

## OPTICAL BURST SWITCHING: GENERAL INFORMATION AND METHODS FOR REDUCING THE LOSSES FROM COLLISIONS OF PACKETS

Vasil Vatakov, Todor Kableshkov University of Transport, [vatakov@abv.bg](mailto:vatakov@abv.bg)  
Vera Gugova, Todor Kableshkov University of Transport, [vgugova@gmail.com](mailto:vgugova@gmail.com)

**Abstract:** In this report we have examined technology for packet switching Optical Burst Switching (OBS), its performance, features and methods for reduce the losses, caused by the collision of packets.

**Keywords:** OBS, WDM, OPS, OCS

## OPTICAL BURST SWITCHING: ОБЩИ СВЕДЕНИЯ И МЕТОДИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ ОТ КОЛИЗИИ НА ПАКЕТИ

Васил Вѓтаков, ВТУ „Тодор Каблешков” София, [vatakov@abv.bg](mailto:vatakov@abv.bg)  
Вера Гугова, ВТУ „Тодор Каблешков” София, [vgugova@gmail.com](mailto:vgugova@gmail.com)

**Резюме:** В настоящият доклад сме разгледали технологията за комутация на пакети Optical Burst Switching (OBS), нейната работа, особености и методи за намаляване на загубите, породени от колизии на пакети.

**Ключови думи:** OBS, WDM, OPS, OCS

### Увод

Оптичните комуникации представляват грѓбнака на съвременните комуникационни системи. Без тяхна помощ би било немислимо да се осъществява високоскоростен пренос на голям обем от данни, видео с висока резолюция и др. Чрез използването на технологията за вълново мултиплексиране WDM, капацитета на вече изградените оптични мрежи се е повишил многократно, без необходимост от полагане на нови оптични влакна. Технологията optical burst switching (OBS) е възможен вариант като следващ етап в развитието на оптичните комуникационни мрежи. В този доклад ще се спрем на мрежи базирани именно на принципа на вълновото мултиплексиране, като основа за изграждането на напълно оптична OBS мрежа. OBS е напълно оптична мрежа с пакетна комутация, при която заглавната информация и товара (данните), се предават отделно. Пакети с данни (data burst) и пакети с контролна информация (control burst) се предават на отделни дължини на вълната (канални) посредством WDM технологията. Настоящият доклад е разделен на две основни части в които се разглежда принципа на работа на OBS мрежите и някои методи за намаляване загубите при сблъсък на пакети, предавани на една и съща дължина на вълната.

### 1. OBS (Optical Burst Switching) – общи сведения и характеристики

Технологията optical burst switching (OBS) се базира на технологията с пакетна комутация, но без нужда от оптоелектронно преобразуване в междинните възли. Предават се пакети с данни и пакети с контролна информация. Чрез обединяването на OBS и технологията за вълново мултиплексиране WDM, се постига значително по-голяма ефективност. Една дължина на вълната се резервира за пренос на пакетите с контролна информация, а останалите се използват за преноса на пакетите с данни.

Пакетите с данни се предават през възлите на мрежата в изцяло оптичен вид, без необходимост от оптоелектронно преобразуване (фиг.1). Само пакетите с контролна информация се преобразуват в електронен вид във всеки междинен възел. Контролният пакет се изпраща преди пакета с данни с определена преднина във времето. Времевата разлика между изпращането на контролното съобщение и последвалият го пакет с данни в началния възел, ще наричаме отстояние във времето (*burst offset time*). Протоколите за резервиране на пътя по който ще преминат пакетите с данни са “just enough time” (JET) и “just in time”, като се различават основно по отстоянието във времето.[1]

### **Особености на optical burst switching:**

#### **1) Разделяне на заглавната информация от товара (данните)**

Заглавната информация и товара (данните) се предават по отделни канали.

В повечето съвременни методи за пакетна комутация, се използват пакети, които включват заглавна информация в себе си (хедър). За разлика от тях, в мрежите OBS заглавната информация се предава като отделен пакет с контролна информация на отделна дължина на вълната в същото влакно.

#### **2) Оптоелектронно преобразуване**

То се извършва във всеки междинен възел от мрежата но само за пакетите с контролна информация. След конвертирането на сигнала в електронен, може да се извърши обработката на контролната информация съдържаща: адресна информация, дължината на пакета с данни и отстоянието във времето между изпращането на контролния пакет и пакета с данни.

