



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006138637/09, 01.11.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
01.11.2006(30) Конвенционный приоритет:  
02.11.2005 JP 2005-319597

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2008

(45) Опубликовано: 20.10.2008 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 95121152 A, 20.12.1997. RU 98104069  
A, 10.02.2000. US 08361355 A, 16.08.1996. WO  
9707606 A, 27.02.1997.

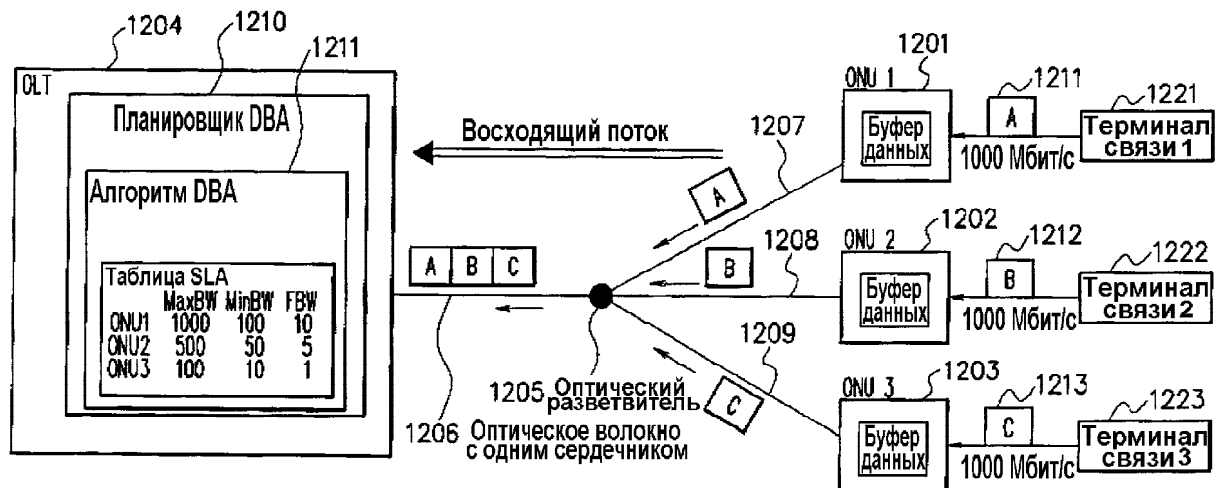
Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595(72) Автор(ы):  
ВАТАНАБЕ Норитака (JP)(73) Патентообладатель(и):  
НЕК КОРПОРЕЙШН (JP)(54) УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОЛОС, СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОЛОС И ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОЛОС

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике связи.  
Технический результат состоит в управлении  
полосами, гарантирующем беспристрастный  
подход к уровням сервиса узлов ONU. Для этого  
устройство управления распределением полос для  
управления полосами, подлежащими

распределению по множеству узлов оптической  
сети (ONU), включает в себя узел распределения  
полос, который устанавливает распределяемую  
полосу, подлежащую распределению каждому узлу  
ONU, в соответствии с отношением максимальных  
предельных значений полосы для ONU. 3 н. и 21  
з.п. ф-лы, 15 ил.



Фиг. 9



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006138637/09, 01.11.2006**

(24) Effective date for property rights: **01.11.2006**

(30) Priority:  
**02.11.2005 JP 2005-319597**

(43) Application published: **10.05.2008**

(45) Date of publication: **20.10.2008 Bull. 29**

Mail address:  
**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3,  
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i  
Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):  
**VATANABE Noritaka (JP)**

(73) Proprietor(s):  
**NEK KORPOREJShN (JP)**

(54) **DEVICE, METHOD AND PROGRAM OF BAND DISTRIBUTION CONTROL**

(57) Abstract:

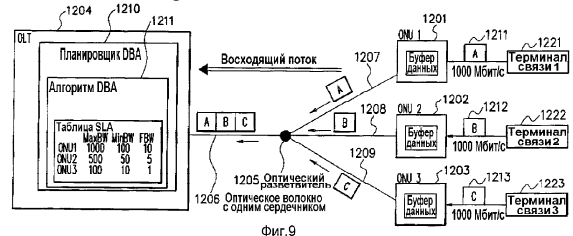
FIELD: physics, communications.

SUBSTANCE: invention concerns communication technologies. Distribution control device for bands subject to distribution over multiple optic network units (ONU) includes band distribution unit which determines a distributed band for each ONU in accordance with maximum band value limit ratio for ONU.

EFFECT: band distribution control ensuring

fair approach to ONU service levels.

24 cl, 15 dwg



RU 2 336 648 C2

RU 2 336 648 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к устройству управления распределением полос, способу управления распределением полос и программе управления распределением полос для управления полосами, распределяемыми для множества узлов оптической сети (ONU), образующих систему пассивной оптической сети Gigabit Ethernet (зарегистрированная торговая марка) (GE-PON).

Уровень техники

Недавно была внедрена система GE-PON, в которой используется сеть Gigabit Ethernet для передачи данных с использованием кадра Ethernet (зарегистрированная торговая марка) между центральной станцией и каждым семейством. Как показано на фиг.1, система GE-PON включает в себя терминал 104 оптической линии (OLT), расположенный на стороне центральной станции, и узлы 101-103 оптической сети (ONU), расположенные соответственно по терминалам 121-123 связи на абонентской стороне. Обратимся теперь к фиг.1, со ссылками на которую будет описана конфигурация системы с использованием GE-PON.

Как можно видеть из фиг.1, терминал OLT 104 через оптоволоконный кабель 106 с одной сердцевиной соединен с оптическим разветвителем 105 (узел ветвления) в системе GE-PON. Оптический разветвитель 105 на стороне восходящей линии связи подсоединен через оптоволоконные кабели 107-109 с одной сердцевиной к узлам ONU 101-103 соответственно. Узлы ONU 101-103 подсоединены соответственно к терминалам 121-123 связи, что обеспечивает взаимно однозначное соответствие между ними.

В системе GE-PON, показанной на фиг.1, терминал OLT 104 выполняет операцию планирования, выдавая грант на передачу узлам ONU 101-103. Получив грант от OLT 104, узел ONU (101-103) передает на терминал OLT 104 данные согласно гранту на передачу. Таким образом, открывается возможность избежать конфликтной ситуации между элементами 111-113 данных в кабеле 106 между OLT 104 и оптическим разветвителем 105.

Весьма важно обеспечить управление полосами в грантах на передачу для соответствующих узлов ONU 101-103 согласно соглашению об уровне сервиса (SLA), заключенному между стороной-учреждением связи и стороной абонентов, использующей терминалы 121-123 связи, чтобы реализовать тем самым управление полосами, гарантирующее беспристрастный подход к уровням сервиса терминалов 121-123.

Беспристрастный подход к уровням сервиса в особенности необходим для обеспечения различия между полосами для уровня высокоскоростного сервиса и уровня низкоскоростного сервиса.

Терминал OLT 104 системы GE-PON имеет внутреннюю конфигурацию, включающую в себя планировщик 301 динамического распределения полос (DBA), как показано на фиг.2. Планировщик 301 DBA осуществляет обработку для вычисления полос, распределяемых узлами ONU 101-103.

Каждый из узлов ONU 101-103 системы GE-PON сконфигурирован с использованием секции 302 вычисления оценки данных, остающихся в буфере, и буфера 304 данных, как показано на фиг.2. Секция 302 уведомляет терминал OLT 104 о значении запроса длины очереди. Буфер 304 данных запоминает элементы данных, полученные от терминалов 121-123, а затем посылает эти элементы данных на терминал OLT 104 в соответствии с длиной очереди грантов на передачу.

В системе GE-PON, как можно видеть из фиг.3, между терминалом OLT 104 и узлами ONU 101-103 передаются пропускающие сообщения 201-203 и отчетные сообщения 211-213.

В каждом отчетном сообщении 211-213 хранятся значения запроса длины очереди, то есть параметры элементов данных, оставшихся в буферах 304 данных узлов ONU 101-103. В каждом пропускающем сообщении 201-203 хранятся значения запроса длины очереди, полученные из отчетных сообщений 211-213, и значения длины очереди грантов на передачу, вычисленные планировщиком 301 динамического распределения полос (DBA) в терминале OLT 104. Узлы ONU 101-103 имеют возможность посылать на терминал OLT 104

объемы элементов данных, указанные значениями длины очереди грантов на передачу, которые хранятся в пропускающих сообщениях 201-203.

Обратимся теперь к фиг.3 и 4, со ссылками на которые будет описана операция управления, выполняемая планировщиком 301 DBA.

5 Сначала узлы ONU 101-103 посылают на терминал OLT 104 отчетные сообщения 211-213, содержащие значения запроса длины очереди (шаг A1).

Планировщик 301 DBA в цикле n 401 DBA принимает отчетные сообщения 211-213 от узлов ONU 101-103 под управлением терминала OLT 104 и получает значения запроса длины очереди из соответствующих отчетных сообщений (шаг A2).

10 После этого в цикле n+1 402 DBA планировщик 301 DBA вычисляет полосы, распределяемые соответствующим узлам 101-103, для получения значений длины очереди грантов на передачу в соответствии с алгоритмом 311 DBA (шаг A3).

Планировщик 301 DBA передает в узлы ONU 101-103 пропускающие сообщения 201-203 соответственно, содержащие значения длины очереди грантов на передачу и значения  
15 запроса длины очереди, полученные соответственно от узлов ONU 101-103 (шаг A4).

Каждый из узлов ONU 101-103 принимает пропускающие сообщения 201-203 от терминала OLT 104 (шаг A5). В соответствии со значениями длины очереди грантов на передачу в пропускающих сообщениях 201-203 от терминала OLT 104 узлы ONU 101-103 посылают элементы данных передачи на терминал OLT 104 (шаг A6). Каждый узел ONU  
20 посылает эти данные на терминал OLT 104 в соответствии с временными характеристиками передачи, хранящимися в соответствующем пропускающем сообщении.

Обратимся теперь к фиг.5 и 6, со ссылками на которые будет описан алгоритм DBA для известного уровня техники. На фиг.5 показан алгоритм 311 DBA в виде блок-схемы, а на фиг.6 показаны параметры, используемые алгоритмом 311.

25 Параметры для алгоритма 311 DBA включают в себя значение RBWn запроса длины очереди (№5 на фиг.6), запрошенное каждым узлом ONU (101-103), и параметры SLA, такие как максимальное предельное значение MaxBWn полосы (№2 на фиг.6), минимальное гарантированное значение MinBWn полосы (№3 на фиг.6) и фиксированное значение FBWn полосы (№4 на фиг.6).

30 Эти параметры представлены в единицах TQ, указывающих временной интервал, выделенный для передачи в цикле DBA. Таким образом, значение в единицах TQ может быть преобразовано в значение в единицах «бит на секунду (бит/с)» следующим образом:  
[бит/с]=каждый параметр [TQ]/цикл DBA[TQ]×1Гбит/с (Гигабит в секунду).

Например, максимальное предельное значение полосы MaxBWn [TQ] преобразуется в  
35 [бит/с] следующим образом:

$$\text{MaxBWn [бит/с]} = \text{MaxBWn [TQ]} / \text{цикл DBA [TQ]} \times 1 \text{ Гбит/с.}$$

Далее описывается стандартный алгоритм 311 DBA, показанный на фиг.5.

Сначала планировщик 301 DBA принимает значения RBWn запроса длины очереди для узлов ONU 101-103 (шаг S1).

40 Планировщик 301 DBA осуществляет обработку для вычисления скорректированных фиксированных значений FBW'n полосы и значения Fn длины оставшейся очереди для узлов ONU 101-103 (шаг S2).

При вычислении FBW'n для каждого ONU планировщик 301 DBA выполняет сравнение значения RBWn запроса длины очереди, минимального гарантированного значения  
45 MinBWn и фиксированного значения FBWn для вычисления скорректированных фиксированных значений FBW'n полосы, как показано на фиг.7.

Условие 1: Если « $\text{RBWn} \geq \text{MinBWn} > \text{FBWn}$ », то  $\text{FBW}'n = \text{MinBWn}$ .

Условие 2: Если « $\text{MinBWn} > \text{RBWn} \geq \text{FBWn}$ », то  $\text{FBW}'n = \text{RBWn}$ .

Условие 3: В противном случае (отличном от условий 1 и 2)  $\text{FBW}'n = \text{FBWn}$ .

50 При вычислении длины Fn оставшейся очереди планировщик 301 DBA вычитает скорректированное фиксированное значение FBW'n полосы из значения RBWn запроса длины очереди ( $\text{RBWn} - \text{FBW}'n$ ), как показано на фиг.8, для результирующего вычисления длины Fn оставшейся очереди (длина оставшейся очереди не распределяется).

То есть если  $RBW_n \geq FBW'_n$ , то  $\phi_n = RBW_n - FBW'_n$ .

Если  $RBW_n < FBW'_n$ , то  $\phi_n = 0$ .

Далее планировщик 301 DBA вычисляет в этот момент времени оставшуюся полосу TBW (шаг S3).

5 Планировщик 301 DBA выполняет вычисление:

$TBW = \text{цикл DBA} - \sum FBW'_n$ .

Затем планировщик 301 DBA вычисляет динамически распределяемое значение полосы для динамического распределения оставшейся полосы TBW узлам ONU 101-103 в соответствии с отношением длины  $\phi_n$  оставшейся очереди (шаг S4).

10 То есть  $DBW_n$  вычисляется следующим образом:

$DBW_n = TBW \times \phi_n / \sum \phi_n$ .

Планировщик 301 DBA складывает скорректированное фиксированное значение  $FBW'_n$  полосы, полученное на шаге S2, со значением динамически распределяемой  $DBW_n$  полосы, полученного на шаге S4, ( $FBW'_n + DBW_n$ ) для вычисления временно распределяемой полосы  $TABW_n$  (шаг S5).

15

То есть  $TABW_n$  вычисляется следующим образом:

$TABW_n = FBW'_n + DBW_n$ .

