**Тема 11. Перспективы развития систем и сетей инфокоммуникаций**

[11.1 Перспективы в развитии систем инфокоммуникаций, переход к полностью оптическим сетям инфокоммуникаций.](#_11.1_Перспективы_в)

[11.2 Тенденции в развитии инфокоммуникаций – создание глобальной информационной структуры, переход к информационному обществу.](#_11.2_Тенденции_в)

## *11.1 Перспективы в развитии систем инфокоммуникаций, переход к полностью оптическим сетям инфокоммуникаций.*

Основные перспективы современных систем инфокоммуникаций связаны с дальнейшими процессами конвергенции всех существующих сетей и систем инфокоммуникаций с тем, чтобы конечный пользователь мог получить практически любую инфокоммуникационную услугу с гарантированным качеством в любой точке планеты.

В последние годы четко прослеживается тенденция быстрого роста объемов трафика данных на телекоммуникационных сетях. Постепенно трафик данных становится доминирующим на сетях, что требует создания сетей связи с высокой пропускной способностью на базе коммутации пакетов. Одним из подходов к созданию таких сетей являются *полностью оптические сети – AON* (All-optical Networks).

Полностью оптические сети AON (All-optical Networks) представляют класс сетей, в функционировании которых главную роль при коммутации, мультиплексировании, ретрансляции играют не электронные (оптоэлектронные), а чисто оптические технологии.  
Полностью оптические сети претендуют на роль главенствующей сетевой технологии, способной обеспечивать гигантскую полосу пропускания как для сегодняшних, так и завтрашних сетевых информационных приложений. На протяжении последних нескольких лет в этой области ведутся интенсивные исследования, создается более совершенное оборудование (лазеры с перестраиваемой длиной волны, оптические волновые мультиплексоры WDM, широкополосные оптические усилители EDFA, оптические коммутаторы), строятся прототипы архитектур, вырабатываются стандарты. Среди фирм, которые наиболее активно ведут такие исследования, следует выделить: Lucent Technologies, Alcatel, Ericsson, Fujitsu, Hewlett Packard, NEC, NTT, Nortel, Siemens.

# *Основные определения и элементы*

Большинство оптических коммуникационных устройств и элементов, применяемых в AON, используют цифровую передачу сигнала с модуляцией интенсивности, при которой бинарной 1 соответствует передача света большой интенсивности, а бинарному 0 — передача света низкой интенсивности. Последнее связано с тем, что оптические усилители EDFA вносят дополнительный шум в усиление оптического сигнала. Ниже приведены основные устройства и элементы, применяемые в AON.

***Лазеры и светодиоды.*** В качестве источников излучения могут использоваться светодиоды и лазеры. Светодиоды рассчитаны на больший диаметр сердцевины волокна (многомодовые волокна), а лазеры лучше подходят для передачи сигнала по одномодовому волокну. Типичные значения спектральной полосы излучения составляют для светодиодов от 20 до 100 нм, для многомодовых лазерных диодов от 1 до 5 нм и для одномодовых лазерных диодов менее 0,1 нм. Потребляемая мощность для светодиодов — около 10 мВт, и порядка 1 мВт для лазерных диодов. Выпускаются как недорогие коммерческие pin-фотодиоды на основе InGaAsP, работающие на длине волны 1300 нм и обеспечивающие скорость передачи до 100 Мбит/с, так и специализированные лазеры с распределенной обратной связью (DFB), предназначенные для работы в окне 1550 нм и обеспечивающие скорость передачи до 10 Гбит/с.

***Волокно.*** Наибольшее распространение получили три типа одномодового волокна: одномодовое волокно со ступенчатым профилем (стандартное волокно, standard fiber, SF), волокно со смещенной дисперсией (dispersion shifted fiber, DSF), волокно с ненулевой смещенной дисперсией (non-zero dispersion shifted fiber, NZDSF), а также два типа градиентного многомодового волокна стандартов 50/125 и 62,5/125. В протяженных магистралях применяются исключительно одномодовые волокна из-за лучших дисперсионных характеристик. Для многоканальной мультиплексной передачи лучше всего подходит волокно типа NZDSF, а наименее удачным оказалось одномодовое волокно DSF. Использование многомодового волокна ограничено локальными сетями с характерными длинами сегментов до 2 км. В то же время в локальных сетях все чаще начинает использоваться, наряду с многомодовым, и одномодовое волокно, обеспечивающее более высокую полосу пропускания. Это связано с падением стоимости лазерных оптических передатчиков и возрастающим числом сетевых приложений, требующих большой полосы пропускания, которую может обеспечить только одномодовое волокно.

***Приемопередатчики.*** Выпускаются разнообразные приемо-передающие оптоэлектронные модули, предназначенные для сетей FDDI, Fast Ethernet (скорость передачи 100 Мбит/с, частота модуляции 125 МГц), АТМ (STM-1 155Мбит/с, частота модуляции 194 МГц), более быстрые для сетей STM-4 622 Мбит/с (частота модуляции 778 МГц) и Gigabit Ethernet (1000 Мбит/с, частота модуляции 1250 МГц), и еще более быстрые, предназначенные для передачи каналов STM-16 (2,5 Гбит/с), и, наконец, STM-64 (10 Гбит/с).