#### **3) Отстояние във времето**

Заради потенциално бавните времена за комутация на някои оптични технологии, е необходимо да се разделят във времето контролният пакет и този с данните. Това отместване във времето е необходимо поради забавянето при обработката на контролната информация и превключването на комутатора в междинните възли на мрежата.

#### **4) Съставяне на пакета с данни**

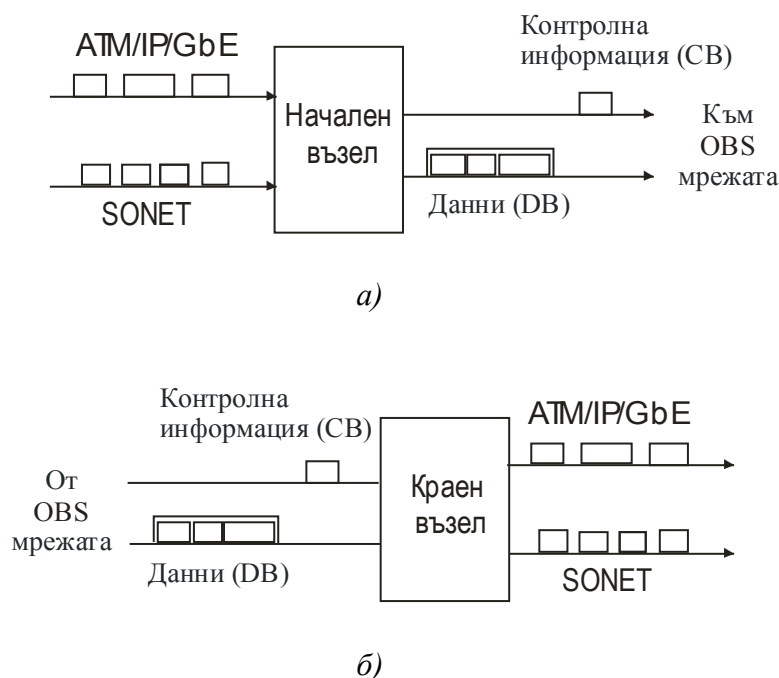
Пакетите с данни (*bursts*) в OBS представляват по-големи пакети, с различен размер, съставени в началния за тях възел от мрежата. Поради необходимото време на комутатора да превключи от един източник към друг се получават незаети интервали между отделните съставлящи пакети (сегменти). От тук съставеният пакет става по-голям от съставлящите го пакети, а това внася информационен излишък в канала. Съществуват различни алгоритми за формиране на пакета с данни разгледани широко в литературата.[2]

#### **5) OBS е асинхронна**

Няма нужда от времеви прозорци и пакетите могат да бъдат с произволна дължина.

#### **6) Не са необходими оптични буфери**

Това е едно от най-големите предимства на тази технология спрямо оптичната комутация на пакети OPS. Могат да се използват оптични закъснителни линии на входовете на междинните възли от мрежата за да се компенсира времето за обработка на контролната информация.



Фиг.1 Принцип на работа в OBS мрежа, а) начален възел, б) краен възел

### Принцип на работа

На фиг.1 е показана принципна схема на OBS мрежа. Входните данни могат да бъдат от различни технологични стандарти (ATM/IP/GbE и др.). От тях се формира пакета с данни (data burst). Формира се и контролна информация предавана по отделен канал с определено отстояние във времето, преди пакета с данните. Пакета с контролна информация достига пръв във всеки следващ възел, или се използва оптична закъснителна линия за каналите с данни. Като във всеки междинен възел контролната информация се обработва, и се резервира изходящ порт така, че пакета с данни да преминава в предварително нареден маршрут. В крайният възел пакета с данни се разделя на първоначалните му съставни (сегменти), по реда на формирането им. Съществуват различни алгоритми за формирането на данните в зависимост от използвания протокол, те са широко разгледани в литературата.[2] С използването на отделен канал за контролната информация скъпо струващото оптоелектронно преобразуване е необходимо само за него. В крайните звена на мрежата може да се използва електронна RAM памет която служи за буфер на данните, преди да бъдат изпратени към тяхната дестинация. Предимствата на технологията OBS пред оптичната комутация на канали (OCS) са сходни с тези между оптичната комутация на пакети (OPS) и комутацията на канали и се състоят в по-гъвкавото използване на честотната лента на оптичната линия. Особена разлика между оптичната комутация на пакети (OPS) и OBS е в това, че технологията OBS не се нуждае от оптични буфери. Сравнение на двете основни напълно оптични технологии за пренос на данни с OBS е показано в таблица 1.