После этого временно распределяемая полоса  $TABW_n$ , полученная на шаге S5, сравнивается с максимальным предельным значением  $MaxBW_n$  полосы (шаг S6).

20

Если  $TABW_n \geq MaxBW_n$ , то поскольку временно распределяемая полоса  $TABW_n$  больше или равна максимальному предельному значению  $MaxBW_n$  полосы,  $TABW_n$  обновляется на  $MaxBW_n$ .

Если  $TABW_n < MaxBW_n$ , то поскольку временно распределяемая полоса  $TABW_n$  меньше максимального предельного значения  $MaxBW_n$  полосы,  $TABW_n$  не обновляется на  $MaxBW_n$ .

25

Далее выполняется проверка с целью отличия узла ONU, для которого распределение полосы завершено, от узла ONU, для которого распределение полосы не завершено (шаг S7).

30

Когда на шаге S6 временно распределяемая полоса  $TABW_n$  обновляется до максимального предельного значения  $MaxBW_n$  полосы,  $TABW_n$  сравнивается со значением  $RBW_n$  запроса длины очереди.

Если  $TABW_n \leq RBW_n$ , то значение окончательно распределяемой полосы  $ABW_n$  для узла  $ONU_n$  ( $n$ -целое число, лежащее в диапазоне от единицы до трех в этом случае) устанавливается равным  $TABW_n$ , чем завершается распределение полосы.

35

Если временно распределяемая полоса  $TABW_n$  на шаге S6 не обновляется, то планировщик 301 DBA вычисляет  $TABW_n$ , а также длину  $\phi_n$  оставшейся очереди.

Если  $RBW_n \geq TABW_n$ , то  $\phi_n = RBW_n - TABW_n$ .

Если  $RBW_n < TABW_n$ , то  $\phi_n = 0$ . Значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы для  $ONU_n$ , для которого  $\phi_n$  равно нулю ( $\phi_n = 0$ ), устанавливается равным  $RBW_n$ , чем завершается распределение полосы.

40

Планировщик 301 DBA обновляет оставшуюся полосу TBW (шаг S8).

Планировщик 301 DBA выполняет вычисление TBW:  $TBW = \text{цикл DBA} - \sum ABW_m - TABW_n$  ( $m$  указывает на узел ONU, для которого завершено распределение, а  $n$  указывает на узел ONU, для которого распределение не завершено).

45

Далее определяется, должно ли вновь выполняться распределение полос, а именно требуется ли цикл шагов для распределения полос (шаг S9).

Такой цикл потребуется, если оставшаяся полоса TBW, полученная на шаге 8, больше нуля, и существует по меньшей мере один узел ONU, для которого распределение полосы не завершено («да» на шаге S9). Затем поток операций переходит к шагу S4 для вычисления динамически распределяемого значения  $DBW_n$  полосы.

50

В других случаях, а именно если TBW равно нулю или распределение полос завершено для всех узлов ONU, то определяется, что цикл не требуется («нет» на шаге S9), и

распределение полос заканчивается.

Согласно известному алгоритму 311 DBA, описанному выше, значения  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы вычисляются для узлов ONU с 101 по 103 соответственно согласно отношениям значений  $RBW_n$  запроса очереди от

5 соответствующих узлов ONU 101-103. В результате в узлы ONU 101-103 передаются пропускающие сообщения, каждое из которых содержит значения длины очереди грантов на передачу, включая значения полосы для окончательного распределения.

В качестве документа, поданного до настоящего изобретения, имеется, например, выложенная патентная заявка Японии № 2004-336578, описывающая систему  
10 многоточечной оптической передачи, в которой терминал OLT через оптические каналы передачи соединен с множеством узлов ONU. Терминал OLT распределяет полосы узлам ONU, используя нисходящий сигнал, а каждый узел ONU передает восходящий сигнал на терминал OLT, используя временной интервал полосы, распределенной терминалом OLT. Терминал OLT включает в себя узел аккумуляции параметра запроса связи, который  
15 аккумулятирует параметр запроса связи, содержащийся в принятом сигнале запроса связи, чтобы тем самым получить для каждого узла ONU аккумулятированный параметр запроса связи как результат аккумулятирования соответствующих параметров в прошлом, и узел распределения полос для распределения каждому узлу ONU восходящей полосы с использованием веса в соответствии с аккумулятированным параметром запроса связи для  
20 узла ONU, вычисленным узлом аккумулятирования параметра запроса связи. Таким образом, терминал OLT имеет возможность эффективно распределить полосу в соответствии с параметром связи в прошлом, полученным посредством простого вычисления.

В качестве примера можно привести выложенную патентную заявку Японии № 2005-012800, описывающую способ динамического распределения полос, предложенный с  
25 учетом мультиплексного сервиса, с использованием сети GE-PON, в которой один терминал OLT через сеть ODN связан с большим количеством узлов ONU и в которой терминал OLT распределяет полосу каждому узлу ONU в связи с запросом полосы, поступившим от узла ONU на передачу данных. Способ включает в себя этап распределения минимальной полосы, гарантированной для каждой услуги, запрошенной  
30 узлом ONU, во всех имеющихся полосах, и этап, на котором, после того как всем узлам ONU, запросившим полосу, распределена минимальная полоса при наличии среди имеющихся полос доступной полосы, полоса, запрошенная узлом ONU, распределяется, если сумма полос, запрошенных узлами ONU, меньше, чем имеющаяся на данный момент полоса. Если сумма полос больше, чем имеющаяся на данный момент полоса, то для  
35 каждого узла ONU с учетом размера очереди ONU и значения веса для каждой очереди определяется новая запрошенная полоса для распределения полосы пропорционально новой запрошенной полосе.

Известному стандартному алгоритму 311 DBA, показанному на фиг.5, присущи проблемы, требующие своего разрешения.

40 Первая проблема заключается в том, что в состоянии перегруженности из-за конечного объема буфера 304 данных каждого узла ONU (101-103) из узлов ONU 101-103 на терминал OLT 104 посылается одно и то же значение  $RBW_n$  запроса длины очереди. В стандартном алгоритме 311 DBA по фиг.5 значения  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы, окончательно распределенные соответствующим узлам ONU, вычисляются в  
45 соответствии отношениями значений  $RBW_n$  окончательно распределяемой полосы, полученными от узлов ONU. Таким образом, терминал OLT 104 распределяет значения  $RBW_n$ , подлежащие окончательному распределению узлам ONU, согласно одному и тому же отношению.

Это приводит к недостатку, состоящему в том, что значения  $RBW_n$  окончательно  
50 распределяемой полосы, распределенные соответствующим узлам ONU, не указывают полосы, которые гарантируют беспристрастный подход к уровням сервиса терминалов.

Рассмотрим случай, при котором, например, максимальное предельное значение  $MaxBW_n$  полосы составляет 1000 Мбит/с для двух узлов ONU, то есть ONU1 101 и ONU2

102, и составляет 100 Мбит/с для узла ONU3 103. Однако с целью упрощения описания положим, что согласно другому соглашению SLA значение MaxBWn равно 0 Мбит/с для любого узла ONU. Положим также, что в стандартном алгоритме 311 DBA цикл DBA установлен равным 1000 TQ.

5 Для всех узлов ONU 101-103 трафик от терминалов 121-123 связи является максимальным трафиком 1000 Мбит/с. Таким образом, полагаем, что появляется состояние перегруженности, и каждый узел ONU посылает на терминал OLT 104 отчетное сообщение, содержащее максимальное значение MaxBuf для буфера 304 данных в качестве значения RBWn запроса длины очереди.

10 Следовательно, в алгоритме 311 DBA по фиг.5 на шаге S1 получают значение запроса длины очереди  $RBWn=MaxBuf$ .

На шаге S2 значение RBWn, минимальное гарантированное значение MinBWn полосы и фиксированное значение FBWn полосы сравнивают друг с другом для вычисления скорректированного фиксированного значения FBW'n полосы.

15 Условие 1: Если « $RBWn \geq MinBWn > FBWn$ », то  $FBW'n=MinBWn$ .

Условие 2: Если « $MinBWn > RBWn \geq FBWn$ », то  $FBW'n=RBWn$ .

Условие 3: В противном случае (отличном от условий 1 и 2)  $FBW'n=FBWn$ .

Поскольку фиксированное значение FBWn равно нулю и минимальное гарантированное значение MinWn равно нулю, условие 1 удовлетворяется, и, следовательно, 20 скорректированное фиксированное значение FBW'n полосы равно нулю.

Длину  $\phi n$  оставшейся очереди получают следующим образом:  $RBWn-FBW'n=MaxBuf-0=MaxBuf$ .

Далее на шаге S3 получают оставшуюся полосу TBW следующим образом: цикл DBW- $\Sigma$   $FBW'n=1000 \text{ Мбит/с}-0=1000 \text{ Мбит/с}$ .

25 На шаге S4 вычисляют значение DBWn динамически распределяемой полосы следующим образом:

$TBW \times \phi n / \Sigma \phi n = 1000 \text{ Мбит/с} \times MaxBuf / 3MaxBuf = 333 \text{ Мбит/с}$ .

На шаге S5 получают временно распределяемую полосу TABWn следующим образом:  $FBW'n+DBWn=0+333 \text{ Мбит/с}=333 \text{ Мбит/с}$ .

30 На шаге S6, если  $TAB \geq MaxWn$ , то TABWn обновляется на MaxWn. Если  $TAB < MaxWn$ , то TABWn не обновляется.

При условиях, что максимальное предельное значение полосы для узла ONU1 101, то есть MaxBW1 составляет 1000 Мбит/с, максимальное предельное значение полосы для узла ONU2 102, то есть MaxBW2 составляет 1000 Мбит/с, максимальное предельное значение полосы для узла ONU3 103, то есть MaxBW3 составляет 100 Мбит/с, временно распределяемая полоса TABW3 для узла ONU3 103 обновляется на 100 Мбит/с. Следовательно, временно распределяемые полосы TABW1, TABW2 и TABW3 устанавливаются равными 333 Мбит/с, 333 Мбит/с и 100 Мбит/с соответственно.

40 На шаге S7 ищутся узлы ONU, распределение для которых не закончено. В результате определяется, что распределение завершено для узла ONU1 101 и ONU2 102 и не завершено для узла ONU3 103.

Поскольку временно распределяемые полосы TABW1 и TABW2 для узлов ONU 101 и ONU2 102 обновлены не были, планировщик 301 DBA вычисляет длину оставшейся очереди:  $\phi n=RBWn-TABWn$ . Длина  $\phi n$  оставшейся очереди для узла ONU1 101 получается 45 следующим образом:  $\phi 1=RBW1-TABW1=MaxBuf-333$ . Длина  $\phi n$  оставшейся очереди для узла ONU2 102 получается следующим образом:  $\phi 2=RBW2-TABW2=MaxBuf-333$ .

На шаге S8 планировщик 301 DBA получает оставшуюся полосу следующим образом:  $TBW=\text{цикл DBA}-\Sigma ABWn-TABWn=1000 \text{ Мбит/с}-2 \times 333 \text{ Мбит/с}-100 \text{ Мбит/с}=234 \text{ Мбит/с}$ .

50 После этого управление переходит к шагу S4 в цикле для вычисления значения динамически распределяемой полосы в виде  $DBWn=TBW \times \phi n / \Sigma \phi n = 234 \text{ Мбит/с} \times (MaxBuf-333 \text{ Мбит/с}) / (2 \times (MaxBuf-333 \text{ Мбит/с})) = 117 \text{ Мбит/с}$ .

Таким образом, значение окончательно распределяемой полосы для узла ONU1 101

составит:  $ABW1=333 \text{ Мбит/с}+117 \text{ Мбит/с}=450 \text{ Мбит/с}$ . Аналогичным образом, значение окончательно распределяемой полосы для узла ONU2 102 составит:  $ABW2=333 \text{ Мбит/с}+117 \text{ Мбит/с}=450 \text{ Мбит/с}$ . Значение окончательно распределяемой полосы для узла ONU3 103 составит:  $ABW3=100 \text{ Мбит/с}$ .

5 Соотношение полос для узлов ONU1 101, ONU2 102 и ONU3 103 составит 9:9:2. Таким образом, во время сервиса узлом ONU1 101 и узлом ONU2 102, которые имеют максимальное предельное значение  $MaxBW_n$  полосы, равное 1000 Мбит/с, и узлом ONU3 103, который имеет максимальное предельное значение  $MaxBW_n$  полосы, равное 100 Мбит/с, соотношение 10:10:1 реализовать невозможно.

10 Вторая проблема состоит в следующем. Когда максимальное предельное значение  $MaxBW_n$  полосы мало или когда система работает с низкоскоростным трафиком, значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы в любом случае будет меньше, чем длина оставшегося кадра ONU. Следовательно, кадр не сможет быть доставлен, и данные останутся в буфере 304 данных каждого узла ONU (101-103).

15 Если длина кадра, оставшегося в узле ONU (101-103), составляет, например, 1500 байт, то длина очереди грантов на передачу, необходимая между сетью GE и сетью PON, составит  $(1500 \text{ байт}+20 \text{ байт})/2=760 \text{ TQ}$ . Однако согласно стандартному алгоритму 311 DBA даже в том случае, если окончательно распределенная длина очереди грантов на передачу меньше 760 TQ, эта длина очереди запоминается в пропускающем сообщении, которое  
20 посылается в узел ONU (101-103). Однако даже в том случае, когда принято пропускающее сообщение, меньшее 760 TQ, узел ONU не сможет передать 1500-байтовый кадр, оставшийся в буфере 304 данных. Следовательно, длинный кадр останется в буфере 304 данных.

Третья проблема состоит в том, что кадр Ethernet является кадром переменной длины и  
25 поэтому может возникнуть ситуация, в которой вся полоса, распределенная, как было показано выше, не сможет быть использована. Поскольку в известном алгоритме 311 DBA эффективность использования линии во внимание не принимается, может случиться так, что выполнение алгоритма в целом значительно ухудшится.

