, имеющего ширину полосы, 802.11ac назначает один канал в качестве "первичного", что означает, что он используется для конкуренции за доступ к составному каналу. Первичный канал 20МГц является общим для всех узлов (STA), принадлежащих одному и тому же базовому набору, т.е. управляется или регистрируется той же локальной точкой доступа (AP).

Однако чтобы убедиться, что никакой другой унаследованный узел (то есть, не принадлежащий тому же набору) не использует вторичные каналы, предусмотрено, что кадры управления (например, кадр RTS/кадр CTS), резервирующие составной канал, дублированы в каждом канале 20 МГц такого составного канала.

Как упоминалось ранее, стандарт IEEE 802.11ac позволяет связывать до четырех или даже восьми каналов 20 МГц. Из-за ограниченного количества каналов (19 в полосе

5 ГГц в Европе), насыщение канала становится проблематичным. Действительно, в густонаселенных районах, полоса 5 ГГц, несомненно, имеет тенденцию к насыщению даже при использовании ширины полосы 20 или 40 МГц на соту беспроводной LAN.

Разработки в стандарте 802.11ax нацелены на повышение эффективности и расширение использования беспроводного канала для сред высокой плотности.

В этой перспективе, можно рассматривать признаки многопользовательской (MU) передачи, допускающие множество одновременных передач к/от разных пользователей в направлении как нисходящей линии связи (DL), так и восходящей линии связи (UL) с основным узлом, обычно AP. В восходящей линии связи, многопользовательские передачи могут быть использованы для уменьшения вероятности конфликта, позволяя множеству узлов одновременно осуществлять передачу к точке доступа.

Чтобы фактически выполнять такую многопользовательскую передачу, было предложено, разделить предоставленный канал 20 МГц (400-1 по 400-4) на подканалы 410 (элементарные подканалы), также упоминаемые как поднесущие или единицы ресурсов (RU), которые совместно используются в частотной области множеством пользователей на основе, например, метода множественного доступа с ортогональным частотным разделением (OFDMA).

Это проиллюстрировано со ссылкой на фиг. 4.

Многопользовательский признак OFDMA позволяет узлу, обычно точке доступа AP, назначать разные RU различным узлам для повышения конкурентности. Это может способствовать уменьшению состязательности и конфликтов в сетях 802.11.

В отличие от MU OFDMA нисходящей линии связи, когда AP может непосредственно отправлять данные на множество узлов (поддерживаемых конкретными указаниями в заголовке PLCP), был принят механизм запуска для AP, чтобы запускать MU передачи восходящей линии связи от различных узлов.

Чтобы поддерживать MU передачу восходящей линии связи (в течение TXOP, упрежденной (принудительно занятой) посредством AP), 802.11ax AP должна предоставить информацию сигнализации как для унаследованных узлов (не-802.11ax узлов), чтобы установить их NAV, так и 802.11ax узлов, чтобы определить распределение единиц ресурсов.

В последующем описании термин "унаследованный" относится к не-802.11ax узлам, то есть 802.11 узлам предыдущих технологий, которые не поддерживают связь OFDMA.

Как показано в примере на фиг. 4, AP посылает кадр запуска (TF) 430 на целевые 802.11ax узлы. Ширина полосы или ширина целевого составного канала сигнализируется в кадре TF, что означает, что сигнализируется значение 20, 40, 80 или 160 МГц. Кадр TF передается на первичном канале 20 МГц и дублируется (реплицируются) на каждом другом из каналов 20 МГц, образующих целевой составной канал. Как описано выше для дублирования кадров управления, ожидается, что каждый ближайший унаследованный узел (не-HT или 802.11ac узлы), принимающий кадр TF (или его дубликат) на своем первичном канале, затем устанавливает свой NAV в значение, указанное в кадре TF. Это предотвращает доступ этих унаследованных узлов к каналам целевого составного канала в течение TXOP.

На основании решения AP, кадр запуска TF может определять множество единиц ресурсов (RU) 410 или "случайных RU", которые могут быть случайным образом доступны узлам сети. Другими словами, случайные RU, назначенные или выделенные посредством AP в TF, могут служить в качестве базиса для конкуренции между узлами, желающими получить доступ к среде связи для передачи данных. Конфликт происходит, когда два или более узлов пытаются передавать одновременно на той же самой RU.

В этом случае, кадр запуска упоминается как кадр запуска для произвольного доступа (TF-R). TF-R может передаваться посредством AP, чтобы позволить множеству узлов осуществлять MU UL (многопользовательский по восходящей линии связи) произвольный доступ, чтобы получить RU для своих передач UL.

Кадр запуска TF также может назначать запланированные единицы ресурсов, дополнительно или вместо случайных RU. Запланированные RU могут быть зарезервированы посредством AP для определенных узлов, в этом случае не требуется конкурировать за доступ к таким RU для этих узлов. Такие RU и соответствующие им запланированные узлы указаны в кадре запуска. Например, идентификатор узла, такой как ID ассоциации (AID), присвоенный каждому узлу при регистрации, добавляется в кадре TF, в ассоциации с каждой запланированной RU, чтобы явно указывать узел, которому разрешено использовать каждую запланированную RU.

AID, равный 0, может использоваться для идентификации случайных RU.

Многопользовательский признак OFDMA позволяет AP назначать разные RU различным узлам с целью повышения конкурентности. Это может способствовать снижению состязательности и конфликтов внутри 802.11 сетей.

В примере, показанном на фиг. 4, каждый канал 20 МГц (400-1, 400-2, 400-3 или 400-4) подразделен в частотной области на четыре подканала или RU 410, обычно размером 5 МГц.

Конечно, число RU, разбивающих канал 20 МГц, может отличаться от четырех. Так, например, может быть предоставлено от двух до девяти RU (таким образом, каждая имеет размер от 2 МГц до 10 МГц).

После того, как узлы использовали RU для передачи данных на AP, AP отвечает квитированием ACK (не показано на чертежах) для квитирования данных на каждой RU, что позволяет каждому узлу знать, когда его передача данных является успешной (прием ACK) или нет (нет ACK по истечении тайм-аута).

Документ IEEE 802.11-15/1105 обеспечивает примерную процедуру случайного распределения, которая может быть использована узлами для доступа к случайным RU, указанным в TF. Эта процедура случайного распределения, упоминаемая как схема конкуренции RU, управляется специальным модулем доступа к RU, отдельным от вышеупомянутого модуля доступа к каналу, и сконфигурирована для управления доступом по меньшей мере к одной единице ресурсов, обеспеченной другим узлом (обычно AP) в пределах возможности передачи, предоставленной другому узлу на канале связи, чтобы передавать локально сохраненные данные на доступной единице ресурсов. Предпочтительно, модуль доступа RU включает в себя механизм отката RU, отдельный от механизмов отката очереди, который использует параметры конкуренции RU, включая вычисленное значение отката RU, чтобы конкурировать за доступ к случайным RU.

Другими словами, схема конкуренции RU основана на новом счетчике отката, упоминаемом как счетчик/значение отката (или OBO) OFDMA или RU, в 802.11ax узлах для обеспечения возможности выделенной конкуренции при доступе к случайной RU для отправки данных.

Каждый узел STA1-STAn является передающим узлом по отношению к принимающей AP, и, как следствие, каждый узел имеет активный механизм отката RU, отдельный от механизмов отката очереди, для вычисления значения отката (OBO) RU, подлежащего использованию, чтобы конкурировать за доступ к по меньшей мере одной случайной единице ресурса, разбивающей возможность передачи, предоставленную на канале связи, чтобы передавать данные, сохраненные в любой AC очереди трафика.

Процедура случайного распределения в этом документе содержит, для узла из множества узлов, имеющих активное значение отката OBO RU, первый этап определения из кадра запуска случайных подканалов или RU среды связи, доступных для конкуренции, второй этап верификации, является ли значение отката OBO RU, локальное для рассматриваемого узла, не большим, чем число обнаруженных в качестве доступных случайных RU, и затем, в случае успешной верификации, третий этап случайного выбора случайной RU среди обнаруженных в качестве доступных RU для отправки данных. В случае, если второй этап не верифицирован, выполняется четвертый этап (вместо третьего), чтобы уменьшить значение отката OBO RU на число обнаруженных в качестве доступных RU.

Как показано на чертеже, некоторые единицы ресурсов не могут быть использованы (410u), потому что никакой узел с значением отката OBO RU меньшим, чем число доступных случайных RU, не выбрал случайным образом одну из этих случайных RU, в то время как некоторые другие вступили в конфликт (например, 410c), потому что два из этих узлов случайным образом выбрали одну и ту же RU.

MU схема доступа к среде восходящей линии связи (UL), включающая в себя как запланированные RU, так и случайные RU, оказывается очень эффективной в сравнении с обычной схемой доступа EDCA. Это объясняется тем, что число конфликтов, генерируемых одновременными попытками доступа к среде, и непроизводительные издержки из-за доступа к среде уменьшаются.

Однако схема доступа EDCA и схема доступа MU UL OFDMA/RU должны сосуществовать, в частности, чтобы позволять унаследованным 802.11 узлам осуществлять доступ к среде и позволять даже 802.11ax узлам инициировать связь с узлами иными, чем AP.

Хотя схема доступа EDCA, взятая в отдельности, обеспечивает равноправный доступ к среде по всем узлам, ее ассоциация со схемой доступа MU UL OFDMA/RU вводит сдвиг в равноправность. Это объясняется тем, что, по сравнению с унаследованными узлами, 802.11ax узлы имеют дополнительные возможности для отправки данных через единицы ресурсов, предлагаемые в возможностях передачи, предоставленных другому узлу, в частности, AP.

Для того чтобы восстановить некоторую равноправность между узлами, были предложены некоторые решения.

Например, в совместно рассматриваемой заявке Великобритании 1612151.9, поданной 13 июля 2016, текущее значение по меньшей мере одного параметра EDCA изменяется в другие значения (параметры MU EDCA), при успешной передаче данных на доступной единице ресурса (т.е. через передачу UL OFDMA). Это делается для снижения вероятности для узла получить доступ к каналу связи через конкуренцию (обычного EDCA).

В этой инфраструктуре был предложен механизм, чтобы уменьшить вероятность передачи на основе EDCA (т.е. с использованием схемы доступа к среде EDCA), как только узел успешно использует механизм MU UL для передачи своих данных. Это уменьшение производится путем модификации хорошо известных параметров EDCA.

Предложенный механизм, как описано в документе IEEE 802.11-16/1180, озаглавленном "*Proposed text changes for MU EDCA parameters*", устанавливает каждую очередь трафика передачи в режим MU EDCA в ответ на успешную передачу данных в доступной единице ресурса MU UL OFDMA. Установка выполняется в течение предопределенной длительности, известной как HEMUEDCATimer. Режим MU EDCA представляет собой режим, в котором соответствующие параметры EDCA устанавливаются в MU значения, отличные от унаследованных значений, используемых

в другом унаследованном режиме EDCA.

Для переключения из унаследованного режима конкурентного доступа EDCA в режим MU EDCA, узел может изменить свои параметры EDCA (AIFSN, CW_{min} и/или $CW_{макс)}$ для всех очередей трафика, успешно передав некоторые данные на доступной единице ресурсов. Обратное переключение в унаследованный режим EDCA может произойти по истечении HEMUEDCATimer, при этом следует отметить, что этот таймер сбрасывается в свое первоначальное значения каждый раз, когда узел передает снова новые данные (из любой AC) во вновь доступной единице ресурсов, предоставленной посредством AP. Значение инициализации HEMUEDCATimer предполагается высоким (например, несколько десятков миллисекунд), чтобы охватывать несколько новых возможностей для передач MU UL.

MU значения для параметров EDCA могут быть переданы посредством AP в выделенном информационном элементе, обычно посылаемом в пределах маякового кадра, широковещательно передающего сетевую информацию к узлам.