Оптични транспортна мрежа	Използване на честотната лента	Адаптивност на трафика	Закъснение при изготвяне на връзка	Информационен излишък (служебна информация)	Нужда от оптични буфери	Загуби на данни
Оптична комутация на канали (OCS)	ниска	ниска	голямо	нисък	няма	ниски
Оптична пакетна комутация (OPS)	висока	висока	малко	висок	висока	ниски
OBS	висока	висока	малко	нисък	ниска	високи

Табл.1 Сравнение на основните параметри на OCS, OPS и OBS

Табл.1 сравнява характеристиките на OCS, OPS и OBS. Като допълнение на тази таблица може да се отбележи, че главните плюсове на OBS са малкото среднестатистическо забавяне в мрежата и непретенциозност към използване на оптични буфери. Въпреки, че е бърз, целият процес на предаване на данни е малко по-бавен от този при оптична комутация на пакети. Намалването на служебната информация (информационният излишък) се дължи на факта, че се предават по-малко индивидуални пакети. Главният проблем обаче остава високите загуби на данни. Оптичните закъснителни линии (ОЗЛ), поставени на входовете на междинните възли, са един подход за намаляване на загубите.

## 2. Методи за намаляване на колизиите между пакетите с данни в мрежите OBS

Нека приемем, че два пакета предавани на една и съща дължина на вълната  $W1$ , от различни източници, пристигнат по едно и също време на входа на даден възел и трябва да резервират един и същ изходен порт, ще се получи конфликт между двата пакета. За да се избегне подобен конфликт и загуба на данни в настоящите мрежи с пакетна комутация се използва оптоелектронно преобразуване и полупроводникова памет с произволен достъп (RAM), за да се съхрани единият пакет докато се освободи изходящият порт. В напълно оптична мрежа като OBS съществуват няколко метода за намаляване на загубите от подобен характер.

Това са:

- Буфериране на оптичния сигнал
- Конвертиране на дължината на вълната
- Пренасочване на пакетите през алтернативен маршрут
- Сегментиране на пакетите

### Буфериране на оптичния сигнал

Принципа на действие на оптичните буфери се базират на увеличаване на времето за пренос на сигнала. Това може да бъде постигнато по два начина, чрез физическо удължаване на линията или чрез забавяне на скоростта на оптичния сигнал.

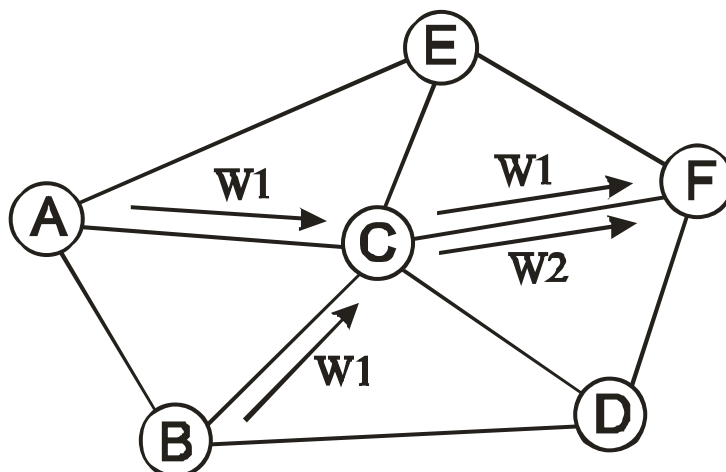
Ще разгледаме два вида буфери базирани на оптична закъснителна линия (ОЗЛ). Първият от тях представлява оптично влакно навито на макара. Като дължината на оптичното влакно е прецизно изчислена в зависимост от желаното закъснение. Вторият вид буфер се базира на комбинирането на оптичен комутатор и оптична закъснителна линия, през която сигнала може да бъде пропускан многократно. В резултат на преминаване на сигнала през ОЗЛ се увеличава затихването и дисперсията на сигнала. Схемата за резервиране на канала чрез използването на оптични буфери, може да се разгледа като две фази, те са:

- Да се резервира същата дължина на вълната на изходящият порт
- Да се резервира оптичният буфер

Ако необходимата дължина на вълната е свободна, то пакета с данни ще се изпрати незабавно. В случай, че същата дължина на вълната не е налична, пакета с данни трябва да изчака минимално времето  $W$  необходимо за резервиране на изходящият порт. Нека приемем, че времето за което ОЗЛ може да забави пакета е  $D$ . Съществуват две състояния при този метод за резервиране на изходящият порт и те са  $(W > D)$  и  $(D > W)$ . В първият случай при  $(W > D)$  пакета ще бъде изгубен, преди да се е освободил изходният порт. Затова е необходимо времето  $D$  за което пакета преминава през ОЗЛ да е по-голямо от времето  $W$ , необходимо за резервиране на изходящият порт.