Хотя в выложенных патентных заявках Японии № 2004-336578 и 2005-012800 описаны  
30 способы распределения частот соответствующим узлам ONU, в них не рассматривается реализация управления полосами, гарантирующая беспристрастный подход к уровням сервиса узлов ONU.

#### Сущность изобретения

Таким образом, целью данных вариантов осуществления изобретения является  
35 создание устройства управления распределением полос, способа управления распределением полос и программы управления распределением полос, способных обеспечить управление полосами, гарантирующее беспристрастный подход к уровням сервиса для узлов ONU.

Эта цель по настоящему изобретению достигается согласно изложенным ниже аспектам.

40 Согласно настоящему изобретению предлагается устройство управления распределением полос для управления полосами, распределяемыми по множеству узлов оптической сети (ONU), причем устройство включает в себя узел распределения полос для установки полосы, распределяемой каждому из узлов ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы для узлов ONU.

45 В устройстве управления распределением полос узел распределения полос устанавливает распределяемую полосу для оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы. Узел распределения полос распределяет оставшуюся полосу узлам ONU.

50 Устройство управления распределением полос дополнительно включает в себя управляющую таблицу для управления максимальными предельными значениями полосы для узлов ONU. Узел распределения полос устанавливает распределяемую полосу, подлежащую распределению для каждого из узлов ONU, в соответствии с отношением



максимальных предельных значений полосы, управляемых управляющей таблицей.

Устройство управления распределением полос дополнительно включает в себя узел получения значения запроса длины очереди для получения значения запроса длины очереди для узла ONU, узел вычисления накопленного фиксированного значения полосы для вычисления накопленного фиксированного значения полосы в соответствии со значением запроса длины очереди и узел вычисления оставшейся полосы для вычисления оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с накопленным фиксированным значением полосы. Узел распределения полос устанавливает распределяемую полосу для оставшейся полосы в соответствии с максимальным предельным значением полосы.

В устройстве управления распределением полос максимальное предельное значение полосы является одним из параметров соглашения об уровнях сервиса (SLA), установленных для каждого из узлов ONU.

Устройство управления распределением полос дополнительно включает в себя узел определения для определения того, меньше ли распределяемая полоса, распределяемая узлом распределения полос, значения запроса длины очереди, и достигла ли распределяемая полоса полосы трафика с максимальным передаваемым узлом данных (MTU), необходимой трафику для передачи кадра, имеющего длину MTU, и узел изменения распределяемой полосы для изменения распределяемой полосы на фиксированное значение полосы для ONU, если узел определения определяет, что распределяемая полоса меньше значения запроса длины очереди и что она достигла полосы трафика с MTU.

Устройство управления распределением полос дополнительно включает в себя узел коррекции распределяемой полосы для коррекции распределяемой полосы, распределенной узлом распределения полос, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU.

В устройстве управления распределением полос узел коррекции распределяемой полосы корректирует распределяемую полосу, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU, если распределяемая полоса, распределенная узлом распределения полос, меньше значения запроса длины очереди.

Согласно настоящим вариантам осуществления изобретения предлагается способ управления распределением полос для использования с устройством управления распределением полос для управления полосами, подлежащими распределению по множеству узлов ONU. Способ включает в себя шаг распределения полос для установки распределяемой полосы, подлежащей распределению каждому из узлов ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы для узлов ONU.

В способе управления распределением полос шаг распределения полос включает в себя установку распределяемой полосы для оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы, и распределение оставшейся полосы узлам ONU.

В способе управления распределением полос устройство управления распределением полос включает в себя управляющую таблицу для управления максимальными предельными значениями полосы для каждого из узлов ONU. Шаг распределения полос включает в себя установку распределяемой полосы, подлежащую распределению для каждого из узлов ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы, управляемых управляющей таблицей.

Способ управления распределением полос дополнительно включает в себя шаг получения значения запроса длины очереди, состоящий в получении значения запроса длины очереди для ONU, шаг вычисления накопленного фиксированного значения полосы для вычисления накопленного фиксированного значения полосы, состоящий в вычислении накопленного фиксированного значения полосы в соответствии со значением запроса длины очереди, и шаг вычисления оставшейся полосы, состоящий в вычислении

оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с накопленным фиксированным значением полосы. Шаг распределения полос включает в себя установку распределяемой полосы для оставшейся полосы, распределенной узлом ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы.

В способе управления распределением полос максимальное предельное значение полосы является одним из параметров SLA, установленных для каждого из узлов ONU.

Способ управления распределением полос дополнительно включает в себя шаг определения, состоящий в определении того, меньше ли распределяемая полоса, распределенная на шаге распределения полос, значения запроса длины очереди, и достигла ли распределяемая полоса полосы трафика с MTU, необходимой трафику для передачи кадра, имеющего длину MTU, и шаг изменения распределяемой полосы, состоящий в изменении распределяемой полосы на фиксированное значение полосы для ONU, если на шаге определения определяется, что распределяемая полоса меньше значения запроса длины очереди и что она достигла полосы трафика с MTU.

Способ управления распределением полос дополнительно включает в себя шаг коррекции распределяемой полосы, состоящий в коррекции распределяемой полосы, распределенной на шаге распределения полос, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU.

В способе управления распределением полос шаг коррекции распределяемой полосы включает в себя коррекцию распределяемой полосы, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU, если распределяемая полоса, распределенная на шаге распределения полос, меньше значения запроса длины очереди.

Согласно настоящему изобретению предлагается компьютерный программный продукт, воплощенный на считываемом компьютером носителе и содержащий код, который при его выполнении инициирует компьютер выполнять обработку распределения полос для установки распределяемой полосы для каждого из узлов ONU на основе отношения максимальных предельных значений полосы для узлов ONU.

В компьютерном программном продукте обработка управления распределением полос устанавливает распределяемую полосу для оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы, и при обработке распределения полос оставшаяся полоса распределяется по узлам ONU.

В компьютерном программном продукте обработка управления распределением полос устанавливает распределяемую полосу, подлежащую распределению каждому из узлов ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы, управляемых управляющей таблицей.

Компьютерный программный продукт дополнительно включает в себя обработку, состоящую в получении значения запроса длины очереди, для получения значения запроса длины очереди для узла ONU, обработку, состоящую в вычислении накопленного фиксированного значения полосы, для вычисления накопленного фиксированного значения полосы в соответствии со значением запроса длины очереди, и обработку, состоящую в вычислении оставшейся полосы, для вычисления оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с накопленным фиксированным значением полосы. Обработка, состоящая в распределении полос, устанавливает распределяемую полосу для оставшейся полосы, вычисленной посредством обработки, состоящей в вычислении оставшейся полосы, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы.

В компьютерном программном продукте максимальное предельное значение полосы является одним из параметров соглашения об уровнях сервиса (SLA), установленных для каждого из узлов ONU.

Компьютерный программный продукт дополнительно включает в себя обработку определения для определения того, меньше ли распределяемая полоса, распределяемая

узлом распределения полос, значения запроса длины очереди, и достигла ли распределяемая полоса полосы трафика с максимальным передаваемым узлом данных (MTU), необходимой трафику для передачи кадра, имеющего длину MTU, и обработку, состоящую в изменении распределяемой полосы, для изменения распределяемой полосы

5 на фиксированное значение полосы для ONU, если при обработке определения определяется, что распределяемая полоса меньше значения запроса длины очереди и что она достигла полосы трафика с MTU.

Компьютерный программный продукт дополнительно включает в себя обработку, состоящую в коррекции распределяемой полосы, для коррекции распределяемой полосы, распределенной узлом распределения полос, с тем чтобы она стала целым кратным

10 полосы трафика с MTU.

В компьютерном программном продукте обработка, состоящая в коррекции распределяемой полосы, корректирует распределяемую полосу, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU, если распределяемая полоса, распределенная

15 узлом распределения полос, меньше значения запроса длины очереди.

В устройстве управления распределением полос, способе управления распределением полос и компьютерном программном продукте для управления распределением полос согласно вариантам осуществления настоящего изобретения распределяемые полосы, подлежащие распределению соответствующим узлам ONU, определяют на основе

20 максимальных предельных значений полосы для узлов ONU, и, следовательно, можно реализовать управление полосами, которое гарантирует беспристрастный подход к уровням сервиса узлов ONU.

#### Краткое описание чертежей

Цели и признаки настоящего изобретения станут более очевидными из последующего

25 подробного описания, взятого вместе с сопроводительными чертежами, на которых:

фиг.1 - блок-схема, показывающая конфигурацию известной из уровня техники системы GE-PON;

фиг.2 - блок-схема, показывающая внутреннюю конфигурацию терминала OLT 104 и узлов ONU 101-103 системы GE-PON;

30 фиг.3 - схема, показывающая пропускающие сообщения 211-213 и отчетные сообщения 211-213, поочередно передаваемые между терминалом OLT 104 и узлами ONU 101-103;

фиг.4 - схема, показывающая операцию управления планировщика 301 DBA;

фиг.5 - блок-схема стандартного алгоритма 311 DBA;

фиг.6 - таблица, показывающая параметры, которые используются в алгоритме 311 DBA;

35 фиг.7 - диаграмма, поясняющая способ вычисления скорректированного фиксированного значения FBW'n полосы;

фиг.8 - диаграмма, поясняющая способ получения длины фп оставшейся очереди;

фиг.9 - блок-схема, показывающая системную конфигурацию для одного варианта системы GE-PON;

40 фиг.10 - блок-схема, показывающая алгоритм 1211 DBA для одного варианта осуществления изобретения;

фиг.11 - таблица, показывающая параметры, используемые в алгоритме 1211 DBA;

фиг.12 - диаграмма, показывающая условия 1-4 на шаге S112 алгоритма 1211 DBA;

фиг.13 - диаграмма, показывающая условия 5 и 6 на шаге S112 алгоритма 1211 DBA;

45 фиг.14 - график, показывающий эффективность использования линии для алгоритма 1211 DBA; и

фиг.15 - график, показывающий эффективность использования линии при реальном трафике.

#### Описание вариантов осуществления изобретения

50 Обратимся теперь к фиг.9, со ссылками на которую будут описаны аспекты устройства управления распределением полос согласно одному варианту осуществления изобретения.

В этом варианте осуществления устройство 1204 управления распределением полос управляет полосами, подлежащими распределению по множеству узлов ONU 1201-1203.

Устройство 1204 устанавливает полосы распределения в соответствии с отношениями максимальных предельных значений полосы для узлов ONU 1201-1203. Это открывает возможность реализации управления полосами, способного гарантировать беспристрастный подход к уровням сервиса узлов ONU 1201-1203. Обратимся теперь к сопроводительным чертежам, со ссылками на которые будет описан вариант устройства управления распределением полос. В последующем описании устройство 1204 называется терминалом оптической линии (OLT).

Обратимся к фиг.9, со ссылками на которую описывается системная конфигурация системы GE-PON по данному варианту осуществления изобретения. На фиг.9 показана системная конфигурация системы GE-PON.

В данном варианте системы GE-PON терминал OLT 1204 осуществляет связь с тремя узлами ONU, то есть ONU1 1201, ONU2 1202 и ONU3 1203.

Терминал OLT 1204 через оптоволоконный кабель 1206 с одной сердцевиной соединен с оптическим разветвителем 1205 (узел ветвления). Оптический разветвитель 1205 на стороне восходящей линии связи через оптоволоконные кабели 1207-1209 с одной сердцевиной соответственно подсоединен к множеству узлов ONU 1201-1203. Узлы ONU подсоединены к терминалам 1221-1223 связи соответственно, что обеспечивает взаимнооднозначное соответствие между ними. Терминалы 1221-1223 связи передают элементы 1211-1213 данных в узлы ONU 1201-1203 соответственно.

Терминал OLT 1204 включает в себя планировщик 1210 DBA, который управляет восходящим трафиком соответствующих узлов ONU 1201-1203 согласно алгоритму 1211 DBA.

Обратимся далее к фигурам 10 и 11, со ссылками на которые будет описана операция управления алгоритма 1211 DBA по данному варианту осуществления. На фиг.10 показана блок-схема алгоритма 1211 DBA, а на фиг.11 показаны параметры, используемые алгоритмом 1211 DBA.

Сначала планировщик 1210 DBA получает значения  $RBW_n$  запроса длины очереди для узлов ONU 1201-1203 (шаг S101).

Затем планировщик 1210 DBA выполняет обработку, вычисляя скорректированные фиксированные значения  $FBW_n$  полосы и значения длины фп оставшейся очереди для узлов ONU 1201-1203 (шаг S102).

При вычислении  $FBW_n$  значение  $RBW_n$  запроса длины очереди, минимальное гарантированное значение  $MinBW_n$  полосы и фиксированное значение  $FBW_n$  полосы сравнивают друг с другом для получения скорректированных фиксированных значений  $FBW_n$ , как показано на фиг.7.

Условие 1: Если « $RBW_n \geq MinBW_n > FBW_n$ », то  $FBW_n = MinBW_n$ .

Условие 2: Если « $MinBW_n > RBW_n \geq FBW_n$ », то  $FBW_n = RBW_n$ .

Условие 3: В противном случае (отличном от условий 1 и 2)  $FBW_n = FBW_n$ .

Для вычисления длины фп оставшейся очереди планировщик 1210 DBA вычитает скорректированное фиксированное значение  $FBW_n$  полосы из значения  $RBW_n$  запроса длины очереди ( $RBW_n - FBW_n$ ), как показано на фиг.8, для получения в результате длины фп оставшейся очереди (длина оставшейся очереди не распределяется).

То есть, если  $RBW_n \geq FBW_n$ , то  $fn = RBW_n - FBW_n$ .

Если  $RBW_n < FBW_n$ , то  $fn = 0$ .

Далее планировщик 1210 DBA вычисляет оставшуюся полосу  $TBW$  в данный момент времени (шаг S103).