Раскрытый подход предполагает увеличение только значения AIFSN для каждой очереди трафика передачи, сохраняя при этом CW_{min} и CW_{max} без изменений. Когда соответствующий период AIFS увеличивается, каждой очереди трафика в режиме MU EDCA не разрешается уменьшать значение или счетчик отката очереди (или по меньшей мере с существенной задержкой), если среда вновь зондируется как свободная. Новые доступы к среде с использованием схемы доступа EDCA статистически существенно снижаются или даже больше невозможны в течение вышеуказанной предопределенной длительности.

Значение AIFSN MU режима может быть очень ограничительным. Так, в условиях высокой плотности, где среда занята большую часть времени (и, таким образом, остается свободной в течение очень короткого времени), узел в режиме MU EDCA должен ожидать в течение соответствующего очень ограничительного периода AIFS и, следовательно, не уменьшать значение отката очереди AC в режиме MU EDCA очень часто. Результатом является то, что узел не может EDCA-конкурировать за доступ к среде очень часто.

Следует отметить, что конкретная конфигурация в вышеуказанной публикации стремится полностью препятствовать (за исключением случая, когда сеть не используется вообще) очередям трафика передачи к среде при нахождении в режиме MU EDCA. AP указывает этот конкретный рабочий режим, указывая конкретное значение параметра AIFSN (обычно 0) в наборе параметров MU EDCA. Такое конкретное значение означает для узла, что он должен использовать очень высокое значение для своего AIFSN, величина которого равна HEMUEDCATimer, как передано точкой доступа (следует напомнить, что его значение должно быть высоким, порядка десятков миллисекунд, чтобы можно было сравнивать с меньшим значением, чем 0,1 миллисекунды для наихудшего AIFS[i] в унаследованном режиме EDCA).

К сожалению, пока узел регулярно осуществляет доступ к OFDMA RU для передачи данных, его очереди трафика в режиме MU EDCA остаются в том же MU режиме. Это относится, в частности, к очередям трафика в MU режиме, которые даже не отправляют никаких данных в доступных OFDMA RU в потенциально длительном периоде регулярных доступов OFDMA. Это противоречит принципу QoS, как описано в стандарте 802.11.

Эта ситуация иллюстрируется со ссылкой на фиг. 5a, которая описывает пример применения с использованием параметров MU EDCA, как описано в вышеуказанной

публикации.

В сценарии на этом чертеже, AP 501 опрашивает узел 502 путем отправки стандартизированного кадра запуска 1300, запрашивающего узел передавать некоторые данные QoS, поступающие из категории доступа AC_VI. Это может быть сделано путем предоставления одной или более запланированных RU этому узлу. Категория может быть указана в поле 1330 "Предпочтительная AC", показанном на фиг. 13.

После времени SIFS, узел 502 инициирует передачу 510 MU UL OFDMA, путем сбора некоторых данных QoS (511) из запрошенной очереди трафика AC_VI. В этом примерном сценарии, имеется недостаточно данных QoS, готовых к отправке в запрошенной очереди трафика AC_VI. В этом контексте, узлу 502 разрешается извлекать другие данные QoS (512) из очереди более высокоприоритетного трафика, например, категории доступа AC_VO в данном примере. Это правило извлечения данных позволяет максимизировать использование ширины полосы, как указано в стандарте 802.11.

Таким образом, узел 502 передает данные AC_VI 511 и данные AC_VO 512 к AP с использованием запланированной RU. Соответствующие две очереди передачи трафика, AC_VI и AC_VO, таким образом, переключаются в режим MU EDCA (символически показано белыми символами в черных блоках), в котором узел 502 теперь использует параметры MU EDCA для каждой из этих очередей трафика передачи. В частности, могут быть использованы более высокие значения для параметра AIFSN и, опционально, для параметров CW_{min} и $CW_{мин}$.

Параллельно, HEMUEDCATimer 590 запускается для обратного отсчета, когда узлу 502 будет разрешено переключиться обратно в унаследованный режим EDCA с унаследованными параметрами EDCA. Обратное переключение может произойти после того, как истечет предварительно определенный период, т.е. когда HEMUEDCATimer достигает 0.

Однако HEMUEDCATimer повторно инициализируется в свое исходное значение (заданный период) каждый раз, когда узел 502 передает данные на доступной единице ресурсов, предоставленной посредством AP в пределах любой последующей возможности передачи, предоставленной посредством AP на канале связи. Другими словами, таймер инициализируется каждый раз, когда узел 502 вновь опрашивается посредством AP.

Это происходит в примере согласно фиг. 5, когда AP 501 посылает новый кадр запуска 1300-2 с новой RU для узла 502, в то время как HEMUEDCATimer 590 еще не истек. AP вновь опрашивает узел 502 для отправки данных QoS из категории доступа AC_VI.

Узел 502 вновь передает данные QoS 520 из категории доступа AC_VI, и HEMUEDCATimer 590 повторно инициализируется в свое первоначальное значение, предопределенный период. То же самое происходит, когда AP 501 вновь опрашивает узел 502 отправить новые данные QoS из категории доступа AC_VI путем отправки нового кадра запуска 1300-3.

В этом сценарии, узел 502 регулярно опрашивается посредством AP для передачи OFDMA данных QoS из AC_VI. В итоге, пока достаточно данных предоставляется категорией AC_VI, категория AC_VO никогда не участвует в новой передаче OFDMA и остается блокированной в режиме MU EDCA.

Кроме того, из-за своего значения AIFSN MU-режима (обычно более ограничивающего значения, т.е. высокого значения), очереди трафика AC_VO не разрешается (или только с сильной задержкой) уменьшать ассоциированное значение отката передачи для EDCA-конкуренции за среду.

В результате, категория AC_VO, которая по существу имеет наивысший приоритет QoS, остается блокированной в режиме MU EDCA, не имея новых возможностей EDCA для отправки своих данных. Требования QoS согласно 802.11ax, таким образом, сильно ухудшаются.

Именно в рамках этой инфраструктуры настоящее изобретение предлагает восстановить равноправность QoS, расчленяя единственность HEMUEDCATimer, которым очереди трафика в режиме MU блокируются в случае регулярного опроса узла посредством AP.

В частности, при (предпочтительно успешной) передаче данных, сохраненных в двух или более очередях трафика, в каждой из одной или более доступных единиц ресурсов, предоставленных другим узлом в рамках одной или более возможностей передачи, предоставленных другому узлу на канале связи, узел 502 может установить каждую очередь трафика передачи (т.е. передачи в доступной единице ресурсов) в режим MU EDCA, отличный от унаследованного режима EDCA, в течение предопределенного периода, обратно отсчитываемого соответствующим таймером, ассоциированным с очередью трафика передачи. Затем, по истечении любого таймера, узел 502 может переключить назад ассоциированную очередь трафика в унаследованный режим EDCA, в котором соответствующие параметры EDCA устанавливаются обратно в унаследованные значения.

Таким образом, настоящее изобретение обеспечивает узел с множеством таймеров, каждый из которых ассоциирован с одной из очередей трафика. Так как конкретный HEMUEDCATimer выделен для каждой очереди AC, последняя может выйти из режима MU EDCA независимо от других очередей AC. Таким образом, восстанавливается QoS на уровне очереди AC.

Результат одной реализации настоящего изобретения проиллюстрирован со ссылкой на фиг. 5b, где описывается, с той же последовательностью, что и на фиг. 5a, восстановление QoS через обработку независимых HEMUEDCATimer.

После первого TF 1300, обе очереди передачи трафика, AC_VI и AC_VO, находятся в режиме MU EDCA. Их соответствующие HEMUEDCATimer, 591 для AC_VI и 592 для AC_VO, запускаются одновременно для обратного отсчета, когда каждой соответствующей очереди трафика разрешено переключиться назад в унаследованный режим EDCA с унаследованными параметрами EDCA.

В соответствии с изобретением, процесс отсчета этих отдельных таймеров не зависит один от другого.

Как объяснено ниже, различные предопределенные периоды могут быть использованы для инициализации двух таймеров, ассоциированных с AC_VI и AC_VO. Это позволяет улучшить управление QoS.

Таким образом, когда следующий TF 1300-2 принимается, и данные AC_VI передаются в доступной OFDMA RU в соответствии с требованиями AP, HEMUEDCATimer 591, ассоциированный с AC_VI, повторно инициализируется с соответствующим начальным предопределенным периодом, в то время как HEMUEDCATimer 592, ассоциированный с AC_VO, продолжает отсчет (потому что никакие данные VO не были переданы в доступной RU вслед за TF 1300-2).

Как следствие, HEMUEDCATimer 592, ассоциированный с AC_VO, истекает до HEMUEDCATimer 591, ассоциированного с AC_VI, ослабляя ограничения MU EDCA на очередь трафика AC_VO. Практически, очередь трафика AC_VO переключается обратно в режим унаследованного EDCA, в котором используются унаследованные параметры EDCA. Значение отката очереди трафика AC_VO, таким образом, может

быть уменьшено обычным способом, позволяющим очереди AC_VO эффективно конкурировать за среду.

На фиг. 6 схематично иллюстрируется устройство 600 связи радио сети 100, сконфигурированное для реализации по меньшей мере одного варианта осуществления настоящего изобретения. Устройство 600 связи предпочтительно может представлять собой устройство, такое как микрокомпьютер, рабочая станция или легкое портативное устройство. Устройство 600 связи содержит шину 613 связи, с которой предпочтительно соединены:

- центральный блок 611 обработки, такой как микропроцессор, обозначенный CPU;
- постоянная память 607, обозначенная ROM, для хранения компьютерных программ для реализации изобретения;
- память 612 с произвольной выборкой, обозначенная RAM, для хранения исполняемого кода способов в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, а также регистры, приспособленные для записи переменных и параметров, необходимых для реализации способов в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения; и
- по меньшей мере один интерфейс 602 связи, соединенный с сетью 100 радиосвязи, по которой передаются пакеты цифровых данных или кадры или кадры управления, например, сетью беспроводной связи в соответствии с протоколом 802.11ax. Кадры записываются из памяти отправки FIFO в RAM 612 в сетевой интерфейс для передачи или считываются из сетевого интерфейса для приема и записи в память приема FIFO в RAM 612 под управлением прикладной программы, исполняющейся в CPU 611,

Опционально, устройство 600 связи может также включать в себя следующие компоненты:

- средства 604 хранения данных, такие как жесткий диск, для хранения компьютерных программ для реализации способов в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения;
- дисковод 605 для диска 606, причем дисковод сконфигурирован для считывания данных с диска 606 или записи данных на упомянутый диск;
- экран 609 для отображения декодированных данных и/или служащий в качестве графического интерфейса для пользователя посредством клавиатуры 610 или каких-либо других указательных средств.

Устройство 600 связи может быть дополнительно соединено с различными периферийными устройствами, такими как, например, цифровая камера 608, каждое из которых соединено с картой ввода/вывода (не показана), чтобы подавать данные в устройство 600 связи.

Предпочтительным образом шина связи обеспечивает связь и взаимодействие между различными элементами, включенными в устройство 600 связи или соединенными с ним. Представление шины не является ограничивающим, и, в частности, центральный процессор действует, чтобы передавать инструкции на любой элемент устройства 600 связи непосредственно или с помощью другого элемента устройства 600 связи.

Диск 606 опционально может быть заменен любым носителем информации, таким как, например, компакт-диск (CD-ROM), перезаписываемый или нет, ZIP диск, USB-ключ или карта памяти и, в обобщенных терминах, средством хранения информации, которое может считываться микрокомпьютером или микропроцессором, интегрированным или нет в устройство, возможно, съемным и приспособленным для хранения одной или более программ, исполнение которых обеспечивает возможность реализации способа в соответствии с изобретением.

Исполняемый код может опционально храниться либо в постоянной памяти 607, на жестком диске 604 или на съемном цифровом носителе, таком как, например, диск 606, как описано ранее. Согласно опциональному варианту, исполняемый код программ может быть получен с помощью сети 603 связи, через интерфейс 602, чтобы сохраняться в одном из средств хранения устройства 600 связи, таком как жесткий диск 604, перед исполнением.

