

УДК: 621.391.1:519.8

## WDM-СИСТЕМЫ И СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Кан И.Е.<sup>1</sup>, Попова А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ДВГУПС-Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Россия, Хабаровск, e-mail: [oksana\\_oss@festu.khv.ru](mailto:oksana_oss@festu.khv.ru)

В данной статье рассматриваются WDM (Wavelength Division Multiplexing) системы в волоконной оптике, их последователи, представляющие собой CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) и DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) системы (технологии грубого и плотного спектрального уплотнения соответственно), а также скорости передачи данных в них. Рассмотрены условия и случаи наиболее рационального и выгодного применения данных технологий относительно масштабов и окружающей среды. Здесь затрагиваются плюсы использования данной системы перед другими системами на основе оптического волокна. Не малоизвестная масштабируемость сети и использование уже проложенных ранее линий связи без необходимости их полной замены. В статье рассматриваются цели, для которых необходимо увеличение скорости передачи данных. Как толчок к созданию самой прогрессивной из представленных систем мы рассматриваем появление эрбиевых усилителей (EDFA, Erbium Doped Fiber Amplifier), которые позволяют усиливать информационные каналы равномерно на разных длинах волн. Затрагивается вопрос о построении транспортного ядра сетей 5G. Также раскрываются основные причины, по которым на сегодняшний день не представляется возможным ещё большее увеличение скорости передачи данных без потери качества связи.

Ключевые слова: WDM, CWDM, DWDM, скорость передачи данных, дисперсия

## WDM SYSTEMS AND DATA TRANSMISSION SPEEDS

Kan I.E.<sup>1</sup>, Popova A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DVGUPS-Far Eastern State Transport University, Russia, Khabarovsk, e-mail:

[oksana\\_oss@festu.khv.ru](mailto:oksana_oss@festu.khv.ru)

This article discusses WDM (Wavelength Division Multiplexing) systems in fiber optics, their followers being CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) and DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) systems in density data transmission, respectively, and density multiplexing technologies. The conditions and cases of the most rational and profitable application of these technologies relative to scale and environment are considered. The advantages of using this system before other optical fiber systems are discussed here. Not a little-known network scalability and use of previously routed links without having to replace them completely. The article discusses the objectives for which an increase in data rate is needed. As a push to create the most progressive of the systems presented, we consider the emergence of Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA), which allow to amplify information channels evenly at different wavelengths. The question of the construction of

**the transport core of 5G networks is touched upon. The main reasons why to date it is not possible to increase the data rate even more without loss of communication quality are also disclosed.**

Keywords: WDM, CWDM, DWDM, data rate, variance

Технология WDM, она же спектральное уплотнение каналов, позволяет одновременно осуществлять передачу нескольких информационных каналов по одному физическому оптическому волокну, используя разные длины световых волн.

Первые WDM-системы были двухканальными с передачей на длинах волн 1310 и 1550 нм. Позже появились многоканальные решения: CWDM и DWDM, названия которых говорят о плотности расположения информационных каналов в оптическом спектре.

CWDM – технология грубого спектрального уплотнения, обеспечивающая передачу в диапазоне от 1260 до 1625 нм до 18 оптических каналов с шагом 20 нм между ними.

Таким образом, применение технологии грубого спектрального уплотнения целесообразно там, где требуется недорогое решение с небольшим расстоянием между абонентами, необходимая пропускная способность не превышает 10 Гбит/с на канал, а масштабирование системы в сторону существенного увеличения числа несущих не предусмотрено.

Мощный толчок развитию DWDM-систем дало появление эрбиевых усилителей (EDFA). Эрбиевый усилитель позволяет равномерно усилить информационные каналы на разных длинах волн как раз в том спектральном диапазоне оптического волокна, где затухание сигнала минимально.

Технология поддерживает скорости от 150 Мбит/с до 400 Гбит/с на одну длину волны. У ряда вендоров в активной разработке находятся 600-гигабитные решения.

Еще один тренд развития DWDM-систем задают крупнейшие центры обработки данных, которые подталкивают разработчиков и производителей оборудования вырабатывать новые технические решения для увеличения емкости существующих систем передачи по оптическим волокнам, что для операторов обозначает удешевление в пересчете на бит/с.

Новое направление, где в скором времени технология окажется востребованной, – агрегация и прозрачная передача трафика, критичного к задержкам. Так, транспортное ядро развивающихся сетей 5G будет, несомненно, построено по принципу DWDM.

На данный момент ещё большее увеличение скорости передачи данных для WDM (CWDM, DWDM) систем невозможно. Дело в том, что большая часть инсталлированной базы кабелей использует одномодовое оптоволокно, для которого дисперсия в окне прозрачности 1550 нм оказывается слишком высокой. В результате для эффективной передачи необходимо прокладывать либо отрезки кабеля с дисперсией противоположного знака, либо полностью новое волокно со смещенной ненулевой дисперсией (Non-Zero Dispersion Shifted Fiber --

NZDSF). Кроме этого, увеличение скорости передачи приводит к высокой плотности потока излучения на достаточно протяженных участках. Это, в свою очередь, вызывает нелинейные оптические эффекты, в результате которых искажается форма волны. Поэтому требуется время и усовершенствование технологий для того, чтобы найти путь увеличения скорости качественной передачи данных.

### **Список литературы:**

<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=580285>

<https://studfile.net/preview/4599854/page:21/>

<http://t8.ru/wp-content/uploads/2018/12/About-DWDM.pdf>

<https://nag.ru/articles/article/32160/mirovyie-rekordyi-po-skorosti-peredachi-informatsii.html>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Спектральное\\_уплотнение\\_каналов](https://ru.wikipedia.org/wiki/Спектральное_уплотнение_каналов)