#### Вълново конвертиране.

Това е друг способ за намаляване на загубите от сблъсък на пакети. На фиг.2 е показана мрежа с вълново конвертиране. От възел А и В тръгват два пакета предавани на дължина на вълната  $W1$  с крайна цел възел F. Пакетите преминават през възел C. Нека предположим, че дължината на вълната  $W1$  между възлите C и F е налична и се заема от пакета с направление (A,F). За съжаление това условие не може да се изпълни за пакета идващ от възел В, поради което е необходимо да се извърши вълново конвертиране от  $W1$  на  $W2$  във възел C.



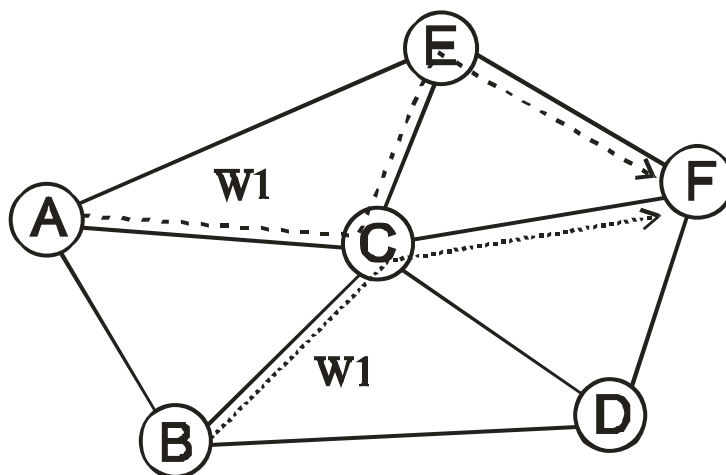
Фиг.2 Вълново конвертиране

Недостатъци на вълновото конвертиране са значително високата цена на вълновите конвертори, загубите на енергия на сигнала и допълнителното усложняване на схемата. За да се намали броят на вълновите конвертори във всеки възел в литературата са разгледани множество алгоритми за оптимизиране. При съвременните технологии за

мултиплексиране по дължина на вълната (WDM), броят на каналите може да наброява няколко стотин.

### Пренасочване на пакетите през алтернативен маршрут

На фиг.3 е показан принципа на работа на мрежа с пренасочване на пакетите през алтернативен маршрут.

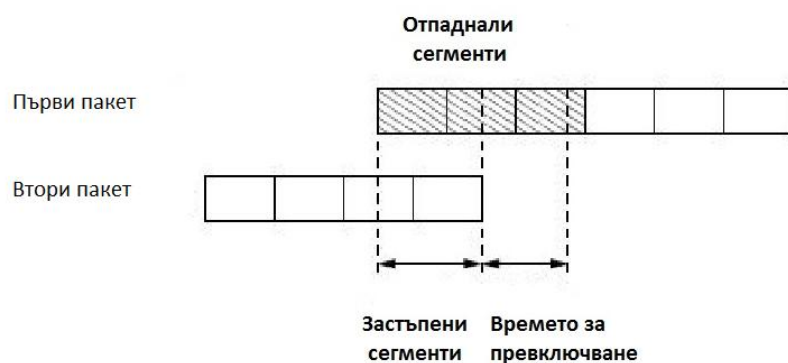


Фиг.3 Пренасочване на пакетите през алтернативен маршрут

От възел А и В се предават пакети с контролна информация, към възел С, имащи за цел да резервират изходният порт на възел С към крайният възел F, следвани от пакети с данни. Нека приемем, че контролният пакет от възел В е резервирал изходният порт на възел С, с дължина на вълната W1. В такъв случай пакета с данни идващ от възел А, ще трябва да бъде препратен към друг междинен възел, в случая това е възел Е. Недостатък на подобна схема за резервиране може да се окаже прекалено голямото време необходимо, за да достигне пакета от възел А до крайната си цел, в следствие на изминаването на по-дълъг път.