Центральный процессор 611 предпочтительно сконфигурирован, чтобы контролировать и управлять исполнением инструкций или частей программного кода программы или программ в соответствии с изобретением, причем инструкции хранятся в одном из указанных выше средств хранения данных. При включении питания, программа или программы, которые сохранены в энергонезависимой памяти, например, на жестком диске 604 или в постоянной памяти 607, переносятся в память 612 с произвольной выборкой, которая тогда содержит исполняемый код программы или программ, а также регистры для хранения переменных и параметров, необходимых для реализации изобретения.

В предпочтительном варианте осуществления, устройство представляет собой программируемое устройство, которое использует программное обеспечение для реализации изобретения. Однако в альтернативном варианте, настоящее изобретение может быть реализовано в аппаратных средствах (например, в форме специализированной интегральной схемы или ASIC).

На фиг.7 показана блок-схема, схематично иллюстрирующая архитектуру устройства связи или узла 600, в частности, одного из узлов 100-107, приспособленных для выполнения, по меньшей мере частично, изобретения. Как показано, узел 600 включает в себя блок 703 физического (PHY) уровня, блок 702 уровня MAC и блок 701 уровня приложения.

Блок 703 PHY уровня (здесь 802.11 стандартизованного PHY уровня) имеет задачу форматирования кадров, модуляции кадров или демодуляции кадров из любого канала 20 МГц или составного канала и, таким образом, отправки или приема кадров по используемой радио среде 100. Кадры могут быть 802.11 кадрами, например, кадрами запуска TF 430 доступа к среде для определения единиц ресурсов в предоставленной возможности передачи, данными MAC и кадрами управления на основе ширины полосы 20 МГц для взаимодействия с унаследованными 802.11 станциями, а также кадрами данных MAC типа OFDMA, имеющими меньшую ширину, чем унаследованные 20 МГц (обычно 2 или 5 МГц) в/из этой радио среды.

Блок или контроллер 702 уровня MAC предпочтительно содержит MAC 802.11 уровень 704, реализующий обычные операции 802.11ax MAC, и дополнительный блок 705 для выполнения, по меньшей мере частично, изобретения. Блок 702 уровня MAC может быть опционально реализован в программном обеспечении, которое программа загружает в RAM 512 и выполняет посредством CPU 511.

Предпочтительным образом, дополнительный блок, упоминаемый как модуль 705 управления режимом MU EDCA, реализует часть изобретения, которая касается узла 600, то есть управление переключением между двумя режимами, унаследованным и MU EDCA, и обработку различных таймеров, используемых для управления каждой очередью трафика в режиме MU EDCA.

С точки зрения AP, этот модуль 705 управления в режиме MU EDCA может быть предусмотрен для отправки, к узлам, набора унаследованных значений параметров EDCA и набора значений параметров MU EDCA, отличных от набора унаследованных значений, и набора значений инициализации для HEMUEDCATimer, чтобы побуждать

узлы, входящие в режим MU EDCA, оставаться в таком режиме, по меньшей мере на соответствующий период. Эти значения, таким образом, управляют каждым узлом при конфигурировании себя, когда одна из его очередей трафика переключается между унаследованным режимом EDCA, в котором соответствующие параметры EDCA устанавливаются в унаследованные значения, и режимом MU EDCA, поддерживаемым в течение предопределенного периода, инициализированного на основе ассоциированного значения инициализации и обратно отсчитываемого ассоциированным таймером, в котором соответствующие параметры EDCA устанавливаются в MU значения.

MAC 802.11 уровень 704 и модуль 705 управления режимом MU EDCA взаимодействуют друг с другом, чтобы обеспечивать управление модулем доступа к каналу, выполняющим обработку механизма отката очереди, и модулем доступа к RU, выполняющим обработку механизм отката RU, как описано ниже.

В верхней части чертежа, блок 701 уровня приложения выполняет приложение, которое генерирует и принимает пакеты данных, например, пакеты данных видео потока. Блок 701 уровня приложения представляет все уровни стека выше уровня MAC в соответствии с ISO стандартизацией.

Варианты осуществления настоящего изобретения теперь иллюстрируются с использованием различных примерных вариантов осуществления. Хотя предложенные примеры используют кадр 430 запуска (см. фиг. 4), отправляемый посредством AP для многопользовательских передач восходящей линии связи, эквивалентные механизмы могут быть использованы в централизованной или в самоорганизующейся (ad-hoc) среде (т.е. без AP). Это означает, что операции, описанные ниже со ссылкой на AP, могут выполняться любым узлом в самоорганизующейся среде.

Эти варианты осуществления описаны в основном в контексте IEEE 802.11ax с учетом единиц ресурсов OFDMA. Применение настоящего изобретения, однако, не ограничивается контекстом IEEE 802.11ax.

Кроме того, настоящее изобретение не обязательно полагается на использование MU схемы доступа, как описано в 802.11ax. Любая другая схема доступа к RU, определяющая альтернативные схемы доступа к среде, позволяющая одновременный доступ узлами к той же среде, также может быть использована.

Набор MU значений может быть более ограничительным, чем набор унаследованных значений, в результате чего очередь трафика, находящаяся в режиме MU EDCA, реже получает доступ к среде с использованием схемы конкурентного доступа EDCA.

Однако набор MU значений может быть более разрешительным в некоторых вариантах осуществления.

В целях ясности, пояснения ниже фокусируются на наборе MU значений, который является более ограничительным. В связи с этим, режим MU EDCA упоминается как "деградированный" режим, в то время как унаследованный режим EDCA упоминается как "не-деградированный" режим.

Фиг. 8 иллюстрирует примерный блок передачи узла 600 связи согласно вариантам осуществления изобретения.

Как уже упоминалось выше, узел включает в себя модуль доступа к каналу и, возможно, модуль доступа к RU, оба реализованные в блоке 702 уровня MAC. Модуль доступа к каналу включает в себя:

множество очередей 210 трафика для обслуживания трафика данных с различными приоритетами;

множество механизмов 211 отката очереди, каждый из которых ассоциирован с

соответствующей очередью трафика для использования параметров EDCA, в частности, для вычисления соответствующего значения отката очереди, подлежащего использованию для конкуренции за доступ к по меньшей мере одному каналу связи, чтобы передавать данные, сохраненные в соответствующей очереди трафика. Это схема доступа EDCA.

В соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, каждый механизм 211 отката очереди имеет свой собственный HEMUEDCATimer 2110. Это означает, что узел содержит множество таймеров, каждый из которых ассоциирован с одной из очередей трафика.

Кроме того, переключатель 213 режима EDCA предусмотрен в узле, который обрабатывает переключение между деградированным режимом MU EDCA и унаследованным режимом EDCA, путем обновления параметров EDCA в соответствии с решениями согласно изобретению. Переключатель режима EDCA работает в ответ на каждую осуществляемую узлом передачу OFDMA в RU.

Модуль доступа к RU включает в себя механизм 800 отката RU, отдельный от механизма отката очереди, для использования параметров конкуренции RU, в частности, для вычисления значения отката RU, подлежащего использованию, чтобы конкурировать за доступ к случайным единицам ресурсов OFDMA, определенным в принятом TF (посланном, например, посредством AP), чтобы передавать данные, сохраненные в любой очереди трафика в OFDMA RU. Механизм 800 отката RU ассоциирован с модулем передачи, упоминаемым как мультиплексор 801 OFDMA. Например, мультиплексор 801 OFDMA, когда значение OBO отката RU, описанное ниже, достигает нуля, отвечает за выбор данных, подлежащих отправке из очереди 210 AC.

Обычные регистры 211 отката очереди AC задействуют запрос доступа к среде по протоколу EDCA (схема конкурентного доступа к каналу), в то время как параллельно, механизм 800 отката RU задействует запрос доступа к среде по многопользовательскому протоколу OFDMA (схему конкурентного доступа к RU).

Поскольку эти две схемы конкурентного доступа сосуществуют, узел источника реализует механизм доступа к среде с предотвращением конфликтов на основе вычисления значений отката:

- значение счетчика отката очереди, соответствующее числу временных сегментов, в которых узел ожидает (в дополнение к периоду DIFS), после обнаружения того, что среда связи не занята, перед доступом к среде. Это представляет собой EDCA, независимо от того, находится ли он в деградированном или не-деградированном состоянии;
- значение счетчика отката RU (OBO), соответствующее числу обнаруженных узлом незанятых RU, после того как TXOP была предоставлена AP или любому другому узлу по составному каналу, образованному из RU, перед доступом к среде. Это представляет собой OFDMA. Вариант с обратным отсчетом OBO на основе числа незанятых случайных RU может быть основан на обратном отсчете на основе времени.

Фиг. 9 иллюстрирует, с использованием блок-схемы последовательности операций, основные этапы, выполняемые уровнем 702 MAC узла 600 при приеме новых данных для передачи. Проиллюстрирована обычная подача FIFO в контексте 802.11.

В самом начале, ни одна очередь 210 трафика не хранит данные для передачи. Как следствие, не вычисляется никакое значение 211 отката. Можно сказать, что соответствующий механизм отката очереди или соответствующая AC (категория доступа) являются неактивными. Как только данные сохранены в очереди трафика, вычисляется значение отката очереди (из соответствующих параметров отката очереди), и ассоциированный механизм отката очереди или AC становятся активными.

Когда узел имеет данные, готовые для передачи по среде, данные сохраняются в очереди 210 одной из AC, и ассоциированный откат 211 должен быть обновлен.

На этапе 901, новые данные принимаются из приложения, исполняющегося на устройстве (например, из уровня 701 приложения), из другого сетевого интерфейса или из любого другого источника данных. Новые данные готовы к отправке узлом.

На этапе 902, узел определяет, в каких очередях 210 AC должны быть сохранены данные. Эта операция обычно выполняется путем проверки значения TID (идентификатора трафика), присоединенного к данным (в соответствии с согласованием, показанным на фиг. 3b).

Далее, на этапе 903 данные сохраняются в определенной очереди AC. Это означает, что данные сохраняются в очереди AC, имеющей тот же тип данных, что и тип упомянутых данных.

На этапе 904, обычное вычисление отката 802.11 AC выполняется посредством механизма отката очереди, ассоциированного с определенной очередью AC.

Если определенная очередь AC была пустой непосредственно перед сохранением на этапе 903 (т.е. AC первоначально неактивна), то необходимо вычислить новое значение отката очереди для соответствующего счетчика отката.

Таким образом, узел вычисляет значение отката очереди как равное случайному значению, выбранному в диапазоне [0, CW], где CW является текущим значением CW для рассматриваемой категории доступа (как определено в стандарте 802.11). Здесь следует напомнить, что значение отката очереди будет добавлено к AIFSN (которое может быть деградированным в режиме MU EDCA), чтобы реализовать относительные приоритеты различных категорий доступа. CW представляет собой значение окна перегрузки, которое выбрано из диапазона выбора $[CW_{min}, CW_{max}]$, где обе границы CW_{min} и CW_{max} (возможно, деградированные) зависят от рассматриваемой категории доступа.

В результате AC становится активной.

Приведенные выше параметры CW, CW_{min},CW_{max}, AIFSN и значение отката формируют параметры EDCA и переменные, ассоциированные с каждой AC. Они используются, чтобы установить относительные приоритеты для доступа к среде для различных категорий данных.

Параметры EDCA имеют, как правило, фиксированное значение (например, CW_{min}, CW_{max} и AIFSN), в то время как переменные EDCA (CW и значение отката передачи) изменяются во времени и в зависимости от доступности среды. Как очевидно из вышеизложенного, настоящее изобретение обеспечивает изменение параметров EDCA через переключение между деградированными и не деградированными значениями параметров.

Кроме того, этап 904, если необходимо, может включать в себя вычисление значения OBO отката RU передачи. Значение OBO отката RU должно быть вычислено, если механизм 800 отката RU был неактивным (например, потому что не было никаких данных в очередях трафика до предыдущего этапа 903) и если были приняты новые данные, адресованные к AP.

Значение OBO отката RU может быть вычислено таким же образом, как значение отката передачи EDCA, т.е. с использованием выделенных параметров конкуренции RU, таких как выделенное окно конкуренции [0, CWO] и диапазон выбора $[CWO_{min}, CWO_{max}]$.