***Пассивные оптические мультиплексоры/демультиплексоры.*** В настоящее время выпускается огромное число устройств, от простых мультиплексоров и направленных ответвителей WDM, до сложных устройств, обеспечивающих плотное волновое мультиплексирование/демультиплексирование (DWDM) с числом каналов до 40 и более. Оптический мультиплексор собирает несколько простых сигналов разных длин волн из нескольких волокон в мультиплексный сигнал, распространяющийся по одному волокну. Демультиплексор выполняет обратную функцию и обеспечивает выделение каналов в отдельные волокна из сложного мультиплексного сигнала, представленного множеством каналов и идущего по одному волокну.

***Оптические усилители*** требуются в сетях при больших расстояниях между регенераторами. В полностью оптических сетях широкое распространение получили эрбиевые усилители EDFA, использующие лазер накачки с длиной волны 980 нм или 1480 нм. Работая в диапазоне от 1535 до 1560 нм, они могут обеспечивать усиление входного сигнала на 30-38 дБ в зависимости от его длины волны. Усилители EDFA не только заменили дорогостоящие оптоэлектронные системы регенерации оптического сигнала, но обеспечили возможность усиления многоканального WDM сигнала, сокращая число электронных регенераторов на протяженной оптической мультиплексной линии.

***Оптические коммутаторы*** выполняют в полностью оптических сетях ту же функцию, что и обычные электронные коммутаторы в традиционных сетях, а именно обеспечивают коммутацию каналов или коммутацию пакетов. Наряду с простейшим коммутатором 2х2 в настоящее время начали поставляться коммутаторы с числом портов 4х4, 8х8 и 16х16.

*Фильтры* предназначены для выделения одного нужного канала из множества мультиплексных каналов, распространяемых в волокне. Поскольку фотоприемники имеют обычно широкую спектральную область чувствительности, то фильтр необходим для того, чтобы подавить (ослабить) соседние каналы. Наряду с фильтрами, предназначенными для работы на определенной длине волны, выпускаются также фильтры с перестраиваемой длиной волны. Функции фильтра может выполнять оптический демультиплексор.

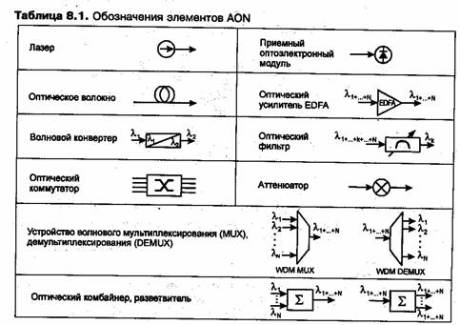
***Волновые конвертеры*** предназначены для преобразования одной длины волны в другую. Так, если информационный сигнал в подсети 1 был представлен каналом на длине волны, которая уже задействована в другой подсети — подсети 2, то волновой конвертер может преобразовать этот сигнал при переходе из подсети 1 в подсеть 2 на другую свободную в подсети 2 длину волны, обеспечив прозрачную связь между устройствами в разных подсетях. Общепринятые обозначения элементов полностью оптической сети приведены в таблице ниже

*Мультиплексорам DWDM* (в отличии от более традиционных WDM) присущи две отличительные черты:

• использование только одного окна прозрачности 1550 нм, в пределах области усиления EDFA (1530-1560 нм);

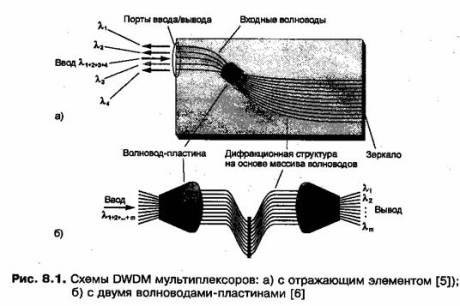
• малые расстояние Ал, между мультиплексными каналами (3,2 / 1,6 / 0,8 или 0,4 нм). Кроме этого, поскольку мультиплексоры DWDM рассчитаны на работу с большим числом каналов (до 32-х и более), то наряду с устройствами DWDM, в которых мультиплексируются (демультиплексируются) одновременно все каналы, допускаются также новые устройства, не имеющие аналогов в системах WDM и работающие в режиме добавления или вывода одного и более каналов в/из основного мультиплексного потока, представленного большим числом других каналов. Так как выходные порты/полюса демультиплексора закреплены за oп ределенными длинами волн, говорят, что такое устройство осуществляет пассивную маршрутизацию по длинам волн. Из-за малых расстояний между каналами и необходимости работы с большим числом каналов одновременно, изготовление мультиплексоров DWDM требует значительно большей прецизионности по сравнению с WDM мультиплексорами (использующими обычно окна прозрачности 1310 нм, 1550 нм или дополнительно область длин волн в окрестности 1650 нм). Также важно обеспечить высокие характеристики по ближним (коэффициент направленности) и дальним (изоляция) переходным помехам на полюсах DWDM устройства. Все это приводит к более высокой стоимости DWDM устройств по сравнению WDM.