Планировщик 1210 DBA подсчитывает количество узлов ONU, для которых полоса  $ExBW_n$  переноса больше нуля, для вычисления  $TBW$ :

$TBW = \text{цикл DBA} - \sum FBW_n - BW_{MTU} \times m$  ( $m$  - это количество узлов ONU, для которых  $ExBW_n$  больше нуля). В этой связи полоса  $ExBW_n$  переноса является параметром, возможно обновляемым на шагах S110, S111 и S112, которые описываются ниже.

Затем планировщик 1210 DBA вычисляет значение  $DBW_n$  динамически распределяемой

полосы для динамического распределения оставшейся полосы TBW узлам ONU 101-103 в соответствии с отношением максимальных предельных значений  $MaxBW_n$  полосы (шаг S104).

То есть  $DBW_n$  вычисляется следующим образом:

$$5 \quad DBW_n = TBW \times MaxBW_n / \sum MaxBW_n.$$

Затем планировщик 1210 DBA складывает скорректированное фиксированное значение  $FBW'_n$  полосы, полученное на шаге S102, со значением  $DBW_n$  динамически распределяемой полосы, полученным на шаге S104, ( $FBW'_n + DBW_n$ ) для вычисления временно распределяемой полосы  $TABW_n$  (шаг S105).

10  $TABW_n$  вычисляется следующим образом:

$$TABW_n = FBW'_n + DBW_n.$$

После этого временно распределяемая полоса  $TABW_n$ , полученная на шаге S105, сравнивается с максимальным предельным значением  $MaxBW_n$  полосы. Если  $TABW_n$  больше  $MaxBW_n$ , то  $TABW_n$  обновляется, как показано ниже. В противном случае  $TABW_n$  не обновляется (шаг S106).

Если  $TABW_n \geq MaxBW_n$ , то планировщик 1210 DBA устанавливает  $TABW_n = MaxBW_n$ .

Если  $TABW_n < MaxBW_n$ , то планировщик 1210 DBA не обновляет  $TABW_n$ .

15 Далее выполняется проверка с целью отличия узла ONU, для которого распределение полосы завершено, от узла ONU, для которого распределение полосы не завершено (шаг S107).

Если временно распределяемая полоса  $TABW_n$ , полученная на шаге S105, на шаге S106 обновляется до максимального предельного значения  $MaxBW_n$  полосы, то  $TABW_n$  сравнивается со значением  $RBW_n$  запроса длины очереди.

25 Если  $TABW_n \leq RBW_n$ , то значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы устанавливается равным  $TABW_n$ , чем завершается распределение полосы.

Если временно распределяемая полоса  $TABW_n$ , полученная на шаге S105, на шаге S106 не обновилась, то планировщик 1210 DBA вычисляет  $TABW_n$ , а также длину  $\phi_n$  оставшейся очереди следующим образом.

Если  $RBW_n \geq TABW_n$ , то  $\phi_n = RBW_n - TABW_n$ .

30 Если  $RBW_n < TABW_n$ , то  $\phi_n = 0$ . Значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы для  $ONU_n$ , для которого  $\phi_n = 0$ , устанавливается равным  $RBW_n$ , а затем завершается распределение полосы.

Затем планировщик 1210 DBA обновляет оставшуюся полосу TBW (шаг S108).

35 При вычислении TBW с использованием значения окончательно распределяемой полосы для узла ONU, для которого распределение на шаге S107 завершено, и для узла ONU, для которого распределение на шаге S107 не завершено, планировщик 301 DBA выполняет вычисление TBW:  $TBW = \text{цикл DBA} - \sum ABW_m - TABW_n$  ( $m$  указывает на узел ONU, для которого завершено распределение, а  $n$  указывает на узел ONU, для которого распределение не закончено).

40 Далее выполняется проверка, чтобы определить, требуется ли повторный цикл шагов для распределения полос (шаг S109).

45 Определяется, что этот цикл потребуется, если оставшаяся полоса TBW, вычисленная на шаге 108, больше нуля, и существует по меньшей мере один узел ONU, для которого распределение полосы не завершено («да» на шаге S109). Затем процесс переходит к шагу S104.

В других случаях, а именно если TBW равно нулю или распределение полос завершено для всех узлов ONU, то определяется, что цикл не требуется («нет» на шаге S109), и процесс переходит к шагу S110. Если TBW равно нулю, то  $ABW_n$  устанавливается равным  $TABW_n$  для узла ONU, для которого распределение не завершено. Далее процесс переходит к шагу S110.

50 После этого значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы нормализуется до целого кратного полосы  $BW_{MTU}$  трафика с MTU для коррекции значения  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы (шаг S110). Остаток добавляется к  $ExBW_n$ .

Однако если  $RBW_n < TABW_n$ , то  $\Phi_n$  устанавливается равным нулю. Нормализация не выполняется для узла ONU, у которого значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы равно  $RBW_n$  на шаге S109.

Другими словами, планировщик 1210 DBA вычисляет  $ABW_n$  и  $ExBW_n$ :  $ABW_n = ABW_n - (ABW_n \bmod BW_{MTU})$ ; и  $ExBW_n = ExBW_n + (ABW_n \bmod BW_{MTU})$ .

Однако если  $RBW_n < TABW_n$  и  $\Phi_n$  установлено в нуль, то операция не выполняется для узлов ONU, у которых значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы равно  $RBW_n$  на шаге S109.

Затем обновляется оставшаяся полоса  $TBW$ , как показано ниже.

Сначала к  $TBW$  добавляется  $BW_{MTU} \times m$ , которое было вычтено на шаге S103. А именно,  $TBW = TBW + BW_{MTU} \times m$ .

Для узлов ONU, для которых распределение на шаге S107 не завершено и для которых полоса  $ExBW_n$  переноса больше нуля, к значению  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы добавляется полоса  $BW_{MTU}$  трафика с MTU ( $ABW_n + BW_{MTU}$ ). В то же самое время полоса  $BW_{MTU}$  трафика с MTU вычитается из полосы  $ExBW_n$  переноса ( $ExBW_n - BW_{MTU}$ ).

Если существует множество узлов ONU для вышеуказанной операции, то планировщик 1210 DBA выполняет обработку случайным образом, как указано ниже, для вычисления значения  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы:  $ABW_n = ABW_n + BW_{MTU}$ .

Планировщик 1210 также вычисляет  $ExBW_n$ :  $ExBW_n = ExBW_n - BW_{MTU}$ .

Поскольку  $n \geq m$  ( $n$  указывает на узел ONU с незавершенным распределением, а  $m$  указывает на узел ONU с завершенным распределением), для поддержания оставшейся полосы  $TBW$  в диапазоне положительных значений каждый раз, когда к значению  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы добавляется полоса  $BW_{MTU}$  трафика с MTU ( $ABW_n + BW_{MTU}$ ), оставшаяся полоса обновляется следующим образом:  $TBW = TBW - BW_{MTU}$ . Операция проводится многократно, пока  $TBW$  не станет меньше  $BW_{MTU}$  или пока существует какой-либо узел ONU, для которого выполняется неравенство  $ExBW_n > 0$  (шаг S111).

Далее значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы, значение  $RBW_n$  запроса длины очереди и полоса  $BW_{MTU}$  трафика с MTU сравниваются друг с другом для обновления  $ABW_n$  и полосы  $ExBW_n$  переноса (шаг S112).

На фиг.12 и 13 показана обработка на шаге S112. На фиг.12 показана обработка для условий 1-4 на шаге S112, а на фиг.13 показана обработка для условий 5 и 6 на шаге S112.

Условие 1: Если  $ABW_n \geq RBW_n \geq BW_{MTU}$ , то  $ABW_n = RBW_n$ .

Условие 2: Если  $RBW_n \geq ABW_n \geq BW_{MTU}$ , то  $ABW_n$  не обновляется.

Условие 3: Если  $ABW_n \geq BW_{MTU} \geq RBW_n$ , то  $ABW_n = RBW_n$ .

Условие 4: Если  $RBW_n \geq BW_{MTU} \geq ABW_n$ , то  $ABW_n = FBW_n$  (распределение выполняется только для фиксированной полосы) и  $ExBW_n = ABW_n - FBW_n$ .

Условие 5: Если  $BW_{MTU} \geq ABW_n \geq RBW_n$ , то  $ABW_n = RBW_n$ .

Условие 6: Если  $BW_{MTU} \geq RBW_n \geq ABW_n$ , то  $ABW_n = RBW_n$  (распределение выполняется только для фиксированной полосы) и  $ExBW_n = ABW_n - FBW_n$ .

При обработке в операции на шаге S112 выполняется проверка для определения, меньше ли значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы, чем значение  $RBW_n$  запроса длины очереди, и достигло ли оно полосы  $BW_{MTU}$  трафика с MTU, необходимой для трафика, чтобы передать кадр длиной MTU. В условии 4 по фиг.12 и условию 6 по фиг.13 значение  $ABW_n$  и полоса  $ExBW_n$  переноса обновляются.

Как было показано выше, согласно алгоритму 1211 DBA по данному варианту для вычисления значения  $DBW_n$  динамически распределяемой полосы на шаге S104 оставшаяся полоса  $TBW$  распределяется согласно отношению максимальных предельных значений  $MaxBW_n$  полосы (параметр соглашения SLA). Следовательно, даже в состоянии перегруженности можно гарантировать беспристрастный подход к уровням сервиса узлов ONU 1201-1203.

На основе предложенной концепции полосы  $ExBW_n$  переноса на шаге S112 выполняется

проверка для определения, достигло ли значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы полосы  $BW_{MTU}$  трафика с MTU, необходимой для трафика кадра, имеющего длину MTU. Следовательно, можно избежать недостатка, состоящего в том, что в буфере данных узла ONU (1201-1203) остается длинный кадр.

5 Далее приводится отдельное описание обработки указанной операции в алгоритме 1211 DBA по варианту осуществления изобретения, показанному на фиг.10. Положим, что для алгоритма 1211 установлено «цикл  $DAB=30000 TQ$ » и «полоса  $BW_{MTU}$  трафика с  $MTU=810 TQ$ ».

10 Положим также, что терминал OLT 104 содержит управляющую таблицу с параметрами SLA, установленными для узлов ONU 1201-1203, как показано ниже. Единицами измерения являются TQ, а единицы в круглых скобках являются преобразованными значениями, выраженными в битах в секунду (бит/с).

< параметры SLA узла ONU1 1201 >

Максимальное предельное значение  $MaxBW_1=30000$  (1000 Мбит/с)

15 Минимальное гарантированное значение  $MinBW_1=3000$  (100 Мбит/с)

Фиксированное значение  $FBW_1$  полосы=300 (10 Мбит/с)

< параметры SLA узла ONU2 1202 >

Максимальное предельное значение  $MaxBW_2=15000$  (500 Мбит/с)

20 Минимальное гарантированное значение  $MinBW_2=1500$  (50 Мбит/с)

Фиксированное значение  $FBW_2$  полосы=150 (5 Мбит/с)

< параметры SLA узла ONU3 1203 >

Максимальное предельное значение  $MaxBW_3=3000$  (100 Мбит/с)

25 Минимальное гарантированное значение  $MinBW_3=300$  (10 Мбит/с)

Фиксированное значение  $FBW_3$  полосы=30 (1 Мбит/с)

Для каждого узла ONU (1201-1203) емкость (максимальное значение запроса длины очереди) буфера данных устанавливается равной 50000 TQ.

Также предполагается, что система находится в состоянии перегруженности из-за трафика 1000 Мбит/с, поступающего от каждого из терминалов 1221-1223 связи.

30 Сначала планировщик 1210 DBA принимает значения  $RBW_n$  запроса длины очереди от всех узлов ONU 1201-1203 (шаг S101).

Поскольку данный вариант находится в состоянии перегруженности,  $RBW_n$  является значением, показывающим емкость буфера данных каждого узла ONU.

Следовательно,  $RBW_1=50000$ ,  $RBW_2=50000$  и  $RBW_3=50000$ .

35 После этого для каждого узла ONU вычисляется скорректированное фиксированное значение  $FBW'_n$  полосы и длина  $fn$  оставшейся очереди (шаг S102).

При вычислении  $FBW'_n$  значение  $RBW_n$  запроса длины очереди, минимальное гарантированное значение  $MinBW_n$  полосы и фиксированное значение  $FBW_n$  полосы сравниваются друг с другом для получения скорректированных фиксированных значений  $FBW'_n$  полосы, как показано на фиг.7.

40 Условие 1: Если  $RBW_n \geq MinBW_n > FBW_n$ , то  $FBW'_n = MinBW_n$ .

Условие 2: Если  $MinBW_n > RBW_n \geq FBW_n$ , то  $FBW'_n = RBW_n$ .

Условие 3: В противном случае (отличном от условий 1 и 2)  $FBW'_n = FBW_n$ .

Поскольку для узла ONU1 1201  $RBW_1=50000$ ,  $MinBW_n=3000$  и  $FBW_1=300$ , условие 1 удовлетворяется и получается, что  $FBW'_1 = MinBW_1 = 3000$ .

45 Для узла ONU2 1202 условие 1 выполняется, поскольку  $RBW_2=50000$ ,  $MinBW_2=1500$  и  $FBW_2=150$ .

Это приводит к тому, что  $FBW'_2 = MinBW_2 = 1500$ .

Условие 1 также применимо для узла ONU3 1203, поскольку  $RBW_3=50000$ ,  $MinBW_3=300$  и  $FBW_3=30$ . Следовательно, получается что  $FBW'_3 = MinBW_3 = 300$ .

50 При вычислении длины  $fn$  оставшейся очереди планировщик 1210 DBA вычитает из значения  $RBW_n$  запроса длины очереди скорректированное фиксированное значение  $FBW'_n$  полосы ( $RBW_n - FBW'_n$ ), как показано на фиг.8, для получения  $fn$  в качестве нераспределенной длины очереди запросов.

То есть если  $RBW_n \geq FBW'_n$ , то  $\phi_n = RBW_n - FBW'_n$ .