Следует отметить, что некоторые варианты осуществления могут обеспечивать

различия между данными, которые могут отправляться на единицах ресурсов (то есть совместимы с передачей MU UL OFDMA), и теми, которые не могут. Такое решение может быть принято на этапе 902, и соответствующий элемент маркировки может быть добавлен к сохраненным данным.

В таком случае значение OBO отката RU вычисляется только тогда, когда вновь сохраненные данные маркированы как совместимые с передачей MU UL OFDMA.

После этапа 904, процесс на фиг. 9 заканчивается.

После того, как данные сохранены в очередях AC, узел может получить доступ к среде непосредственно через схему доступа EDCA (либо в унаследованном режиме EDCA, либо в деградированном режиме MU EDCA), как проиллюстрировано ниже со ссылкой на фиг. 10, или через единицы ресурсов, предоставленные посредством AP через один или несколько кадров запуска, как показано ниже со ссылкой на фиг. 11.

Фиг. 10 иллюстрирует, с использованием блок-схемы последовательности операций, этапы доступа к среде на основе (унаследованной или деградированной MU) схемы доступа к среде EDCA.

Этапы 1000-1020 описывают обычное ожидание, введенное в механизме EDCA, чтобы уменьшить конфликт на совместно используемой беспроводной среде. На этапе 1000, узел 600 зондирует среду, ожидая, когда она станет доступной (т.е. обнаруженная энергия будет ниже предопределенного порога в первичном канале).

Когда среда становится свободной в течение периода AIFS[i] (включая период DIFS и период AIFSN[i] - см. фиг. 3a), выполняется этап 1010, на котором узел 600 уменьшает отсчет всех активных (ненулевых) счетчиков 211 отката очереди AC[]. Другими слова, узел уменьшает значения отката очереди в каждую элементарную единицу времени, пока канал связи не будет обнаружен как незанятый.

Далее, на этапе 1020, узел 600 определяет, достиг ли нуля по меньшей мере один из счетчиков отката AC.

Если ни один откат очереди AC не достигает нуля, узел 600 ожидает в течение другого временного сегмента отката (обычно 9 мкс) и, таким образом, возвращается к этапу 1000, чтобы зондировать среду снова в течение следующего временного сегмента отката. Это позволяет уменьшать счетчики отката AC на каждом новом временном сегменте отката, когда среда зондируется как незанятая, как только их соответствующие AIFS[i] истекли.

Если по меньшей мере один откат очереди AC достигает нуля, выполняется этап 1030, на котором узел 600 (более точно, обработчик 212 виртуальных конфликтов) выбирает активную очередь AC, имеющую нулевой счетчик отката очереди и имеющую наивысший приоритет.

На этапе 1040, соответствующее количество данных выбирается из этой выбранной AC для передачи, чтобы соответствовать ширине полосы TXOP.

Далее, на этапе 1050, узел 600 инициирует передачу EDCA, в случае, если, например, обмен RTS/CTS был успешно выполнен, чтобы иметь предоставленную TXOP. Узел 600, таким образом, передает выбранные данные по среде во время предоставленной TXOP.

Далее, на этапе 1060, узел 600 определяет, закончилась ли или нет передача EDCA, и в этом случае выполняется этап 1070.

На этапе 1070, узел 600 обновляет окно конкуренции CW выбранной очереди трафика на основе статуса передачи (положительного или отрицательного ack или не принятого ack). Как правило, узел 600 удваивает значение CW, если передача безуспешна, пока CW не достигнет максимального значения CW_{max} (деградированного или нет), которое

зависит от типа AC данных. С другой стороны, если передача EDCA успешна, окно конкуренции CW устанавливается на минимальное значение CW_{min} (деградированное или нет), которое также зависит от типа AC данных.

Далее, если выбранная очередь трафика не является пустой после передачи данных EDCA, новый ассоциированный счетчик отката очереди случайным образом выбирается из [0, CW], аналогично этапу 904.

Это завершает процесс согласно фиг. 10.

На фиг. 11 показаны, с использованием блок-схемы последовательности операций, этапы доступа к единицам ресурсов на основе схемы доступа RU или OFDMA после приема кадра запуска, определяющего RU. Например, это иллюстрирует поведение узла 502 на фиг. 5b.

На этапе 1110, узел определяет, принят ли кадр запуска от точки доступа в сети связи, причем кадр запуска резервирует возможность передачи, предоставленную точке доступа на канале связи, и определяет единицы ресурсов, RU, образующие канал связи. Если это так, то узел анализирует содержимое принятого кадра запуска.

На этапе 1120, узел определяет, может ли он передавать данные на одной из RU, определенных в принятом кадре запуска. Определение может включать в себя один или оба из двух условий, в частности, в отношении типа RU.

Путем анализа содержимого принятого TF, узел определяет, является ли определенная RU запланированной единицей ресурса, назначенной точкой доступа узлу. Это может быть сделано путем поиска своего собственного AID в принятом TF, причем AID ассоциирован с конкретной запланированной RU, подлежащей использованию для передачи MU UL OFDMA.

Кроме того, путем анализа содержимого принятого TF, узел определяет, определены ли в TF одна или несколько случайных RU, т.е. RU, доступ к которым осуществляется через конкуренцию с использованием выделенных параметров конкуренции RU (включая вышеупомянутое значение 800 OBO). В этом случае узел также определяет, позволяет ли текущее значение 800 OBO выбрать одну случайную RU (например, если OBO 800 меньше, чем число случайных RU в TF).

Если одна запланированная RU назначена узлу, или последнему разрешено (после конкуренции) получить доступ к одной случайной RU, узел определяет размер случайной/запланированной RU или нескольких RU, подлежащих использованию, и выполняется этап 1130. В противном случае узел уменьшает значение 800 OBO отката RU на основе числа случайных единиц ресурсов, определенных в принятом кадре запуска, и процесс завершается, так как узел не может получить доступ к любой RU, определяемой принятым TF.

На этапе 1130, узел выбирает, по меньшей мере одну из очередей 210 трафика, из которого выбираются данные, подлежащие передаче, и добавляет данные выбранной очереди или очередей в буфер передачи, пока количество данных не достигнет размера выбранной единицы ресурсов, подлежащей использованию.

Могут быть использованы различные критерии для выбора текущей очереди трафика.

Например, это может быть сделано путем:

выбора очереди 210 трафика, имеющей наименьшее ассоциированное значение отката очереди. Выбор очереди трафика, таким образом, зависит от значений откатов 211 EDCA, тем самым гарантируя, что узел соблюдает принцип EDCA и что корректное QoS реализовано для его данных);

выбора случайным образом одной непустой очереди трафика из очередей трафика;

выбора очереди трафика, хранящей наибольшее количество данных (т.е. наиболее

загруженной);

выбора непустой очереди трафика, имеющей наивысший приоритет ассоциированного трафика (учитывая категории AC, показанные на фиг. 3b);

выбора непустой очереди трафика, ассоциированной с типом данных, соответствующим типу данных, ассоциированному с единицей ресурса, на которой выбранные данные должны передаваться. Такой заданный тип данных может быть очередью трафика, указанной посредством AP в кадре запуска, например, с использованием поля 1340 Предпочтительная AC, согласно фиг. 13, когда поле Уровень предпочтения AC установлено в "1". Это является критерием выбора, используемым в примере на фиг. 5b.

После этапа 1130, этап 1140 предусматривает, что узел устанавливает или обновляет список очередей излучения/передачи путем вставки текущей очереди трафика, из которой поступили данные, выбранные на этапе 1130. Список сохраняет порядок вставки очередей излучения/передачи, так что, например, первичная очередь излучения/передачи (первая очередь, выбранная на этапе 1030) и последующие очереди излучения/передачи могут быть легко идентифицированы.

Кроме того, узел может хранить в течение этапа 1140 элемент информации, представляющей количество данных, таким образом, выбранных из текущей очереди трафика, для передачи в RU. Например, затем узел обновляет список очередей передачи также путем вставки количества данных, выбранных из текущей очереди трафика.

Этот список очередей излучения/передачи может быть реализован с помощью таблицы, содержащей для каждой очереди трафика ранг очереди передачи (который может быть упрощен до "первичной" или "вторичной" очереди) и количество данных помещенных в буфер передачи,

На этапе 1150, узел определяет, достаточно ли количества данных, сохраненных в буфере передачи, чтобы заполнить выбранную единицу ресурса.

Если нет, то еще имеется место для дополнительных данных в единице ресурсов. Таким образом, процесс возвращается к этапу 1130, во время которого может быть выбрана другая очередь трафика с использованием тех же критериев выбора. Таким образом, буфер передачи постепенно заполняется до достижения размера выбранной единицы ресурса.

Таким образом, можно отметить, что множество очередей передачи трафика одного и того же узла могут быть вовлечены во время передачи MU UL OFDMA, результатом чего является множество очередей, входящих в режим MU EDCA.

В одном варианте, который избегает смешивания данных из двух или более очередей трафика (то есть данные для выбранной RU выбираются из одной очереди трафика), могут быть добавлены заполняющие данные, чтобы полностью заполнить выбранную RU. Это должно обеспечивать, что вся длительность RU имеет энергию, которая может быть обнаружена унаследованными узлами.

В другом варианте, реализующем конкретное правило агрегации данных, если первая выбранная очередь трафика не имеет достаточно данных, чтобы полностью заполнить доступную единицу ресурса, то могут быть выбраны данные из очередей трафика с более высоким приоритетом.

После того, как буфер передачи заполнен для выбранной RU, этап 1160 инициирует передачу MU UL OFMDA данных, хранящихся в буфере передачи, к AP. Передача OFDMA основана на подканале OFDMA и модуляции, определенной в принятом кадре запуска и особенно в определении RU.

Далее, после того, как передача была выполнена и, предпочтительно, при успешной

передаче (т.е. квитирование принято от AP), этап 1170 определяет новое значение или значения, которые должны применяться к одному или нескольким параметрам EDCA из очереди или очередей трафика, чтобы изменить его или их на значение или значения со штрафом.

Очереди передачи, добавленные в список на этапе 1140, таким образом, входят в режим MU EDCA, а это означает, что их набор параметров EDCA или "конкуренции очереди" должен быть изменен, в частности, на деградированные значения параметров, подлежащие определению. Одна или более очередей передачи могут уже находиться в режиме MU EDCA. Однако деградированные значения параметров также должны быть определены (они могут быть модифицированы с помощью маякового кадра, недавно принятого с новыми деградированными значениями).

На этапе 1170, определяются деградированные значения параметров.

В вариантах осуществления, деградированные значения параметров EDCA включают в себя деградированное число арбитражных межкадровых интервалов, AIFSN, по сравнению с не-деградированными значениями параметров EDCA, используемых для очереди трафика, не установленной в режим MU EDCA. Другими словами, AIFSN очередей передачи устанавливаются в деградированные значения.

В некоторых вариантах осуществления, AIFSN является одним параметром, изменяемым при переключении в режим MU EDCA. Это означает, что деградированные значения параметров EDCA включают в себя одну и ту же нижнюю границу CW_{min} и/или верхнюю границу CW_{max} в качестве не-деградированных значений, используемых для унаследованного режима EDCA, причем как CW_{min}, таки CW_{min} определяют диапазон выбора, из которого выбирается размер окна конкуренции.

Деградированные значения, используемые для этого этапа, предпочтительно выбираются в последнем принятом выделенном информационном элементе, обычно образующим часть маякового кадра, передаваемого посредством AP. Таким образом, для узла, периодически принимающего маяковый кадр от AP, причем каждый маяковый кадр широковещательно передает сетевую информацию о сети связи на множество узлов, принятый маяковый кадр, таким образом, включает в себя, обычно дополнительно к не-деградированным (или унаследованным EDCA) значениям, деградированные значения для параметров EDCA множества очередей трафика, переключающихся в режим MU EDCA.

Если такие деградированные значения не приняты от AP, то могут быть использованы значения по умолчанию, как описано в стандарте.