Таблица 11.1 – Обозначения элементов AON

[](https://myblogtcs.files.wordpress.com/2012/03/image0011.jpg)

Типовая схема DWDM мультиплексора с зеркальным отражающим элементом показана на рис. 11.1 а. Рассмотрим его работу в режиме демультиплексирования. Приходящий мультиплексный сигнал попадает на входной порт. Затем этот сигнал проходит через волновод- пластину и распределяется по множеству волноводов, представляющих дифракционную структуру AWG (arrayed waveguide grating). По-прежнему сигнал в каждом из волноводов остается мультиплексным, а каждый канал (p„p„… ) остается представленным во всех волноводах. Далее происходит отражение сигналов от зеркальной поверхности, и, в итоге, световые потоки вновь собираются в волноводе-пластине, где происходит их фокусировка и интерференция — образуются пространственно разнесенные интерференционные максимумы интенсивности, соответствующие разным каналам. Геометрия волновода-пластины, в частности, расположение выходных полюсов, и длины волноводов структуры AWG рассчитываются таким образом, чтобы интерференционные максимумы совпадали с выходными полюсами. Мультиплексирование происходит обратным путем.  
Другой способ построения мультиплексора базируется не на одной, а на паре волноводов пластин (рис. 11.1 б). Принцип действия такого устройства аналогичен предыдущему случаю за исключением того, что здесь для фокусировки и интерференции используется дополнительная пластина.

DWDM мультиплексоры, являясь чисто пассивными устройствами, вносят большое затухание в сигнал. Например, потери для устройства (рис. 11.1 а), работающего в режиме демультиплексирования составляют 10-12 дБ, при дальних переходных помехах ( — 20 дБ, и полуширине спектра сигнал 1 нм, (по материалам Oki Electric Industry).

[](https://myblogtcs.files.wordpress.com/2012/03/image002.jpg)

**Рисунок 11.1 – Схемы DWDM мультиплексоров:**

**а) с отражающим элементом; б) с двумя волноводами-пластинами**

 Пространственное разделение каналов и стандартизация DWDM

Самым важным параметром в технологии плотного волнового мультиплексирования бесспорно является расстояние между соседними каналами. Стандартизация пространственного расположения каналов нужна, уже хотя бы потому, что на ее основе можно будет начинать проведение тестов на взаимную совместимость оборудования разных производителей. Сектор по стандартизации телекоммуникаций ITU-Т утвердил частотный план DWDM с расстоянием между соседними каналами 100 ГГц (∆λ= 0,8 нм), (табл. 11.2). В то же время дебаты продолжают идти вокруг принятия частотного плана с еще меньшим расстоянием между каналами 50 ГГц (∆λ = 0,4 нм). Без понимания того, какие ограничения и преимущества имеет каждый частотный план, операторы связи и организации, планирующие наращивание пропускной способности сети, могут столкнуться со значительными трудностями и излишними инвестициями.

## *11.2 Тенденции в развитии инфокоммуникаций – создание глобальной информационной структуры, переход к информационному обществу.*

Современный этап развития мировой цивилизации характеризуется переходом от *индустриального к информационному обществу*, предполагающим наличие новых форм социальной и экономической деятельности, которые базируются на массовом использовании информационных и телекоммуникационных технологий.

Технологической основой информационного общества является *Глобальная Информационная Инфраструктура*[Global Information Infrastructure, GII], которая должна обеспечить возможность доступа к информационным ресурсам каждого жителя планеты без дискриминации. Информационную инфраструктуру составляет совокупность баз данных, средств обработки информации, взаимодействующих сетей связи и терминалов пользователей. Доступ к информационным ресурсам в GII реализуется посредством услуг связи нового типа, получивших название услуг Информационного общества или *инфокоммуникационных услуг*.

Наблюдаемые в настоящее время высокие темпы роста объемов предоставления инфокоммуникационных услуг позволяют прогнозировать их преобладание на сетях связи в ближайшем будущем. На сегодняшний день развитие инфокоммуникационных услуг осуществляется, в основном, в рамках компьютерной сети Internet, доступ к услугам которой осуществляется через традиционные сети связи. В то же время в ряде случаев услуги Internet, ввиду ограниченных возможностей её транспортной инфраструктуры, не отвечают современным требованиям, предъявляемым к услугам информационного общества. В связи с этим развитие инфокоммуникационных услуг требует решения задач эффективного управлении информационными ресурсами с одновременным расширением функциональности сетей связи. В свою очередь, это стимулирует процесс интеграции Internet и сетей связи.