Если  $RBW_n < FBW'_n$ , то  $\phi_n = 0$ .

Для узла ONU1 1201  $RBW_1 (50000) \geq FBW'_1 (3000)$ , и, следовательно,  $\phi_1$  получается в виде  $\phi_1 = RBW_1 - FBW'_1 = 50000 - 3000 = 47000$ .

5 Поскольку для узла ONU2 1202  $RBW_2 (50000) \geq FBW'_2 (1500)$ , и, следовательно,  $\phi_2$  получается в виде  $\phi_2 = RBW_2 - FBW'_2 = 50000 - 1500 = 48500$ .

Для узла ONU3 1203  $RBW_3 (50000) \geq FBW'_3 (300)$ . Следовательно,  $\phi_3$  вычисляется в виде  $\phi_3 = RBW_3 - FBW'_3 = 50000 - 300 = 49700$ .

10 Далее получают оставшуюся полосу TBW для данного момента времени (шаг S103). Планировщик 1210 DBA вычисляет TBW:  $TBW = \text{цикл DBA} - \sum FBW'_n - BW_{MTU} \times m$  ( $m$  - это количество узлов ONU, для которых  $ExBW_n$  больше нуля).

Предположим, что полоса переноса установлена в данный момент времени в виде  $ExBW_1 < 0$ ,  $ExBW_2 < 0$  и  $ExBW_3 < 0$  для узлов ONU 1201-1203.

15 Поскольку  $m = 0$ , оставшуюся полосу TBW получают следующим образом:  $TBW = \text{цикл DBA} - \sum FBW'_n - BW_{MTU} \times m = 30000 - (3000 + 1500 + 300) = 30000 - 4800 = 25200$ .

Затем планировщик 1210 DBA вычисляет значение  $DBW_n$  динамически распределяемой полосы для динамического распределения оставшейся полосы TBW узлам ONU 101-103 в соответствии с отношением максимальных предельных значений  $MaxBW_n$  полосы (шаг S104).

20 Короче говоря,  $DBW_n = TBW \times MaxBW_n / \sum MaxBW_n$ .

Для узла ONU1 1201  $DBW_1$  получают следующим образом  $DBW_1 = 25200 \times 30000 / (30000 + 15000 + 3000) = 15750$ .

Также  $DBW_2$  узла ONU2 получают как:  $DBW_2 = 25200 \times 15000 / (30000 + 15000 + 3000) = 7875$ .

25 Для узла ONU3 1203  $DBW_3$  получают следующим образом  $DBW_3 = 25200 \times 3000 / (30000 + 15000 + 3000) = 1575$ .

Далее планировщик 1210 DBA складывает скорректированное фиксированное значение  $FBW'_n$  полосы, полученное на шаге S102, со значением  $DBW_n$  динамически распределяемой полосы, полученным на шаге S104,  $(FBW'_n + DBW_n)$  для вычисления временно распределяемой полосы  $TABW_n$  (шаг S105).

30 То есть  $TABW_n$  вычисляется следующим образом:

$TABW_n = FBW'_n + DBW_n$ .

Для узла ONU1 1201  $TABW_1$  получают как:  $TABW_1 = FBW'_1 + DBW_1 = 3000 + 15750 = 18750$ .

35 Аналогичным образом для узла ONU2 1202  $TABW_2$  вычисляют как:  $TABW_2 = FBW'_2 + DBW_2 = 1500 + 7875 = 9375$ .

Для узла ONU3 1203  $TABW_3$  получают как:  $TABW_3 = FBW'_3 + DBW_3 = 300 + 1575 = 1875$ .

Далее временно распределяемую полосу  $TABW_n$ , полученную на шаге S105, сравнивают с максимальным предельным значением  $MaxBW_n$  (шаг S106).

40 Если  $TABW_n \geq MaxBW_n$ , то, поскольку временно распределяемая полоса  $TABW_n$  больше или равна максимальному предельному значению  $MaxBW_n$  полосы, то  $TABW_n$  обновляется на  $MaxBW_n$ .

Если  $TABW_n < MaxBW_n$ , то поскольку полоса  $TABW_n$  меньше  $MaxBW_n$ ,  $TABW_n$  не обновляется.

Таким образом,  $TABW_1$  для узла ONU1 1201 равна 18750, то есть меньше 30000.

45 Поскольку  $TABW_1$  меньше  $MaxBW_1$  и не обновляется,  $TABW_1 = 18750$ .

Для узла ONU2 1202  $TABW_2$  равна 9375, что меньше 15000.  $TABW_2$  меньше  $MaxBW_2$  и не обновляется, и  $TABW_2$  устанавливают равной 18750.

$TABW_3$  для узла ONU3 1203 составляет  $1875 < 30000$ .  $TABW_3$  меньше  $MaxBW_3$ , и поэтому не обновляется, и получается, что  $TABW_3 = 1875$ .

50 Затем планировщик 1210 DBA выполняет проверку, чтобы отличить узел ONU, для которого распределение полосы завершено, от узла ONU, для которого распределение полосы не завершено (шаг S107).

Если на шаге S106 временно распределяемая полоса  $TABW_n$  обновляется на



максимальное предельное значение  $MaxBW_n$  полосы, то планировщик 1210 DBA сравнивает  $TABW_n$  со значением  $RBW_n$  запроса длины очереди.

Если  $TABW_n \leq RBW_n$ , то значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы для узла  $ONU_n$  устанавливается равным  $TABW_n$ , завершая тем самым распределение полосы.

5 Если значение  $TABW_n$  на шаге S106 не распределено, то планировщик 1210 DBA вычисляет  $TABW_n$  и длину  $\phi_n$  оставшейся очереди.

Если  $RBW_n \geq TABW_n$ , то  $\phi_n$  получают как:  $\phi_n = RBW_n - TABW_n$ .

10 Если  $RBW_n < TABW_n$ , то  $\phi_n = 0$ . Для узла  $ONU_n$ , для которого  $\phi_n = 0$ , значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы устанавливается равным  $RBW_n$ , завершая тем самым распределение полосы.

Таким образом, поскольку на шаге S106 временно распределяемая полоса  $TABW$  не обновляется ни для какого узла  $ONU$ , планировщик 1210 DBA вычисляет  $TABW_n$  и  $\phi_n$ .

15 Для узла  $ONU_1$  1201 длину  $\phi_1$  оставшейся очереди получают как:  $\phi_1 = RBW_1 - TABW_1 = 50000 - 18750 = 31250 > 0$ . Таким образом, предполагается, что распределение не завершено.

Значение  $\phi_2$  для узла  $ONU_2$  1202 получают как:  $\phi_2 = RBW_2 - TABW_2 = 50000 - 9375 =$

40625 > 0. Аналогичным образом считается, что данное распределение не завершено.

$\phi_3$  для  $ONU_3$  1203 вычисляют как:  $\phi_3 = RBW_3 - TABW_3 = 50000 - 1875 = 48125 > 0$ . Поэтому считается, что данное распределение не завершено.

20 Затем планировщик 1210 DBA обновляет оставшуюся полосу  $TBW$  (шаг S108).

Для получения  $TBW$  планировщик 1210 DBA выполняет вычисление:  $TBW = \text{цикл DBA} - \sum ABW_a - TABW_b$  (а указывает на узел  $ONU$ , для которого распределение завершено, а b указывает на узел  $ONU$ , для которого распределение не завершено).

Таким образом,  $TBW$  получают как:  $TBW = 30000 - 0 - (18750 + 9375 + 1875) = 30000 - 30000 = 0$ .

25 Вслед за этим выполняется проверка для определения, требуется ли цикл шагов для распределения полосы (шаг S109).

30 При определении необходимости выполнения указанного цикла шагов, если оставшаяся полоса  $TBW$ , полученная на шаге 108, больше нуля и существует по меньшей мере один узел  $ONU$ , для которого распределение полосы не завершено, то определяется, что оставшаяся полоса  $TBW$  существует («да» на шаге S109). Затем процесс переходит к шагу S104 для получения значения  $DBW_n$  динамически распределяемой полосы.

В других случаях, то есть если  $TBW$  равно нулю или распределение полос завершено для всех узлов  $ONU$ , то определяется, что оставшейся полосы  $TBW$  не существует («нет» на шаге S109), и процесс переходит к шагу S110.

35 Если  $TBW = 0$ , то планировщик 1210 DBA считает, что  $ABW_n = TABW_n$  для узла  $ONU$ , для которого распределение полосы не завершено. Процесс переходит к шагу S110.

Поскольку  $TBW = 0$ , считается, что оставшаяся полоса  $TBW$  отсутствует («нет» на шаге S109). Для узла  $ONU_1$  1201 значение  $ABW_1$  окончательно распределяемой полосы получают как  $ABW_1 = TABW_1 = 18750$ .

40 Значение  $ABW_2$  для узла  $ONU_2$  1202 вычисляют как  $ABW_2 = TABW_2 = 9375$ .

Аналогичным образом для узла  $ONU_3$  1203 значение  $ABW_3$  получают как  $ABW_3 = TABW_3 = 1875$ .

45 Затем значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы нормализуют до целого кратного полосы  $BW_{MTU}$  трафика с  $MTU$ , корректируя тем самым значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы (шаг S110). В этой операции остаток добавляется к  $ExBW_n$ .

Таким образом, для  $ONU_1$  1201  $ABW_1$  вычисляют как  $ABW_1 = 18750 - (18750 \bmod 810) = 18630$ . Полосу  $ExBW_1$  переноса получают как  $ExBW_1 = 18750 \bmod 810 = 120$ .

50 В случае для  $ONU_2$  1202  $ABW_2$  вычисляют как  $ABW_2 = 9375 - (9375 \bmod 810) = 8190$ , а полосу  $ExBW_2$  получают как  $ExBW_2 = 9375 \bmod 810 = 465$ .

Также для  $ONU_3$  1203  $ABW_3$  получают как  $ABW_3 = 1875 - (1875 \bmod 810) = 1620$ , а полосу  $ExBW_3$  получают как  $ExBW_3 = 1875 \bmod 810 = 255$ .

Затем оставшуюся полосу  $TBW$  обновляют следующим образом.

Сначала к TBW добавляется  $BW_{MTU} \times m$ , которое было вычтено на шаге S103.

А именно,  $TBW = TBW + BW_{MTU} \times m$ .

Если  $TBW > BW_{MTU}$ , то для узлов ONU, для которых распределение на шаге S107 не

5 завершено и для которых полоса  $ExBW_n$  переноса больше нуля, к значению  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы добавляется полоса  $BW_{MTU}$  трафика с MTU ( $ABW_n + BW_{MTU}$ ). В то же самое время полоса  $BW_{MTU}$  трафика с MTU вычитается из полосы  $ExBW_n$  переноса ( $ExBW_n - BW_{MTU}$ ).

Другими словами, планировщик 1210 DBA вычисляет  $ABW_n$  и  $ExBW_n$ :  $ABW_n = ABW_n + BW_{MTU}$ ; и  $ExBW_n = ExBW_n - BW_{MTU}$ .

10 Поскольку  $n \geq m$  каждый раз, когда к значению  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы добавляется полоса  $BW_{MTU}$  трафика с MTU ( $ABW_n + BW_{MTU}$ ), оставшаяся полоса обновляется следующим образом:  $TBW = TBW - BW_{MTU}$ . Операция проводится многократно, пока  $TBW$  не станет меньше  $BW_{MTU}$  или пока существует какой-либо узел  $ONU_n$ , для которого выполняется неравенство  $ExBW_n > 0$ .

15 Поскольку  $TBW = 0$  на шаге S108 и  $m = 0$  на шаге S103,  $TBW$  получают как  $TBW = 0 + 810 \times 0 = 0$ .

Поскольку  $TBW$  равно нулю и меньше  $BW_{MTU}$ , процесс переходит к шагу S112, хотя  $ExBW_1$ ,  $ExBW_2$  и  $ExBW_3$  больше нуля.

20 Далее планировщик 1210 DBA сравнивает значение  $ABW_n$  окончательно распределяемой полосы, значение  $RBW_n$  запроса длины очереди и полосу  $BW_{MTU}$  трафика с MTU друг с другом для обновления  $FBW_n$  и полосы  $ExWB_n$  переноса.

На фиг.12 и 13 показана обработка на шаге S112.

Для узла ONU1 1201  $ABW_1$  равна 18630,  $RBW_1$  равна 50000, а  $BW_{MTU}$  равна 810.

25 Следовательно, выполняются следующие неравенства:  $RBW_1 (50000) \geq ABW_1 (18630) \geq BW_{MTU} (810)$ . Поэтому случай для ONU1 1201 соответствует условию 2, показанному на фиг.12.

Аналогичным образом для узла ONU2 1202  $ABW_2$  равна 8910,  $RBW_2$  равна 50000, а  $BW_{MTU}$  равна 810.

30 Следовательно, выполняются следующие неравенства:  $RBW_2 (50000) \geq ABW_2 (8910) \geq BW_{MTU} (810)$ . Поэтому случай для ONU2 1202 соответствует условию 2, показанному на фиг.12.

Для узла ONU3 1203  $ABW_3$  равна 1620,  $RBW_3$  равна 50000, а  $BW_{MTU}$  равна 810.

35 Следовательно, выполняются следующие неравенства:  $RBW_3 (50000) \geq ABW_3 (1620) \geq BW_{MTU} (810)$ . Случай для ONU3 1203 соответствует условию 2, показанному на фиг.12.

Поскольку узлы с ONU1 1201 по ONU3 1203 соответствуют условию 2 по фиг.12, значение  $ABW_n$  не обновляется. Таким образом, значение окончательно распределяемой полосы определяется как  $ABW_1 = 18630$  для узла ONU1 1201,  $ABW_2 = 8910$  для узла ONU2 1202 и  $ABW_3 = 1620$  для узла ONU3 1203.