Этап 1170 также включает в себя определение предопределенного деградированного значения длительности HEMUEDCATimer[AC] для каждой AC очереди трафика передачи. Эта длительность определяет период, в течение которого узел должен оставаться в режиме MU EDCA для ассоциированной деградированной очереди трафика. Эта информация также может быть получена из AP, например, из конкретного выделенного информационного элемента, принятого маякового кадра, как показано на фиг. 14b или 14c ниже.

После этапа 1170, этап 1180 фактически заменяет текущие значения параметров EDCA, ассоциированных с очередью (очередями) трафика передачи, деградированными значениями, определенными на этапе 1170.

В случае, если параметры CW_{min} и/или CW_{max} имеют новые значения, текущее CW одной или нескольких очередей трафика может стать устаревшим. В этом случае новое CW может быть выбрано из вновь определенного диапазона [CW_{min}, CW_{max}].

Далее, на этапе 1190, таймер 2110, ассоциированный с каждой очередью 210 трафика передачи, инициализируется на соответствующий предопределенный деградированный период HEMUEDCATimer[AC], как определено на этапе 1170. Таймер 2110 затем запускается и постепенно истекает с течением времени.

Следует отметить, что если таймер уже истек, когда выполняется этап 1180 (что означает, что ассоциированная очередь трафика была уже в режиме MU EDCA), таймер повторно инициализируется (т.е. сбрасывается) в значение HEMUEDCATimer[AC], чтобы удерживать узел в режиме MU EDCA в течение следующего периода HEMUEDCATimer[AC]. Это соответствует случаю таймера 591 в примере, показанном на фиг. 5b,

Фиг. 12 иллюстрирует, с использованием блок-схемы последовательности операций, управление узлом на уровне очереди, чтобы переключаться обратно в не-деградированный унаследованный режим в приведенных выше примерах. Это управление основано на HEMUEDCATimer[AC], выделенном соответствующей AC очереди трафика. Действительно, AC очереди трафика может оставаться в режиме MU EDCA, пока этот HEMUEDCATimer[AC] таймера не истек.

Таким образом, на этапе 1210, проверяется, прошел/истек ли HEMUEDCATimer[AC], т.е. достиг значения 0.

При положительном ответе, AC очередь трафика переключается обратно в режим EDCA на этапе 1220. Это может включать в себя сброс параметров EDCA в не-деградированные значения, например, как те, которые предоставлены посредством AP узлам с использованием маякового кадра согласно фиг. 14a ниже.

Следует отметить, что из-за повторной инициализации таймера на каждом новом этапе 1190, истечение HEMUEDCATimer[AC] происходит только тогда, когда не передается никаких данных из AC очереди трафика от узла в любой единице ресурса OFDMA, предоставленной посредством AP, в последующей TXOP, предоставленной AP в течение предопределенного деградированного периода.

Затем процесс завершается на этапе 1230.

Процесс согласно фиг. 12 выполняется параллельно и независимо для каждой очереди трафика в деградированном режиме MU EDCA (т.е., для которого таймер истекает). Это объясняется тем, что таймеры 2110 разделены в соответствии с методами изобретения.

На фиг. 13 показана структура кадра запуска, как определено в проекте стандарта 802.11ax.

Кадр 1300 запуска состоит из выделенного поля 1310 называемого полем User Info (Пользовательская информация). Это поле содержит поле 1320 "Trigger dependent Common info" (Общая информация, зависимая от запуска), которое содержит поле 1330 "AC Preference Level" (Уровень предпочтения AC) и поле 1340 "Preferred AC" (Предпочтительная AC).

Поле 1340 Предпочтительная AC представляет собой 2-битное поле, указывающее очередь AC (значение от 0 до 3), из которой данные должны быть отправлены узлом на RU, выделенной этому узлу в кадре запуска.

Поле 1330 Уровень предпочтения AC является битом, указывающим, является ли значение поля 1340 Предпочтительная AC значимым или нет. Если поле 1340 установлено в 1, то узел должен учитывать поле 1340 Предпочтительная AC при выборе данных на этапе 1130. Если поле 1330 установлено в 0, то узлу разрешено передавать данные из любой очереди AC, независимо от значения поля 1340 Предпочтительная AC.

Остальные поля кадра запуска определены в стандарте 802.11ax.

AP может также отвечать за широковещательную передачу параметров EDCA как для режима EDCA, так и для режима MU EDCA, а также одного или более значений инициализации, подлежащих использованию для инициализации или сброса таймеров 2110, ассоциированных с очередями 210 трафика. AP предпочтительно выполняет широковещательную передачу с использованием хорошо известного маякового кадра, выделенного для конфигурирования всех узлов в 802.11 соте. Следует отметить, что если AP терпит неудачу в широковещательной передаче параметров EDCA, узлы сконфигурированы, чтобы возвращаться к значениям по умолчанию, как определено в стандарте 802.11ax.

На фиг. 14a показана структура стандартизованного информационного элемента 1410, используемого для описания параметров EDCA в маяковом кадре.

Поля 1411, 1412, 1413, 1414 описывают параметры, ассоциированные с каждой очередью 210 трафика. Для каждой очереди трафика, подполе 1415 включает в себя параметры EDCA: AIFSN в качестве задержки, прежде чем начать уменьшать ассоциированное значение отката, ECWmin и ECWmax в качестве значений минимального CW_{min} и максимального CW_{max} окна конкуренции и, наконец, предел TXOP в качестве максимального времени передачи данных для 802.11 устройства.

Все остальные поля информационного элемента являются теми, которые описаны в стандарте 802.11.

Фиг. 14b иллюстрирует примерную структуру выделенного информационного элемента 1420 для передачи деградированных значений параметров EDCA в соответствии с изобретением, а также общего значения инициализации для таймеров HEMUEDCATimer [AC] всех очередей трафика. Выделенный информационный элемент 1420 может быть включен в маяковый кадр, отправляемый посредством AP.

Выделенный информационный элемент 1420 включает в себя, для каждой очереди AC, деградированные параметры EDCA (1421, 1422, 1423, 1424), подлежащие использованию узлами в режиме MU EDCA. Он также включает в себя подполе 1425, задающее общее значение инициализации для HEMUEDCATimer.

Каждое подполе 1421, 1422, 1423, 1424 включает в себя деградированное значение AIFSN для соответствующей очереди трафика, а также деградированное значение ECWmin и деградированное значение ECWmax (они могут быть такими же, как унаследованные значения EDCA).

В этом варианте осуществления, предопределенные деградированные периоды, используемые для инициализации таймеров HEMUEDCATimer[AC], ассоциированных с соответствующими AC очередей трафика, вычисляются из общего значения 1425 инициализации, принятого от AP, и из параметра коррекции, специфического для каждой соответствующей очереди трафика.

С использованием различных параметров коррекции, могут быть получены различные предопределенные деградированные периоды, используемые для инициализации таймеров, ассоциированных с двумя соответствующими очередями трафика.

В одном варианте осуществления, общее значение инициализации, как предоставлено посредством AP, может умножаться на постоянное значение (параметр коррекции) на основе приоритета каждой AC очереди трафика. Например, постоянное значение может быть равно 1 для категорий доступа AC_VO и AC_VI и равно 3 для категорий доступа AC_BE и AC_BG.

Фиг. 14c иллюстрирует другую примерную структуру выделенного информационного элемента 1430 для передачи деградированных значений параметров EDCA в соответствии

с изобретением, а также одного значения инициализации для каждого таймера HEMUEDCATimer[AC], реализованного узлами. Выделенный информационный элемент 1430 может быть включен в маяковый кадр, отправляемый посредством AP.

Выделенный информационный элемент 1430 включает в себя, для каждой очереди AC, набор деградированных параметров (1431, 1432 1433, 1434), подлежащих использованию узлами в режиме MU EDCA. Он также включают в себя подполе 1425, задающее общее значение инициализации для HEMUEDCATimer.

Каждое подполе 1431, 1432, 1433, 1434 включает в себя деградированное значение AIFSN для соответствующей очереди трафика, а также деградированное значение ECWmin и деградированное значение ECWmax (они могут быть такими же, как унаследованные значения EDCA) и, наконец, значение инициализации, подлежащее использованию для HEMUEDCATimer рассматриваемой очереди трафика.

Это означает, что AP отвечает за вычисления, а затем отправку выделенного значения инициализации для каждой очереди трафика. В этом варианте осуществления, предопределенные деградированные периоды, используемые для инициализации таймеров HEMUEDCATimer[AC], ассоциированных с соответствующими очередями трафика, устанавливается в соответствующие значения инициализации, непосредственно принимаемые от AP.

Для улучшения управления QoS, значения инициализации, вычисленные посредством AP, предпочтительно основаны на приоритете каждой AC.

Хотя настоящее изобретение было описано выше со ссылкой на конкретные варианты осуществления, настоящее изобретение не ограничивается конкретными вариантами осуществления, и специалисту в данной области техники будут очевидны модификации, которые входят в объем настоящего изобретения.

Например, в то время как параметры EDCA и деградированные параметры MU EDCA широковещательно передаются в выделенных информационных элементах одного и тот же маякового кадра в приведенных выше объяснениях, вариации могут предусматривать чередование маякового кадра, отправляющего параметры EDCA, и другого маякового кадра, широковещательно передающего деградированные параметры MU EDCA.

Многие другие модификации и вариации будут очевидны специалистам в данной области при обращении к вышеприведенным иллюстративным вариантам осуществления изобретения, которые приведены только в качестве примера и которые не предназначены для ограничения объема изобретения, который определяется исключительно прилагаемой формулой изобретения. В частности, различные признаки из различных вариантов осуществления могут быть взаимозаменяемыми, где это уместно.

В формуле изобретения слово "содержит" не исключает других элементов или этапов, и форма единственного числа не исключает множественности. Сам факт того, что различные признаки изложены во взаимно различных зависимых пунктах формулы изобретения, не указывает на то, что комбинация этих признаков не может быть выгодным образом использована.

(57) Формула изобретения

1. Способ связи в сети связи, содержащей множество узлов, причем по меньшей мере один узел содержит множество очередей трафика для обслуживания трафика данных с различными приоритетами, при этом каждая очередь трафика связана с соответствующим механизмом отката очереди для вычисления, из параметров

конкуренции, соответствующего значения отката очереди, которое должно использоваться для конкуренции за доступ к каналу связи, чтобы передавать данные, сохраненные в соответствующей очереди трафика, в возможности передачи (TXOP) расширенного распределенного доступа к каналу (EDCA);

причем способ содержит, в узле:

использование множества таймеров, каждый из которых связан с одной из очередей трафика, при этом каждый таймер выполняет обратный отсчет заранее определенного периода, в течение которого параметры конкуренции остаются установленными в параметры MU-EDCA для соответствующей очереди трафика, прежде чем устанавливаться назад в параметры EDCA, отличающиеся от параметров MU-EDCA.

2. Способ по п. 1, в котором параметры конкуренции для очереди трафика устанавливаются в параметры MU-EDCA в течение соответствующего заранее определенного периода после передачи данных, сохраненных в очереди трафика, на одной или более единицах ресурсов, к котором осуществлен доступ и которые предоставлены другим узлом, в пределах одной или более возможностей передачи, предоставленных этому другому узлу на канале связи.

3. Способ по п. 1, в котором заранее определенные периоды, используемые для инициализации таймеров, связанных с двумя соответствующими очередями трафика, отличаются друг от друга.

4. Способ по п. 2, в котором предопределенные периоды, используемые для инициализации таймеров, связанных с соответствующими очередями трафика, вычисляются из общего значения инициализации, принятого от другого узла, и из параметра коррекции, индивидуального для соответствующей очереди трафика.

5. Способ по п. 2, в котором заранее определенные периоды, используемые для инициализации таймеров, связанных с соответствующими очередями трафика, устанавливаются в соответствующие значения инициализации, непосредственно принятые от другого узла.

6. Способ по п. 2, в котором таймер, связанный с соответствующей очередью трафика, повторно инициализируется в соответствующий заранее определенный период каждый раз, когда данные из связанной с ним очереди трафика передаются в единице ресурсов, к которой осуществлен доступ и которая предоставлена другим узлом, в пределах любой последующей возможности передачи, предоставленной другому узлу на канале связи.