### Сегментиране на пакетите

Сегментирането е друг подход с който може да се намалят загубите породени от конфликт на пакети. Пакета с данни в OBS е съставен от базови транспортни единици наричани сегменти. Всеки един от тези сегменти може да съдържа един или няколко пакета. Когато в даден междинен възел постъпят два пакета с данни предавани на една и съща дължина на вълната, е много вероятно една част от тези пакети да се застъпват. Целта на сегментирането е в това, че само тези части (сегменти) които се застъпват да бъдат отстранени, както е показано на фиг.4. Съществуват два подхода за отстраняване на застъпващите се сегменти. Първият подход е да се отстрани опашката на първия пакет, а вторият се състои в това да се премахне предната част на втория пакет. Първият подход е по-ефективен, защото така се гарантира непрекъснатост на пакета при преноса му от началния до крайния възел.[3] При този процес трябва да се промени и информацията в контролният пакет.



Фиг.4 Сегментиране на пакетите

При описаният по-горе метод, се налага да се предадат отпадналите сегменти отново. Това води до загуба на време и ресурс на мрежата. За да се избегне повторното предаване на отпадналите сегменти, те могат да се пренасочат по алтернативен маршрут. Като по този начин може значително да се облекчи работата на мрежата. [3]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящият доклад сме разгледали особеностите на технологията optical burst switching (OBS), на базата на технологията за вълново мултиплексиране WDM. От направеното сравнение между технологията optical burst switching и технологиите за комутацията на канали и пакети, се вижда превъзходството на първата за повечето показатели. Параметрите са сходни с тези на оптичната пакетна комутация, но за разлика от нея не са необходими оптични буфери. Могат да се използват оптични закъснителни линии на входовете на оптичните възли, за да се компенсира времето необходимо за обработка на пакетите с контролна информация и резервирането на изходният порт. Разгледали сме няколко метода за намаляване на загубите, породени от колизия (сблъсък) на пакети. Всеки един от тях има своите предимства и недостатъци. Оптичните закъснителни линии имат големи физически размери, което води до допълнителни усложнения. Вълновите конвертори са сравнително скъпи устройства и използването им за всяка дължина на вълната, във всеки междинен възел, води до значително оскъпяване на мрежата и усложнения при бъдещи промени в нея. Съществуват алгоритми за намаляване на броя на вълновите конвертори, с което се намаляват значително гореизброените недостатъци. Друг ефективен метод представлява пренасочването на пакетите по обходен маршрут или тяхното сегментиране или комбинация от двете. В бъдеще тези методи могат да представляват насока за бъдещи изследвания в тази област.

## References

- [1] A.M.Balamurugan., Dr.A.Sivasubramanian, Optical burst switching issues and its features, International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS) Web Site: [www.ijettcs.org](http://www.ijettcs.org) Email: [editor@ijettcs.org](mailto:editor@ijettcs.org), [editorijettcs@gmail.com](mailto:editorijettcs@gmail.com) Volume 2, Issue 3, May – June 2013
- [2] Mmoloki Mangwala and O.O. Ekabua: A Survey of Burst Assembly Algorithms for Optical Burst Switching (OBS), International Journal of Engineering and Technology Research Vol. 1, No. 7, August 2013

- [3] Vinod M. Vokkarane, Jason P. Jue, and Sriranjani Sitaraman: Burst Segmentation: An Approach For Reducing Packet Loss In Optical Burst Switched Networks,
- [4] Y. Chen, C. Qiao, X. Yu, Optical Burst Switching (OBS): A New Area in Optical Networking Research, Network, IEEE Volume:18 , Issue: 3, May-June 2004
- [5] Sajjad Waheed: Comparing optical packet switching and optical burst switching, Mawlana Bhashani Science and Technology University, Tangail, Daffodil international university journal of science and technology, volume 6, issue 2, july 2011
- [6] E.F. Burmeister, D.J. Blumenthal, J.E. Bowers: A comparison of optical buffering technologies, Electrical and Computer Engineering Department, University of California at Santa Barbara, 15 April 2007
- [7] K. Dolzer and C. Gauger: On Burst Assembly in Optical Burst Switching Networks – A Performance Evaluation of Just-Enough-Time, University of Stuttgart, Institute of Communication Networks and Computer Engineering, in: Proceedings of the 17th International Teletraffic Congress, Salvador, Brazil, September 24-28, 2001