В алгоритме 1211 DBA по данному варианту оставшаяся полоса  $TBW$  распределяется в соответствии с отношением максимальных предельных значений  $MaxBW_n$  (параметр SLA). Это позволяет обеспечить беспристрастный подход к уровням сервиса даже в состоянии перегруженности.

45 Например, в данном варианте отношение для  $MaxBW_n$  представлено как  $MaxBW_1 : MaxBW_2 : MaxBW_3 = 30000 : 15000 : 3000 = 10 : 5 : 1$ .

Отношение значений  $DBW_n$  динамически распределяемой полосы, вычисленное с использованием  $TBW$ , выражается как  $(ABW_1 - MinBW_1 + ExBW_1) : (ABW_2 - MinBW_2 + ExBW_2) : (ABW_3 - MinBW_3 + ExBW_3) = (18630 - 3000 + 120) : (8910 - 1500 + 465) : (1620 - 300 + 255) = 15750 : 7875 : 1575 = 10 : 5 : 1$ .

50 Следовательно, поскольку значение  $DBW_n$  динамически распределяемой полосы распределяется в соответствии с отношением максимальных предельных значений  $MaxBW_n$  полосы, можно гарантировать беспристрастный подход к сервисам.

Согласно алгоритму 1211 DBA по данному варианту предложена концепция полосы ExBWn переноса, и на шаге S112 выполняется проверка, чтобы определить, достигло ли значение ABWn окончательно распределяемой полосы полосы  $BW_{MTU}$  трафика с MTU, необходимой для трафика кадра, имеющего длину MTU. Следовательно, можно избежать  
 5 недостатка, состоящего в том, что в буфере данных узла ONU (1201 - 1203) остается длинный кадр.

В алгоритме 1211 DBA согласно данному варианту, когда система находится в состоянии систематизации (когда ABWn меньше значения RBWn запроса длины очереди), ABWn  
 10 корректируется до целого кратного полосы  $BW_{MTU}$  трафика с MTU. Таким образом, появляется возможность повышения эффективности использования линии для коротких и длинных кадров, часто используемых в реальном трафике.

На фиг.14 показана взаимосвязь между эффективностью использования линии и длиной кадра, когда принят алгоритм 1211 DBA согласно данному варианту изобретения. На  
 15 фиг.15 показан пример распределения значений длины кадра в реальном трафике. Как можно видеть из графика на фиг.15, в реальном трафике часто используются короткие и длинные кадры. Эффективность использования линии для коротких и длинных кадров получается высокой.

Вышеописанные варианты являются подходящими для реализации согласно настоящему изобретению. Однако настоящее изобретение не ограничивается этими вариантами, и их  
 20 можно модифицировать различными способами, не выходя за рамки объема и существа настоящего изобретения.

Например, последовательность операций обработки на фиг.10, выполняемой согласно алгоритму 1211 DBA, показанному на фиг.10, может также выполняться компьютерной программой. Такая компьютерная программа может быть записана на оптическом носителе  
 25 записи, магнитном носителе записи, оптомагнитном носителе записи или полупроводниковом носителе записи, так чтобы эта компьютерная программа с него считывалась для загрузки в информационный процессор для ее исполнения. Также компьютерную программу можно получить от внешнего устройства, подсоединенного к информационному процессору, через предварительно определенную сеть, так чтобы  
 30 информационный процессор выполнял последовательность операций согласно алгоритму 1211 DBA.

Устройство управления распределением полос, способ управления распределением полос и программный продукт управления распределением полос согласно вариантам  
 35 настоящего изобретения применимы к системе GE-PON.

Хотя настоящее изобретение было описано со ссылками на конкретные иллюстративные варианты его осуществления, оно не сводится к этим вариантам, а ограничивается только прилагаемой формулой изобретения. Должно быть ясно, что специалисты в данной  
 40 области техники могут изменить или модифицировать эти варианты, не выходя за рамки объема и существа настоящего изобретения.

#### Формула изобретения

1. Устройство управления распределением полос для управления полосами, распределяемыми по множеству узлов оптической сети (ONU), содержащее секцию  
 45 распределения полос для установки распределяемой полосы, распределяемой каждому из узлов ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы узлов ONU.

2. Устройство управления распределением полос по п.1, в котором секция распределения полос устанавливает распределяемую полосу для оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с  
 50 отношением максимальных предельных значений полосы и секция распределения полос распределяет оставшуюся полосу узлам ONU.

3. Устройство управления распределением полос по п.1, дополнительно содержащее управляющую таблицу для управления максимальными предельными значениями полосы

для узлов ONU, в котором секция распределения полос устанавливает распределяемую полосу, подлежащую распределению для каждого из узлов ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы, управляемых управляющей таблицей.

5 4. Устройство управления распределением полос по п.1, дополнительно содержащее: секцию получения значения запроса длины очереди для получения значения запроса длины очереди для узла ONU;

10 секцию вычисления накопленного фиксированного значения полосы для вычисления накопленного фиксированного значения полосы в соответствии со значением запроса длины очереди; и секцию вычисления оставшейся полосы для вычисления оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с накопленным фиксированным значением полосы, где секция распределения полос устанавливает распределяемую полосу для оставшейся полосы, распределенной в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы.

15 5. Устройство управления распределением полос по п.1, в котором максимальное предельное значение полосы является одним из параметров соглашения об уровнях сервиса (SLA), установленных для каждого из узлов ONU.

20 6. Устройство управления распределением полос по п.4, дополнительно включающее в себя секцию определения для определения того, меньше ли распределяемая полоса, распределяемая секцией распределения полос, значения запроса длины очереди, и достигла ли распределяемая полоса полосы трафика с максимальным передаваемым узлом данных (MTU), необходимой трафику для передачи кадра, имеющего длину MTU; и секция изменения распределяемой полосы для изменения распределяемой полосы на фиксированное значение полосы для ONU, если секция определения определяет, что  
25 распределяемая полоса меньше значения запроса длины очереди и что она достигла полосы трафика с MTU.

30 7. Устройство управления распределением полос по п.6, дополнительно включающее в себя секцию коррекции распределяемой полосы для коррекции распределяемой полосы, распределенной секцией распределения полос, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU.

8. Устройство управления распределением полос по п.7, в котором секция коррекции распределяемой полосы корректирует распределяемую полосу, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU, если распределяемая полоса, распределенная секцией распределения полос, меньше значения запроса длины очереди.

35 9. Способ управления распределением полос для использования с устройством управления распределением полос для управления полосами, подлежащими распределению по множеству узлов ONU, причем способ содержит шаг распределения полос для установки распределяемой полосы, подлежащей распределению каждому из узлов ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы для  
40 узлов ONU.

10. Способ управления распределением полос по п.9, в котором шаг распределения полос содержит установку распределяемой полосы для оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы и распределение оставшейся  
45 полосы узлам ONU.

11. Способ управления распределением полос по п.9, в котором: устройство управления распределением полос содержит управляющую таблицу для управления максимальными предельными значениями полосы узлов ONU для каждого из узлов ONU; и шаг распределения полос содержит установку распределяемой полосы, подлежащей  
50 распределению для каждого из узлов ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы, управляемых управляющей таблицей.

12. Способ управления распределением полос по п.9, дополнительно содержащий шаг получения значения запроса длины очереди, состоящий в получении значения запроса

длины очереди для ONU;

шаг вычисления накопленного фиксированного значения полосы для вычисления накопленного фиксированного значения полосы, состоящий в вычислении накопленного фиксированного значения полосы в соответствии со значением запроса длины очереди;

5 и шаг вычисления оставшейся полосы, состоящий в вычислении оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с накопленным фиксированным значением полосы, где

шаг распределения полос содержит установку распределяемой полосы для оставшейся полосы, распределенной узлам ONU, в соответствии с отношением максимальных  
10 предельных значений полосы.

13. Способ управления распределением полос по п.9, в котором максимальное предельное значение полосы является одним из параметров SLA, установленных для каждого из узлов ONU.

14. Способ управления распределением полос по п.12, дополнительно содержащий  
15 шаг определения, состоящий в определении того, меньше ли распределяемая полоса, распределенная на шаге распределения полос, значения запроса длины очереди, и достигла ли распределяемая полоса полосы трафика с MTU, необходимой трафику для передачи кадра, имеющего длину MTU; и

шаг изменения распределяемой полосы, состоящий в изменении распределяемой  
20 полосы до фиксированного значения полосы для ONU, если на шаге определения определяется, что распределяемая полоса меньше значения запроса длины очереди и что она достигла полосы трафика с MTU.

15. Способ управления распределением полос по п.14, дополнительно содержащий шаг коррекции распределяемой полосы, состоящий в коррекции распределяемой полосы,  
25 распределенной на шаге распределения полос, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU.

16. Способ управления распределением полос по п.15, в котором шаг коррекции распределяемой полосы включает в себя коррекцию распределяемой полосы, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU, если распределяемая полоса,  
30 распределенная на шаге распределения полос, меньше значения запроса длины очереди.

17. Считываемый компьютером носитель, содержащий компьютерный программный код, который при его выполнении инициирует компьютер выполнять следующее: обработку распределения полос для установки распределяемой полосы для каждого из узлов ONU на основе отношения максимальных предельных значений полосы для узлов ONU.

35 18. Считываемый компьютером носитель по п.17, в котором: обработка управления распределением полос устанавливает распределяемую полосу для оставшейся полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы и при обработке распределения полос оставшаяся полоса распределяется по узлам ONU.

40 19. Считываемый компьютером носитель по п.17, в котором: обработка управления распределением полос устанавливает распределяемую полосу, подлежащую распределению каждому из узлов ONU, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы, управляемых управляющей таблицей.

20. Считываемый компьютером носитель по п.17, дополнительно содержащий  
45 обработку, состоящую в получении значения запроса длины очереди, для получения значения запроса длины очереди для ONU; обработку, состоящую в вычислении накопленного фиксированного значения полосы, для вычисления накопленного фиксированного значения полосы в соответствии со значением запроса длины очереди; и обработку, состоящую в вычислении оставшейся полосы, для вычисления оставшейся  
50 полосы, распределяемой в устройстве управления распределением полос, в соответствии с накопленным фиксированным значением полосы, где

обработка, состоящая в распределении полос, устанавливает распределяемую полосу для оставшейся полосы, вычисленной посредством обработки, состоящей в вычислении

оставшейся полосы, в соответствии с отношением максимальных предельных значений полосы.

21. Считываемый компьютером носитель по п.17, в котором максимальное предельное значение полосы является одним из параметров соглашения об уровнях сервиса (SLA), установленных для каждого из узлов ONU.

22. Считываемый компьютером носитель по п.20, дополнительно содержащий обработку определения для определения того, меньше ли распределяемая полоса, распределяемая узлом распределения полос, значения запроса длины очереди, и достигла ли распределяемая полоса полосы трафика с максимальным передаваемым узлом данных (MTU), необходимой трафику для передачи кадра, имеющего длину MTU; и обработку, состоящую в изменении распределяемой полосы, для изменения распределяемой полосы на фиксированное значение полосы для ONU, если при обработке определения определяется, что распределяемая полоса меньше значения запроса длины очереди и что она достигла полосы трафика с MTU.

23. Считываемый компьютером носитель по п.22, дополнительно содержащий обработку, состоящую в коррекции распределяемой полосы, для коррекции распределяемой полосы, распределенной узлом распределения полос, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU.

24. Считываемый компьютером носитель по п.23, в котором обработка, состоящая в коррекции распределяемой полосы, корректирует распределяемую полосу, с тем чтобы она стала целым кратным полосы трафика с MTU, если распределяемая полоса, распределенная узлом распределения полос, меньше значения запроса длины очереди.