7. Способ по п. 1, дополнительно содержащий, в узле, периодический прием маякового кадра из точки доступа, причем каждым маяковым кадром широковещательно передается сетевая информация о сети связи на множество узлов,

причем по меньшей мере один принятый маяковый кадр включает в себя параметры EDCA и параметры MU-EDCA для параметров конкуренции очереди множества очередей трафика и по меньшей мере одно значение инициализации для инициализации таймеров на заранее определенные периоды, связанные с очередями трафика.

8. Способ по п. 2, в котором параметры конкуренции для очереди трафика устанавливаются в параметры MU-EDCA в течение соответствующего заранее определенного периода только при успешной передаче данных в соответствующей единице ресурса, к которой осуществлен доступ.

9. Способ по п. 1, в котором параметры MU-EDCA включают в себя деградированное число арбитражных межкадровых интервалов (AIFSN) по сравнению с параметрами EDCA.

10. Способ по п. 2, дополнительно содержащий, в узле, при доступе к единице ресурса,

предоставленной другим узлом в пределах последующей возможности передачи, предоставленной другому узлу:

выбор данных из очередей трафика, параметры конкуренции которых установлены в параметры MU-EDCA или параметры EDCA, на основе ассоциированных текущих значений отката очереди,

передачу выбранных данных в единице ресурса, к которой осуществлен доступ, в пределах новой возможности передачи.

11. Способ по п. 2, дополнительно содержащий, в узле, при доступе к единице ресурса, предоставленной другим узлом в пределах последующей возможности передачи, предоставленной другому узлу:

выбор данных из предпочтительной очереди трафика, указанной другим узлом,

передачу выбранных данных в единице ресурса, к которой осуществлен доступ, в пределах новой возможности передачи.

12. Долговременный машиночитаемый носитель, хранящий программу, которая при ее исполнении микропроцессорной или компьютерной системой в устройстве предписывает устройству выполнять способ по п. 1.

13. Устройство связи, содержащее:

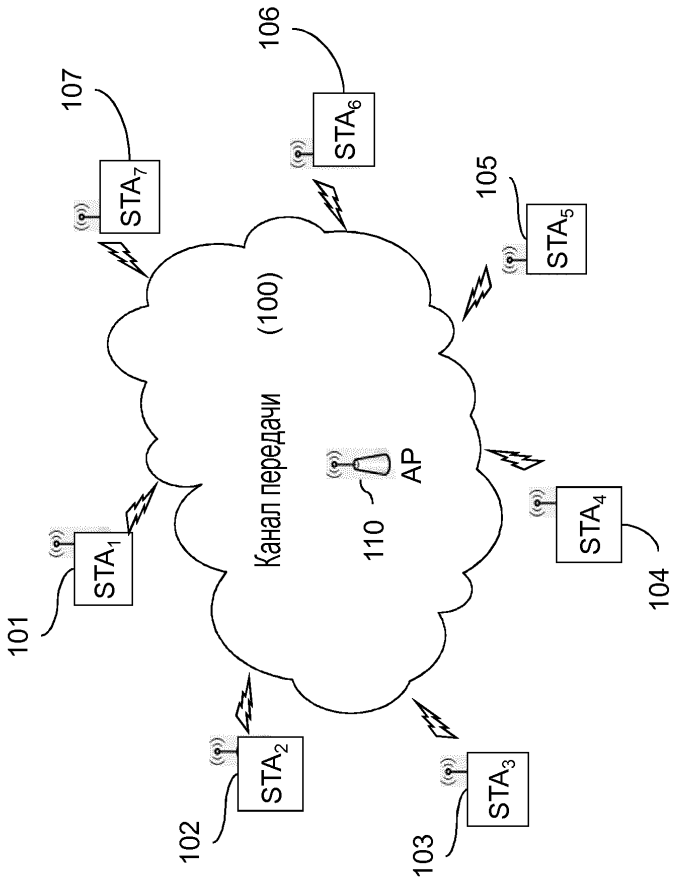
множество очередей трафика для обслуживания трафика данных с различными приоритетами,

множество механизмов отката очереди, каждый из которых связан с соответствующей очередью трафика, для вычисления, из параметров конкуренции очереди, соответствующего значения отката очереди, которое должно использоваться для конкуренции за доступ к каналу связи, чтобы передавать данные, сохраненные в соответствующей очереди трафика, в возможности передачи (TXOP) расширенного распределенного доступа к каналу (EDCA);

причем устройство связи дополнительно содержит множество таймеров, каждый из которых связан с одной из очередей трафика, и

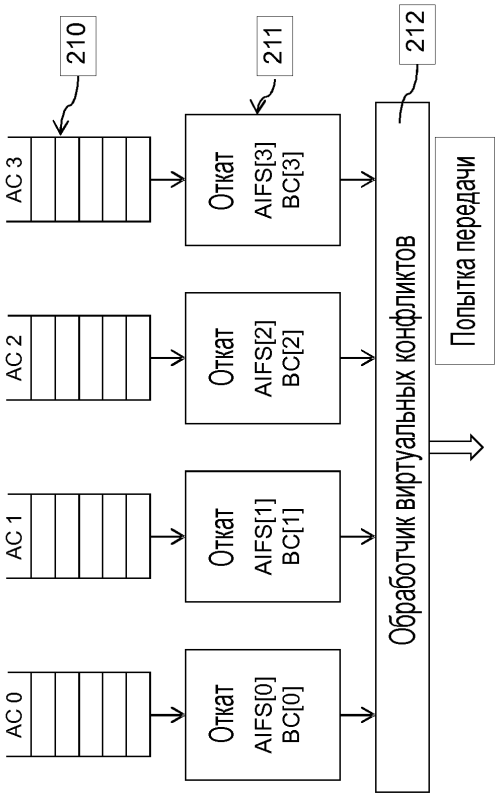
причем каждый таймер предназначен для обратного отсчета заранее определенного периода, в течение которого параметры конкуренции остаются установленными в параметры MU-EDCA для соответствующей очереди трафика, прежде чем устанавливаться назад в параметры EDCA, отличающиеся от параметров MU-EDCA.

1


106
107
105
STA6
STA7
STA5
(100)
Канал передачи
AP
110
STA1
STA4
101
104
STA2
STA3
102
103

ФИГ. 1

2



ФИГ. 2a

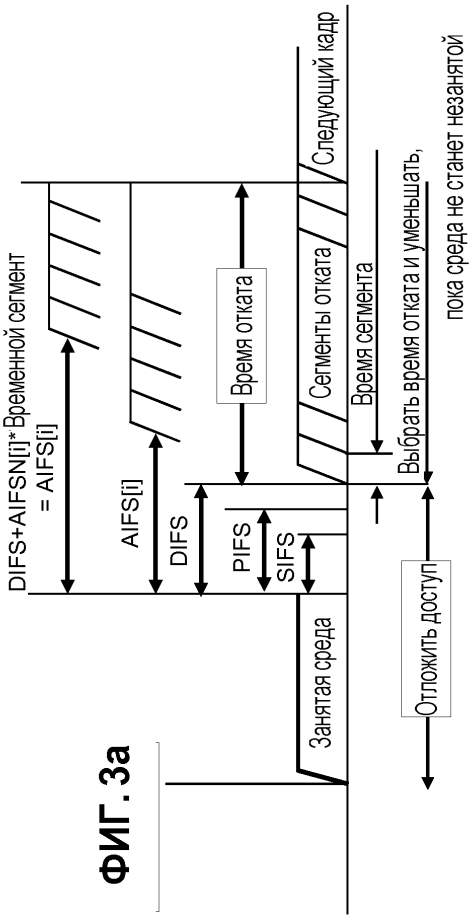
AC	CW_{min}	CW_{max}	AIFSN
AC_BG	aCWmin	aCWmax	7
AC_BE	aCWmin	aCWmax	3
AC_VI	(aCWmin+1)/2-1	aCWmin	2
AC_VO	(aCWmin+1)/4-1	(aCWmin+1)/2-1	2

ФИГ. 2b

AC	MU CW_{min}	MU CW_{max}	MU AIFSN
AC_BG	aCWmin	aCWmax	14
AC_BE	aCWmin	aCWmax	10
AC_VI	(aCWmin+1)/2-1	aCWmin	9
AC_VO	(aCWmin+1)/4-1	(aCWmin+1)/2-1	9

ФИГ. 2c

3

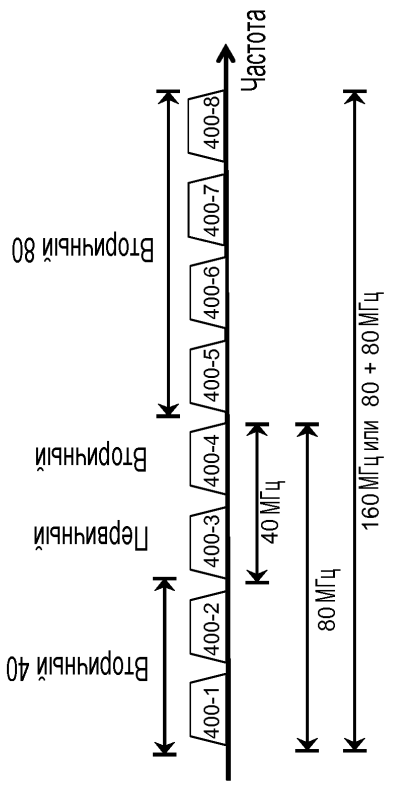


ФИГ. 3a

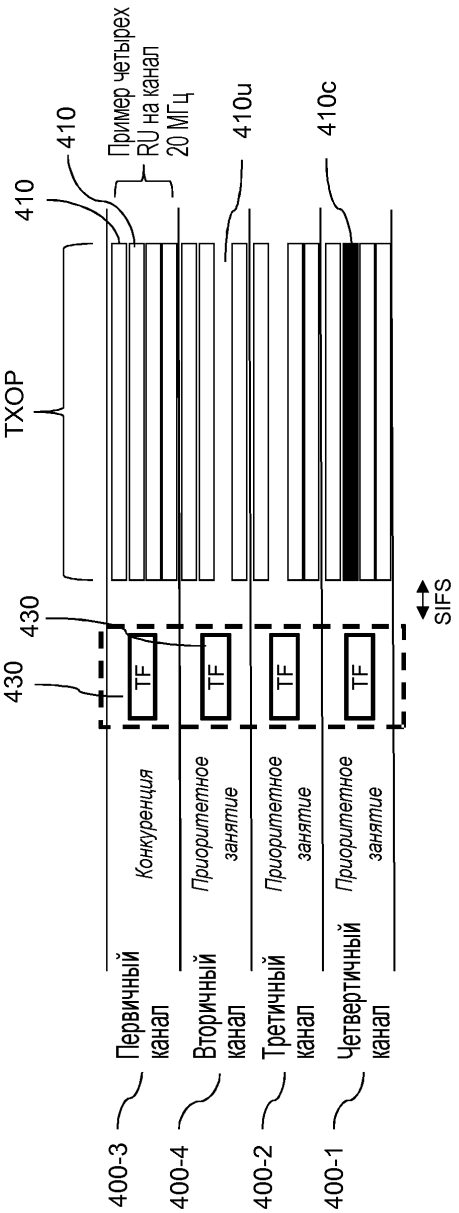
ФИГ. 3b

Отображения приоритета на категорию доступа		
Приоритет	Категория доступа (AC)	Назначение (информативно)
1	0	Наилучшее усилие
2	0	Наилучшее усилие
0	0	Наилучшее усилие
3	1	Видео зондирование
4	2	Видео
5	2	Видео
6	3	Голос
7	3	Голос

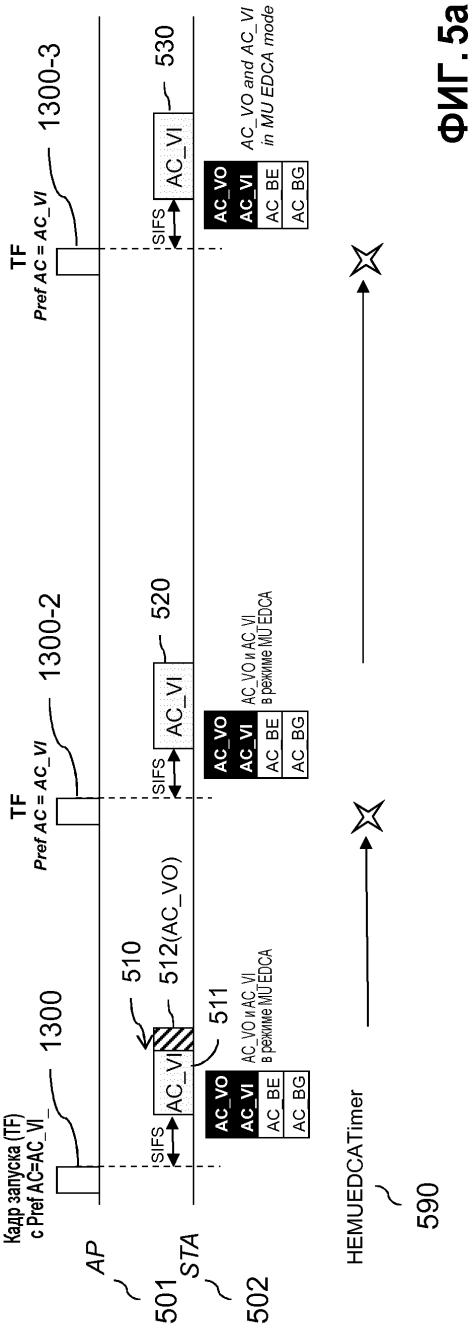
4


Частота
Вторичный 80
Вторичный
Первичный
Вторичный 40
400-1
400-2
400-3
400-4
400-5
400-6
400-7
400-8
40 МГц
80 МГц
160 МГц или 80 + 80 МГц

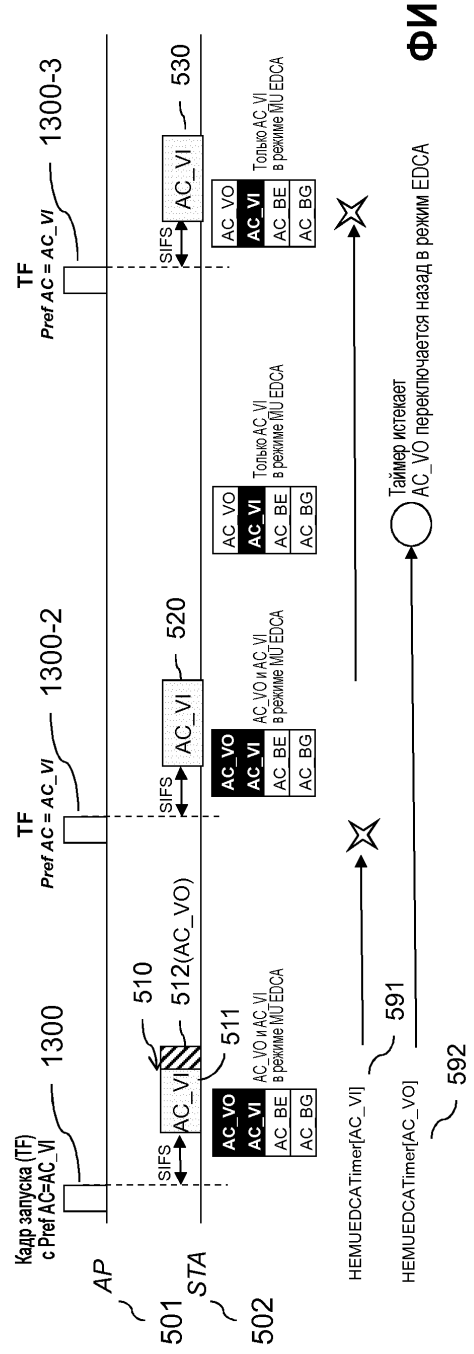
ФИГ. 4а


410
Пример четырех RU на канал 20 МГц
410u
410c
TXOP
430
430
SIFS
TF
Конкуренция
Приоритетное занятие
Первичный канал
Вторичный канал
Третичный канал
Четвертичный канал
400-3
400-4
400-2
400-1

ФИГ. 4

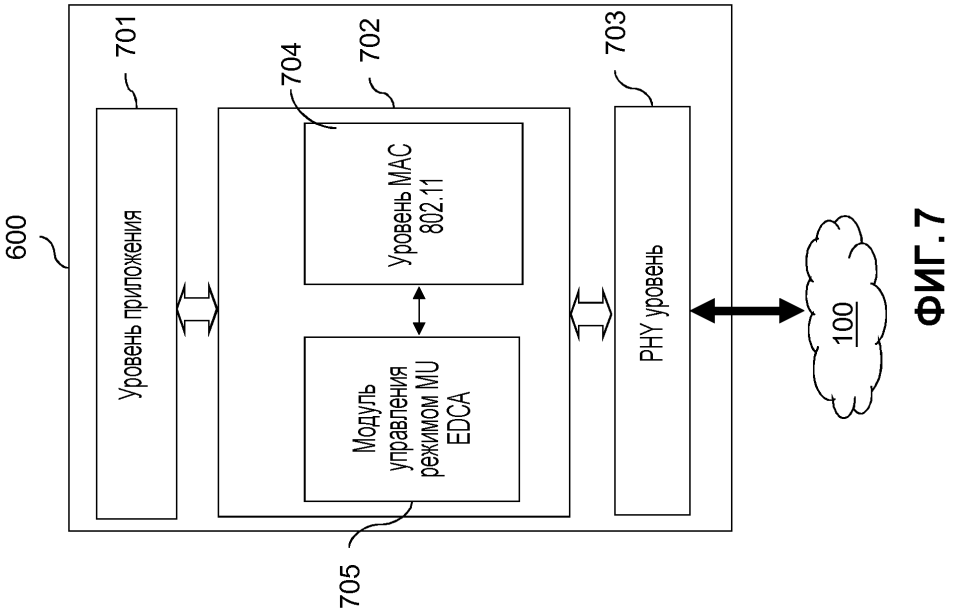


ФИГ. 5a

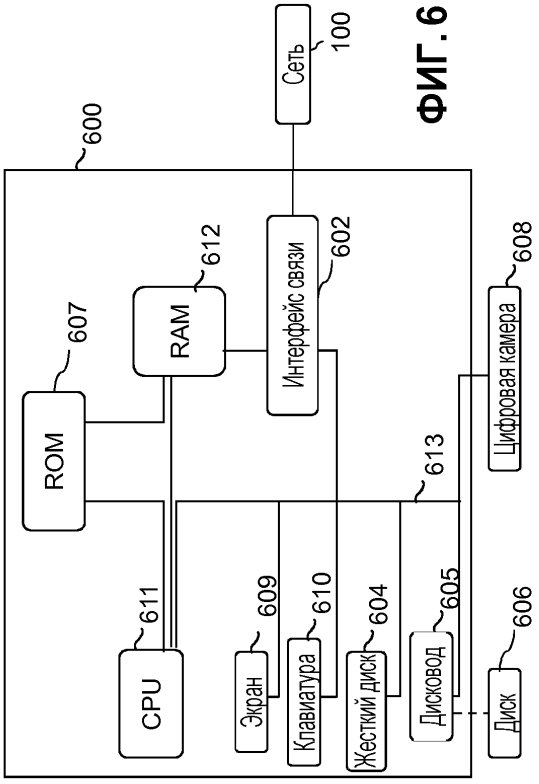


ФИГ. 5b

6

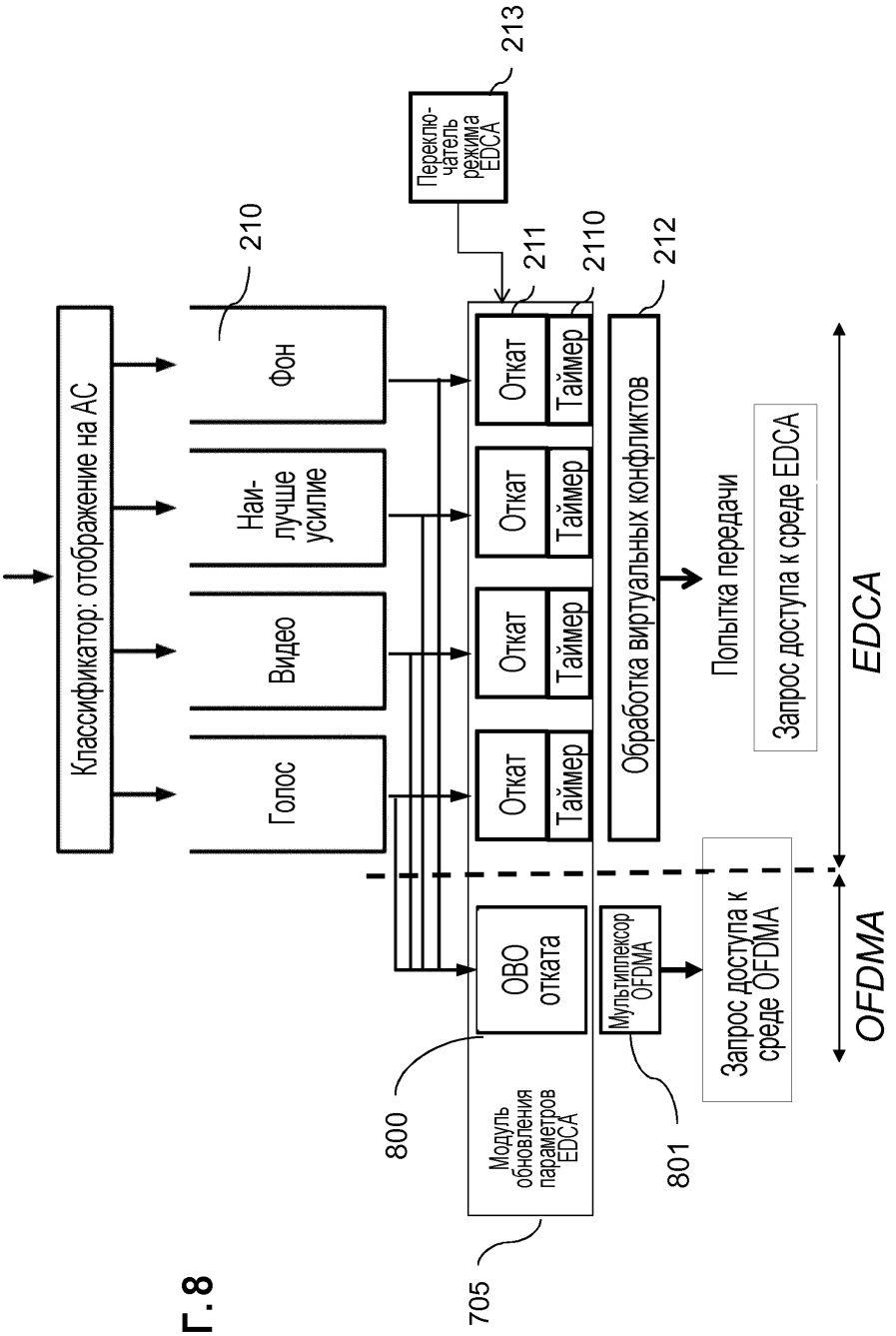

600
701
Уровень приложения
704
702
Уровень MAC 802.11
Модуль управления режимом MU EDCA
703
PHY уровень
100
705

ФИГ. 7


600
Сеть
100
612
RAM
602
Интерфейс связи
607
ROM
608
Цифровая камера
613
611
CPU
609
Экран
610
Клавиатура
604
Жесткий диск
605
Дисковод
606
Диск