25

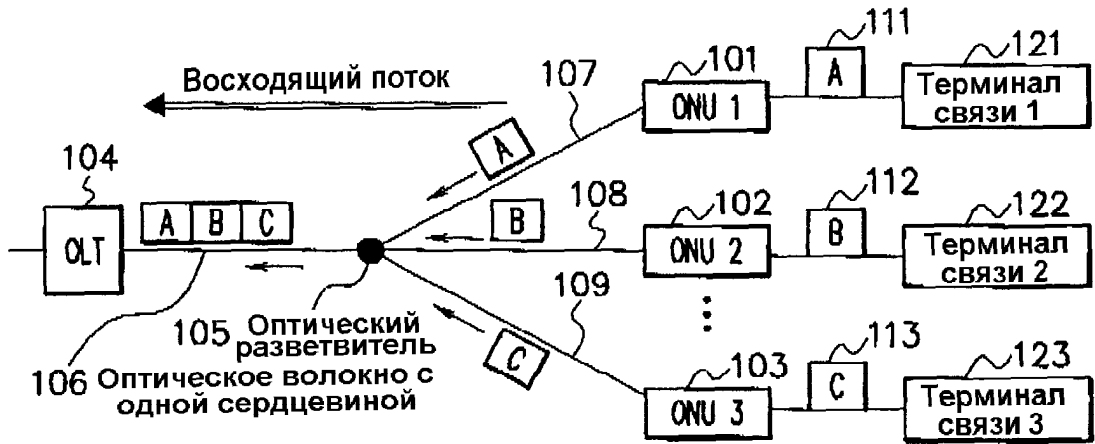
30

35

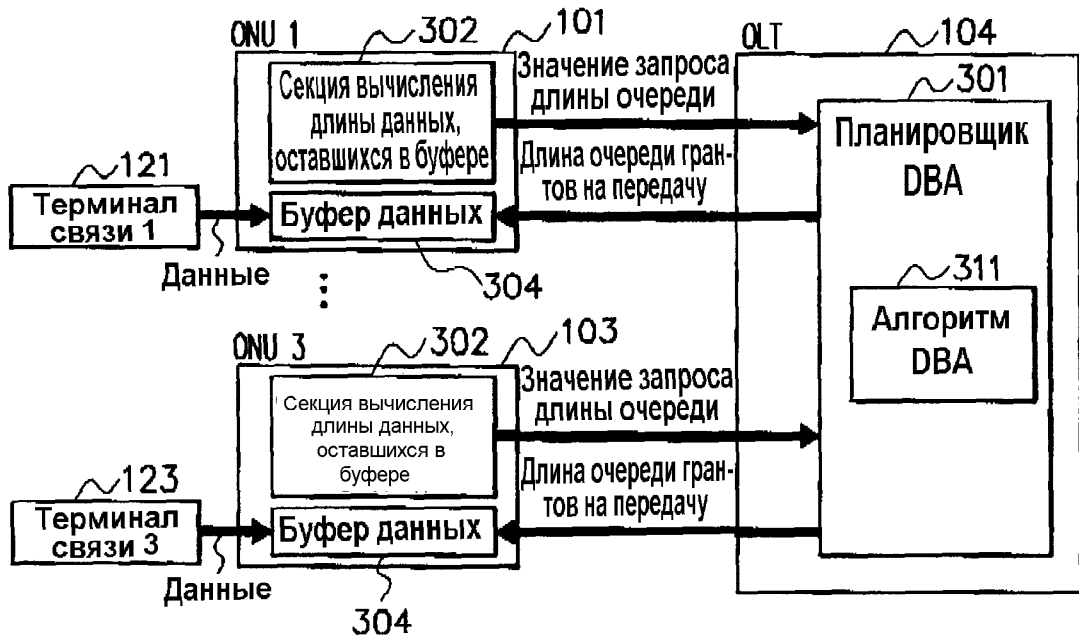
40

45

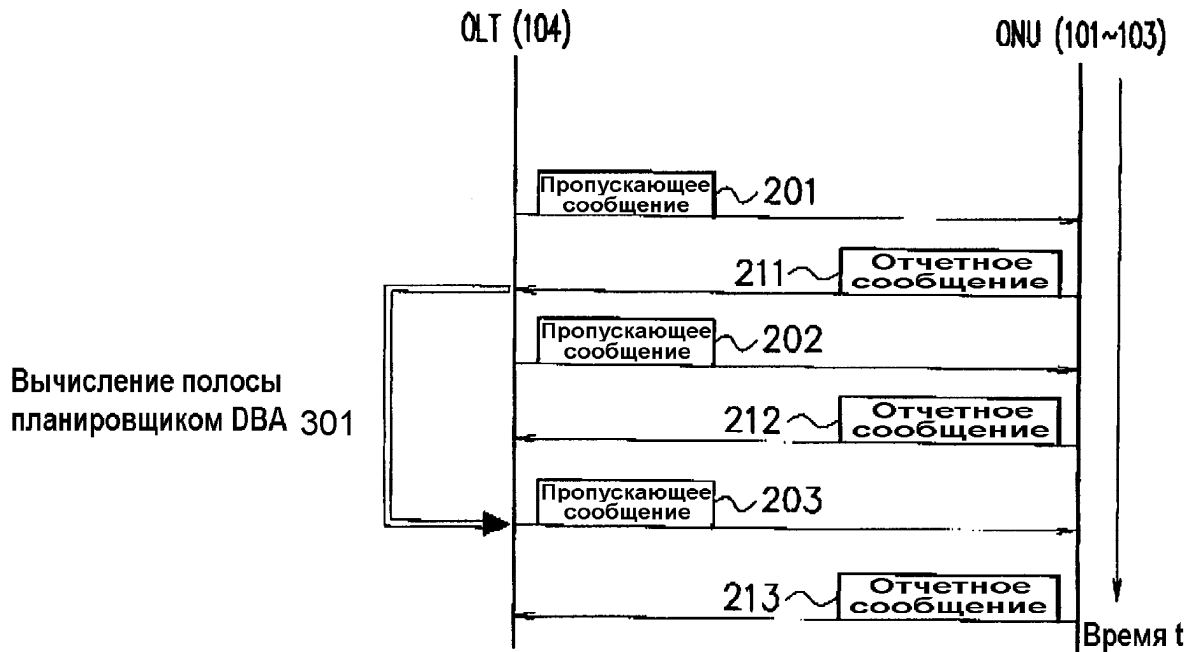
50



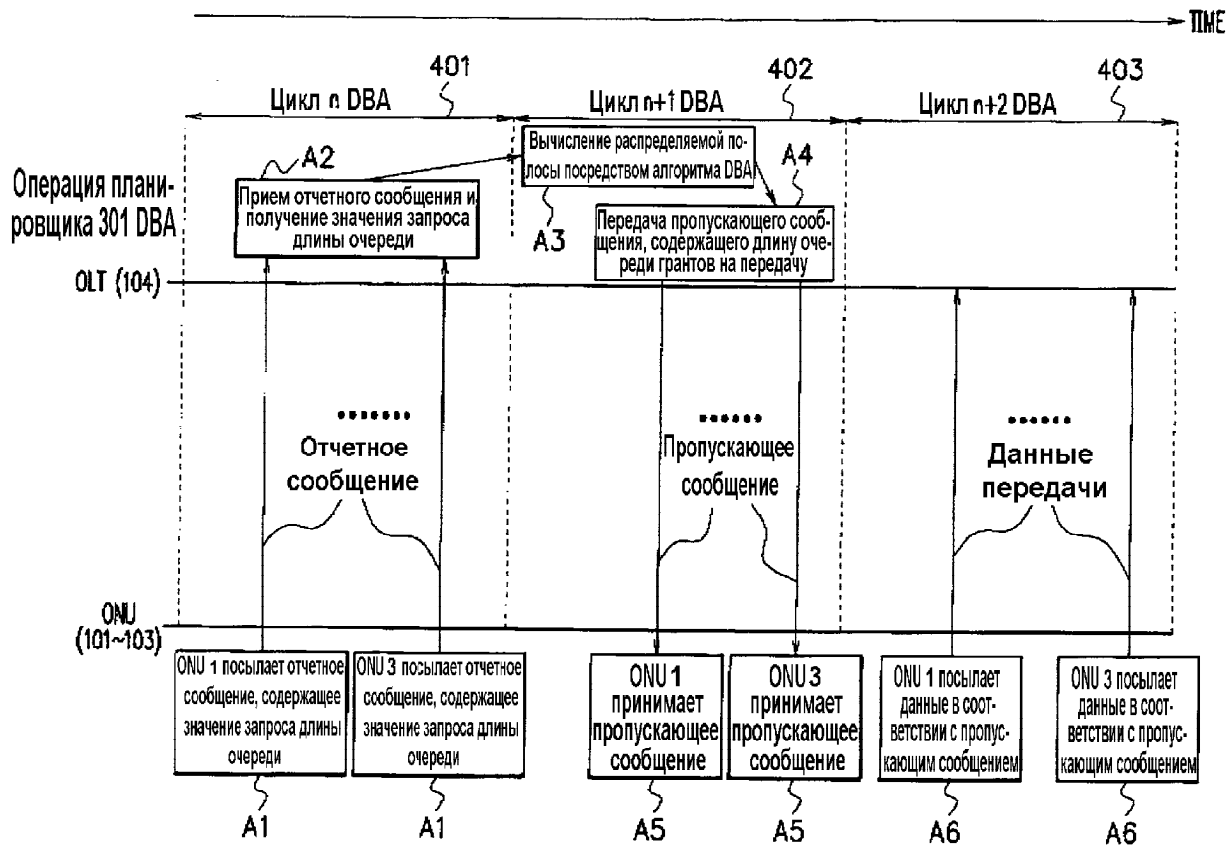
Фиг.1 (известный уровень техники)



Фиг.2 (известный уровень техники)



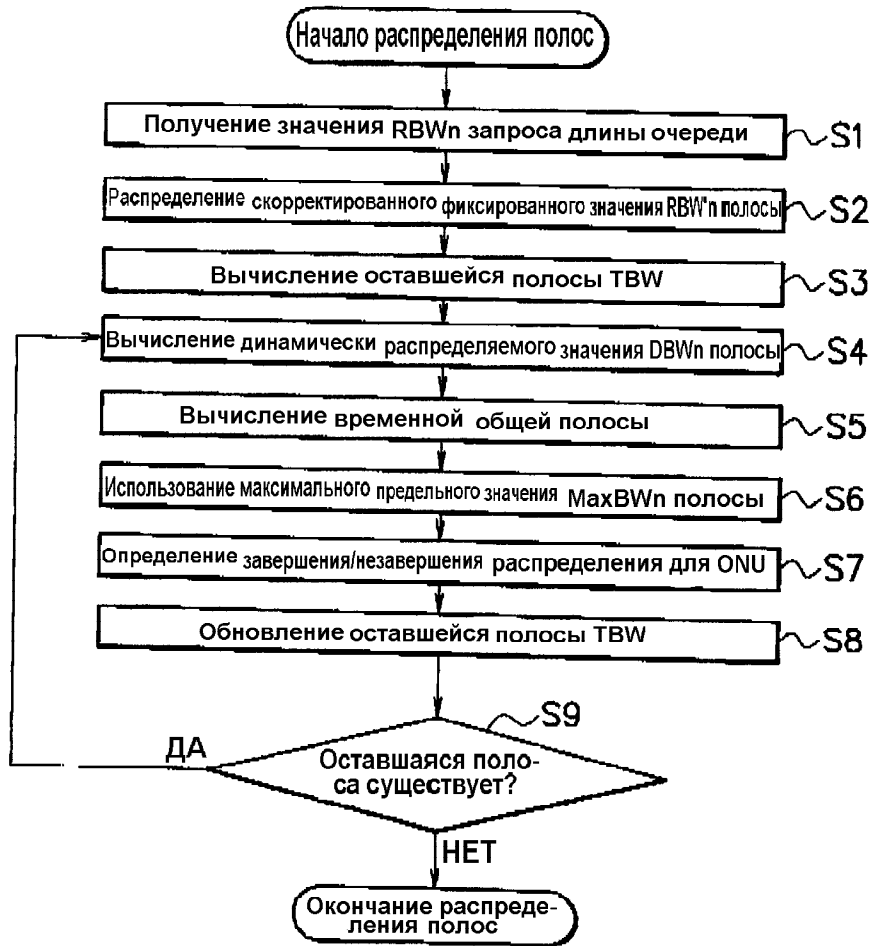
Фиг.3 (известный уровень техники)



Фиг.4

(известный уровень техники)





Фиг.5 (известный уровень техники)

№	Параметр	Единица	Диапазон	Описание
1	TBW	TQ	0 – Цикл DBA	Оставшаяся полоса (количество распределяемых полос)
2	MaxBWn	TQ	0 – Цикл DBA	Максимальное предельное значение полосы для ONU <sub>n</sub> , определенное по SLA
3	MinBWn	TQ	0 – Цикл DBA	Минимальное предельное значение полосы для ONU <sub>n</sub> , определенное по SLA
4	FBWn	TQ	0 – Цикл DBA	Фиксированное значение полосы для ONU <sub>n</sub> определенное по SLA
5	RBWn	TQ	В зависимости от организованного способа	Значение запроса длины очереди, запрошенное узлом ONU <sub>n</sub>
6	FBW <sub>n</sub>	TQ	–	Скорректированное фиксированное значение полосы, скорректированное с учетом значения MinBWn согласно SLA
7	DBWn	TQ	–	Динамически распределяемое значение полосы, полученное путем распределения оставшейся полосы с использованием отношения максимальных предельных значений полосы по SLA
8	ABWn	TQ	–	Окончательно распределяемое значение полосы для узлов ONU <sub>n</sub>
9	Φ <sub>n</sub>	TQ	–	Длина оставшейся очереди узлов ONU <sub>n</sub>

Фиг.6 (известный уровень техники)

Вычисление скорректированного фиксированного значения FBW'n полосы

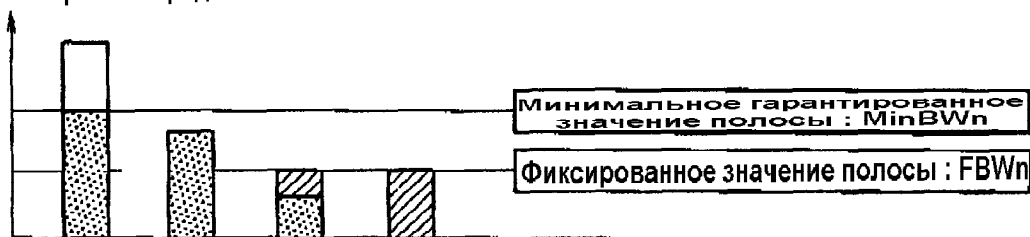
Вычислить скорректированное фиксированное значение FBW'n в соответствии с минимальным гарантированным значением MinBWn полосы, фиксированным значением FBWn и значением RBWn запроса очереди (длина оставшейся очереди)

Для условия 1:  $RBWn \geq MinBWn > FBW$  : в результате  $FBW'n = MinBWn$ .

Для условия 2:  $MinBWn > RBWn \geq FBW$  : в результате  $FBW'n = RBWn$ .

Для условия 3: то есть, иное, чем в условиях 1 и 2 : в результате  $FBW'n = FBWn$ .

Значение запроса очереди



Условие 1 для ONU1    Условие 2 для ONU2    Условие 3 для ONU3    Условие 4 для ONU3

- Часть, распределенная по запросу
- Распределенная часть, не указанная в запросе

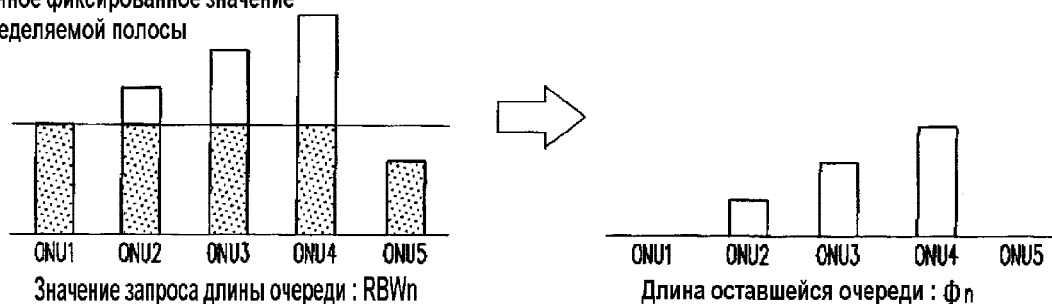
Фиг.7 (известный уровень техники)

Вычисление длины  $\Phi_n$  оставшейся очереди

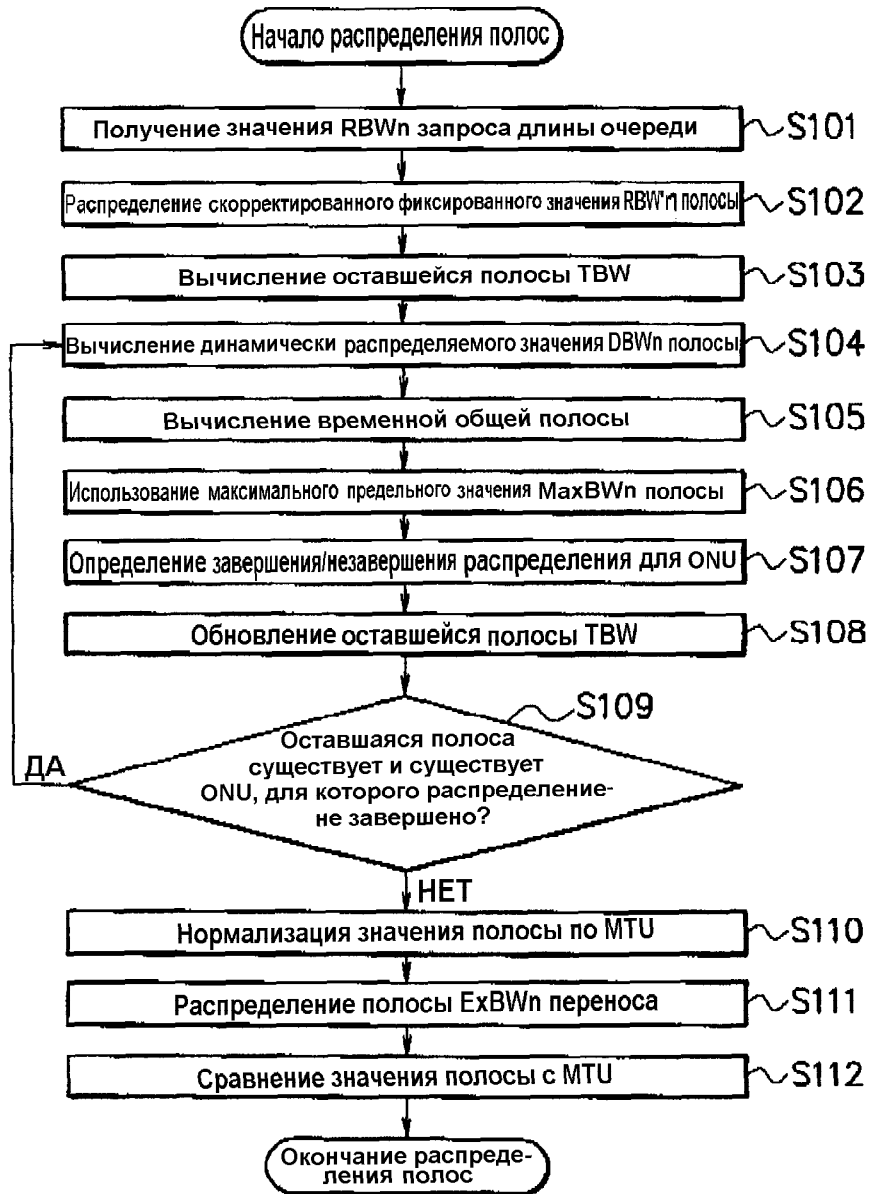
Вычислить длину  $\Phi_n$  оставшейся очереди путем вычитания скорректированного фиксированного значения FBW'n распределяемой полосы из значения RBWn запроса очереди

$$\text{Длина оставшейся очереди : } \Phi_n = \begin{cases} RBWn - FBW'n & \text{для } RBWn \geq FBW'n \\ 0 & \text{для } RBWn < FBW'n \end{cases}$$

Скорректированное фиксированное значение распределяемой полосы



Фиг.8 (известный уровень техники)



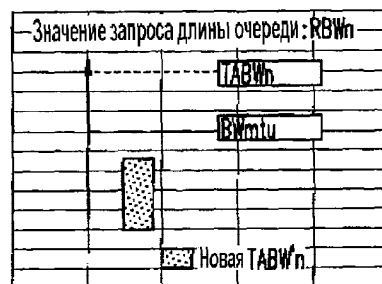
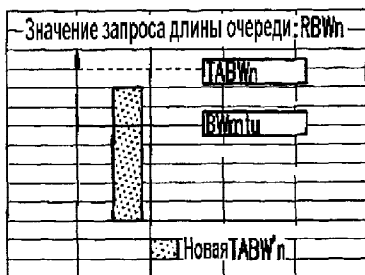
Фиг.10

№	Параметр	Единица	Диапазон	Описание
1	TBW	TQ	0 – Цикл DBA	Оставшаяся полоса (количество распределяемых полос)
2	MaxBWh	TQ	0 – Цикл DBA	Максимальное предельное значение полосы для ONU <sub>n</sub> , определенное по SLA
3	MinBWh	TQ	0 – Цикл DBA	Минимальное предельное значение полосы для ONU <sub>n</sub> , определенное по SLA
4	FBWh	TQ	0 – Цикл DBA	Фиксированное значение полосы для ONU <sub>n</sub> , определенное по SLA
5	RBWh	TQ	В зависимости от организованного способа	Значение запроса длины очереди, запрошенное узлом ONU <sub>n</sub>
6	FBWh'	TQ	-	Скорректированное фиксированное значение полосы, скорректированное с учетом значения MinBWh согласно SLA
7	DBWh	TQ	-	Динамически распределяемое значение полосы, полученное путем распределения оставшейся полосы с использованием отношения максимальных предельных значений полосы по SLA
8	ABWh	TQ	-	Окончательно распределяемое значение полосы для узлов в ONU <sub>n</sub>
9	Φ <sub>n</sub>	TQ	-	Длина оставшейся очереди блоков ONU <sub>n</sub>
10	ExBWh	TQ	-	Полоса переноса
11	BW <sub>mtu</sub>	TQ	В зависимости от организованного способа	Значение полосы MTU, необходимое для передачи кадров размером MTU например, если MTU является кадром MAC размером 1600 байт (1600 байт + 20 байт)/2=810, 20 байт равно "IFG+преамбула", как определено в IEEE802.3

Фиг. 11

Условие 1 :  $ABWh \geq RBWh \geq BWmtu \Rightarrow ABWh = RBWh$

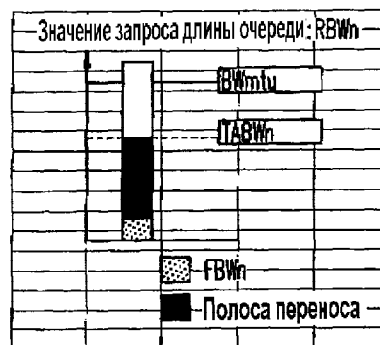
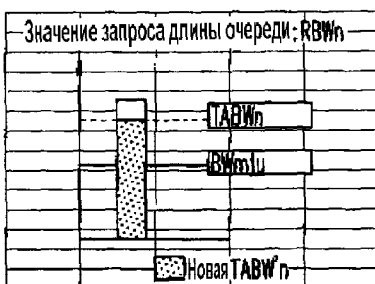
Условие 3 :  $ABWh \geq BWmtu \geq RBWh \Rightarrow ABWh = RBWh$



Условие 2 :  $RBWh \geq ABWh \geq BWmtu \Rightarrow ABWh$  NOT UPDATED

Условие 4 :  $RBWh \geq BWmtu > ABWh$

$\Rightarrow ABWh = FBWh$  (распределение только для фиксированной полосы)  
 $\Rightarrow ExBWh = ABWh - FBWh$



Фиг. 12

Условие 5 :  $BW_{mtu} \geq ABW_n \geq RBW_n \Rightarrow ABW_n = RBW_n$

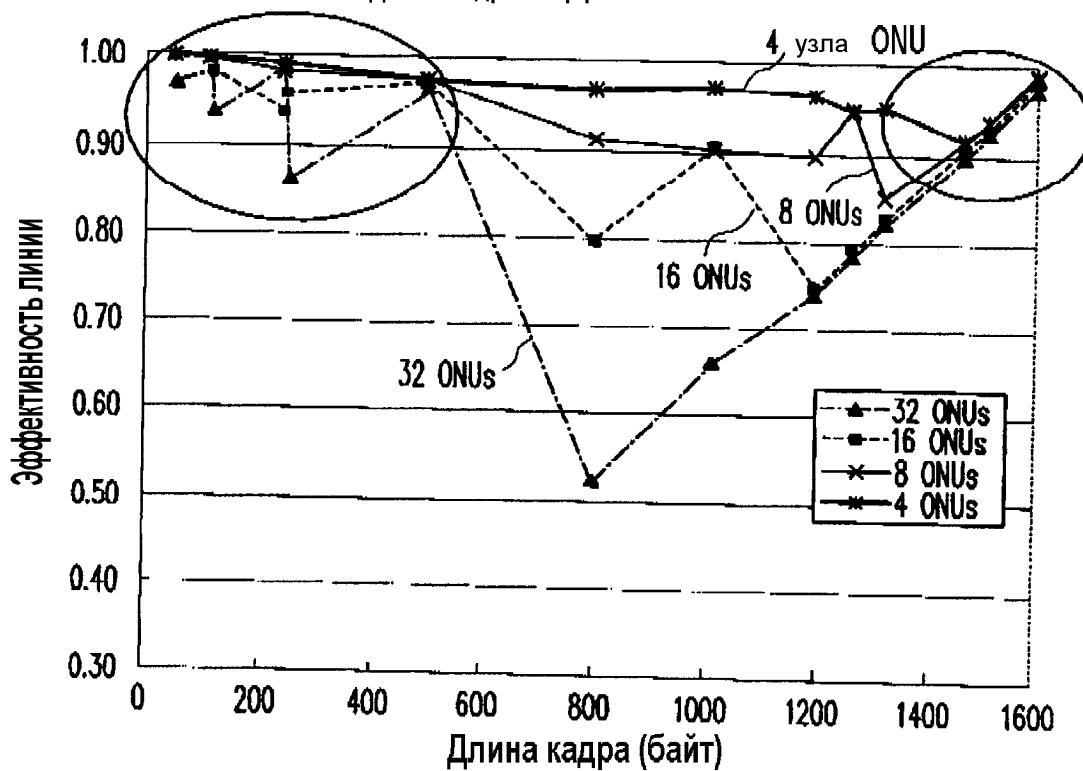


Условие 6 :  $BW_{mtu} \geq RBW_n > ABW_n$   
 $\Rightarrow ABW_n = FBW_n$  (распределение только для фиксированной полосы)  
 $\Rightarrow ExBW_n = ABW_n - FBW_n$



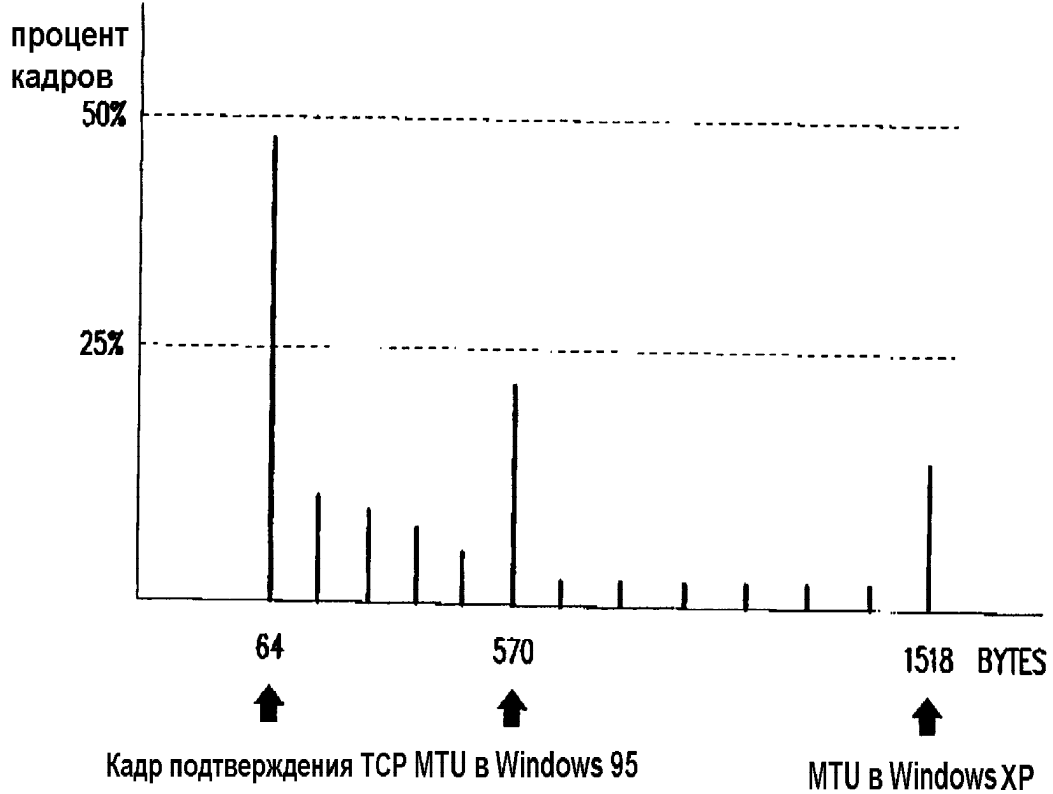
Фиг. 13

Длина кадра и эффективность линии



Фиг. 14

Источник исходных данных  
Сеть IEEE, декабрь/1997  
(Доклад MCI)



Фиг.15