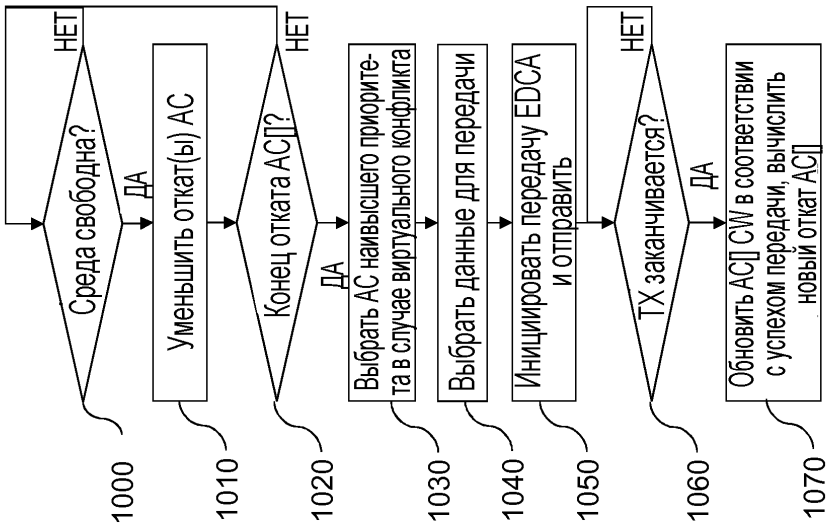
ФИГ. 6

7

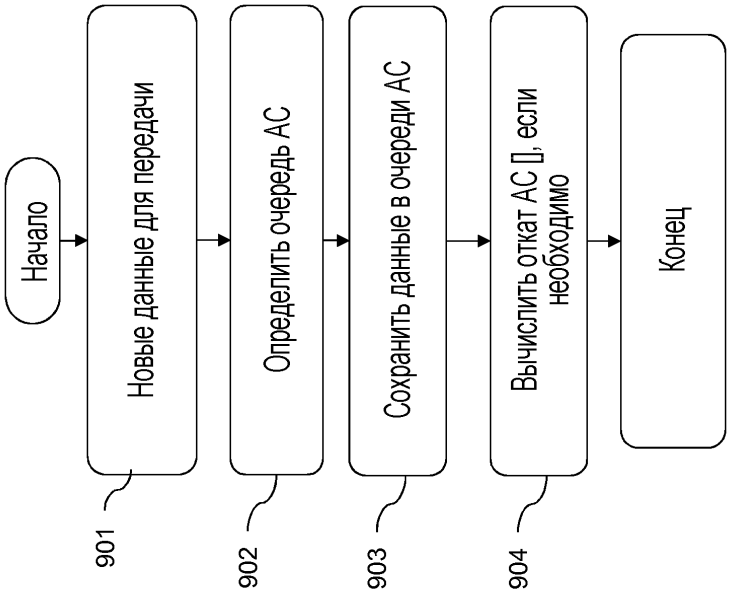

Классификатор: отображение на АС
Голос
Видео
Наи-лучше усилие
Фон
210
Переклю-чатель режима EDCA
213
211
2110
212
Откат
Таймер
Обработка виртуальных конфликтов
Попытка передачи
Запрос доступа к среде EDCA
EDCA
OFDMA
ОВО отката
Мультиплексор OFDMA
Запрос доступа к среде OFDMA
800
801
Модуль обновления параметров EDCA
705

ФИГ. 8

ФИГ. 10

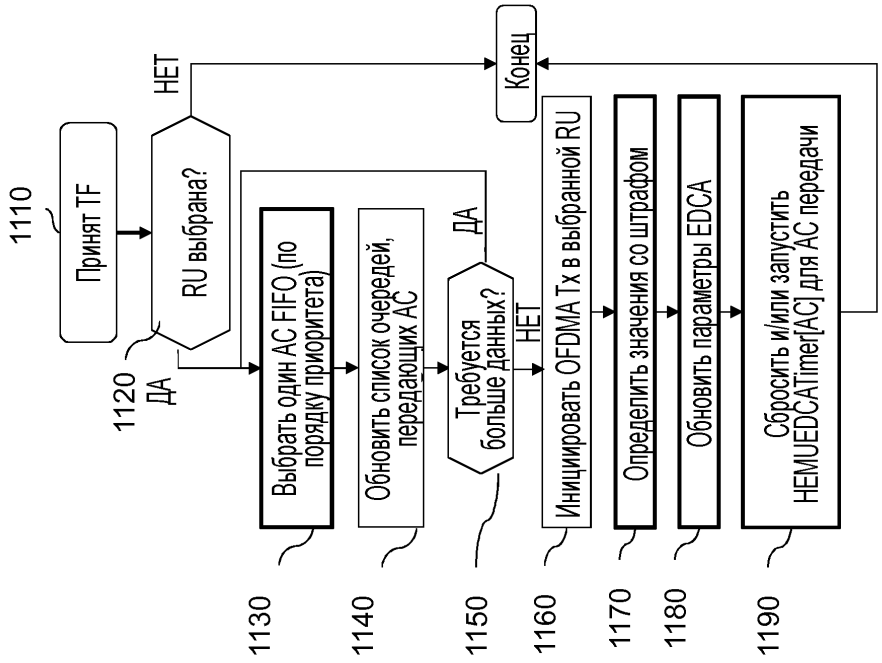

Среда свободна?
НЕТ
ДА
Уменьшить откат(ы) AC
Конец отката ACП?
НЕТ
ДА
Выбрать AC наивысшего приоритета в случае виртуального конфликта
Выбрать данные для передачи
Инициировать передачу EDCA и отправить
ТХ заканчивается?
НЕТ
ДА
Обновить ACП CW в соответствии с успехом передачи, вычислить новый откат ACП
1000
1010
1020
1030
1040
1050
1060
1070

ФИГ. 9

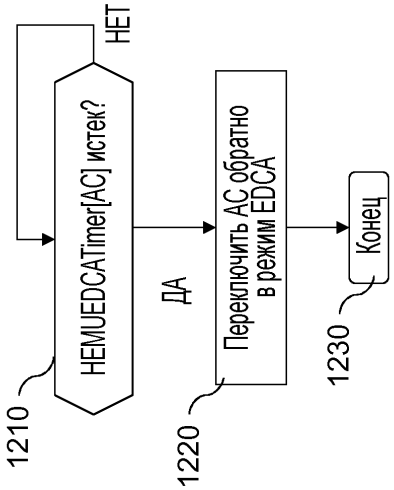

Начало
Новые данные для передачи
Определить очередь AC
Сохранить данные в очереди AC
Вычислить откат AC П, если необходимо
Конец
901
902
903
904

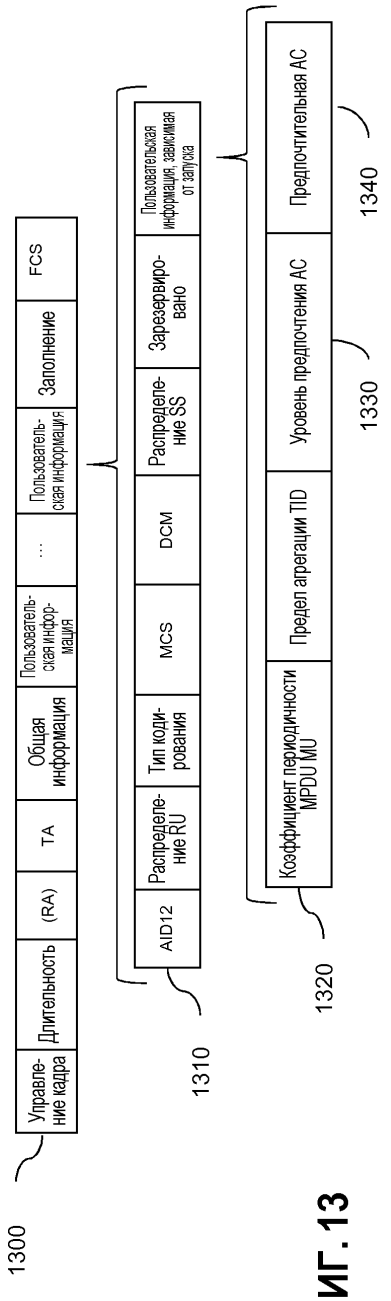
9

ФИГ. 11

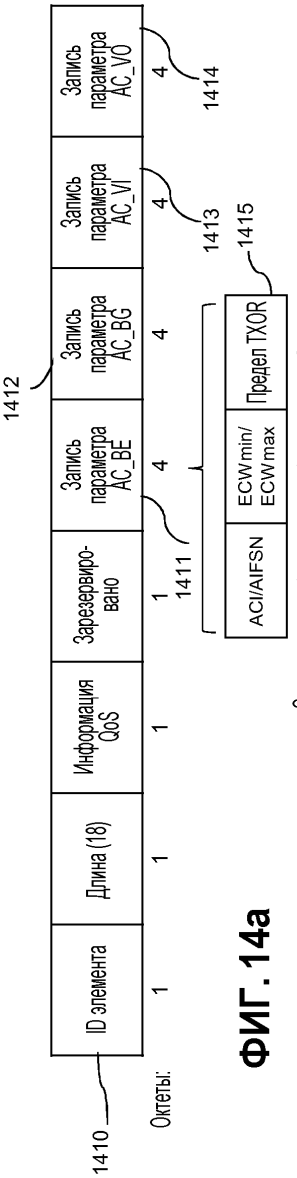

1110
Принят TF
RU выбрана?
НЕТ
1120
ДА
Конец
Выбрать один AC FIFO (по порядку приоритета)
Обновить список очередей, передающих AC
Требуется больше данных?
ДА
НЕТ
Инициировать OFDMA Tx в выбранной RU
Определить значения со штрафом
Обновить параметры EDCA
Сбросить и/или запустить HEMUEDCATimer[AC] для AC передачи
1130
1140
1150
1160
1170
1180
1190

ФИГ. 12

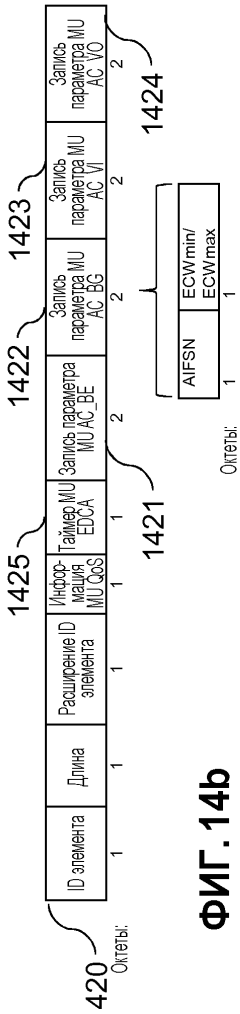

HEMUEDCATimer[AC] истек?
НЕТ
ДА
Переключить AC обратно в режим EDCA
Конец
1210
1220
1230


Управление кадра
Длительность
(RA)
TA
Общая информация
Пользовательская информация
...
Пользовательская информация
Заполнение
FCS
1300
AID12
Распределение RU
Тип кодирования
MCS
DCM
Распределение SS
Зарезервировано
Пользовательская информация, зависимая от запуска
1310
Коэффициент периодичности MPDU MU
Предел агрегации TID
Уровень предпочтения AC
Предпочтительная AC
1320
1330
1340

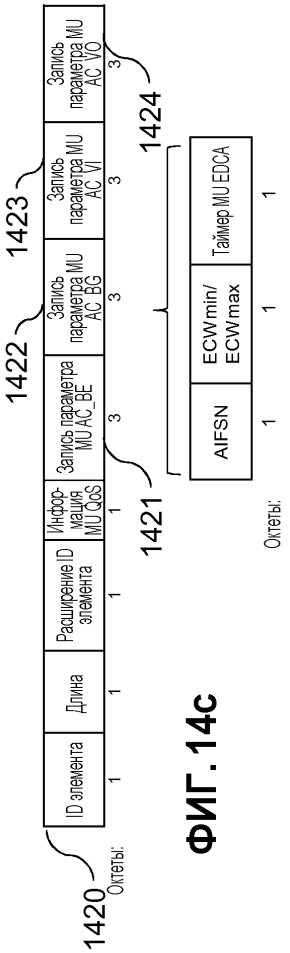
ФИГ. 13



ФИГ. 14a



ФИГ. 14b



ФИГ. 14c