

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ БАЗОВОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ И СЕТИ ДОСТУПА

THE EVOLUTION OF CORE AND ACCESS
TRANSPORT NETWORKS

Н.Л. Бирюков

ГП "УНИИС" (Киев, Украина)

*Региональный форум по развитию МСЭ-D для региона
Европы и СНГ*

***"Сети последующего поколения (NGN)
и широкополосная связь"***

Молдова, Кишинев, 04-06.05.2010

1

План

1. Транспортные сети и сети доступа
2. Основные движущие силы развития сетей
3. Транспортные сети в условиях перехода к NGN: достоинства и проблемы
4. Взгляд в будущее: что будет после NGN?
5. Заключение

2

Телекоммуникационные сети постоянно находятся в процессе эволюции, следуя за возрастающим спросом на разнообразные услуги связи и новыми техническими решениями. При этом на любом историческом этапе важнейшую роль играет **транспортная сеть**, задача которой – создание качественной и надежной инфраструктуры для передачи информации.

3

ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ *(Transport Network)*

Функции транспортной сети делятся на две группы:

- **основные (транспортные) функции** – непосредственно транспортная сеть, обеспечивающая передачу информации из одного пункта в другой
- **вспомогательные функции** - сети поддержки, которые выполняют функции управления, синхронизации, энергообеспечения и т.д.

4

ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ (Transport Network)

Функции транспортной сети делятся на две группы:

основные (транспортные) функции – непосредственно транспортная сеть, обеспечивающая передачу информации из одного пункта в другой (**G.803, G.805, G.806**)

• **вспомогательные функции - сети поддержки**, которые выполняют функции управления, синхронизации, энергообеспечения, технического обслуживания и т.д.

• Согласно концепции NGN – есть 2 уровня: **транспортный и услуг** (**Y.2011**)

Режимы передачи информации:

Transportation mode

Синхронный режим передачи (СРП):

- ИКМ
- ПЦИ
- СЦИ, SONET, NG-SDH
- ЦАТС КК, MSC 2G

Особенности СРП:

Постоянная скорость передачи
Циклическая передача сигнала
Ориентирован на соединение

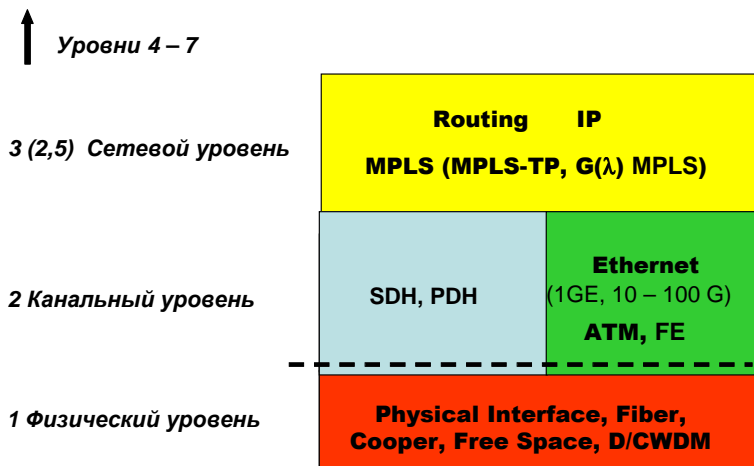
Асинхронный режим передачи (АРП):

- ATM, Frame Relay, X.25
- Ethernet (10, FE, GbE, 10 GbE)
- IP (TCP/IP)
- MPLS... IP/MPLS

Особенности АРП:

Переменная скорость передачи
Произвольная передача пакетов
Не ориентирован на соединение

С позиций “классической” семиуровневой модели ВОС (OSI), транспортная сеть работает на двух нижних уровнях – 1-м (физическом) и 2-м (канальном).



7

СЕТЬ ДОСТУПА (Access Network, Access Network Transport – ANT) –

сеть, обеспечивающая транспортные функции (т.е. перенос информации) на участке между пользователем (абонентом) и обслуживающим узлом (пунктом предоставления услуг) (G.902).

В современных сетях фрагменты сети доступа и базовой (транспортной) сети могут находиться в одном кабеле, использовать соседние тракты одной системы передачи, переносить одинаковую информацию, и единственное, но определяющее отличие заключается в том, между какими точками подключения исполняются одни и те же функции.

8

Движущие силы (факторы) развития транспортных сетей:

- Технологические
- Экономические
- Концептуальные, регуляторные

9

Примеры

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ

- **Ведущие факторы (underlying reason):** электроника, микроэлектроника, квантовая/оптическая электроника, биоэлектроника, наноэлектроника, пропускная способность физических сред и т.д.
- **Следствия (secondary, driven reasons):** миниатюризация систем передачи, повышение надежности, повышение удельного веса программного продукта, уменьшение срока разработки, сокращение периодов смен технологий из-за “морального старения”, процессы интеграции оборудования, конвергенция (сближение) сетевых функций оборудования

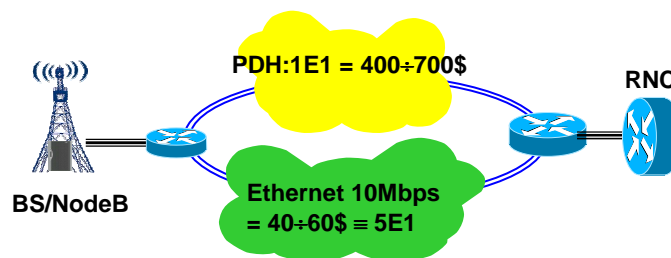
10

Примеры

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ

Эффективность новых технологий в первую очередь выражается в их экономических показателях: меньшей себестоимостью, скоростью возвращения инвестиций и т.д.

Пример подключения БС по двум вариантам



11

Примеры

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ

- Создание глобальных сетей, систем и инфраструктур (GII, Intelligent Network, ISDN, B-ISDN, “All over ATM”, “All Optical Network”, FTTx, NGN, “All over IP”, ...)
- доведение любых услуг требуемого качества до каждого абонента в любом месте (за приемлемую плату)[GII¹⁾]

¹⁾ Global Information Infrastructure

12

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ:

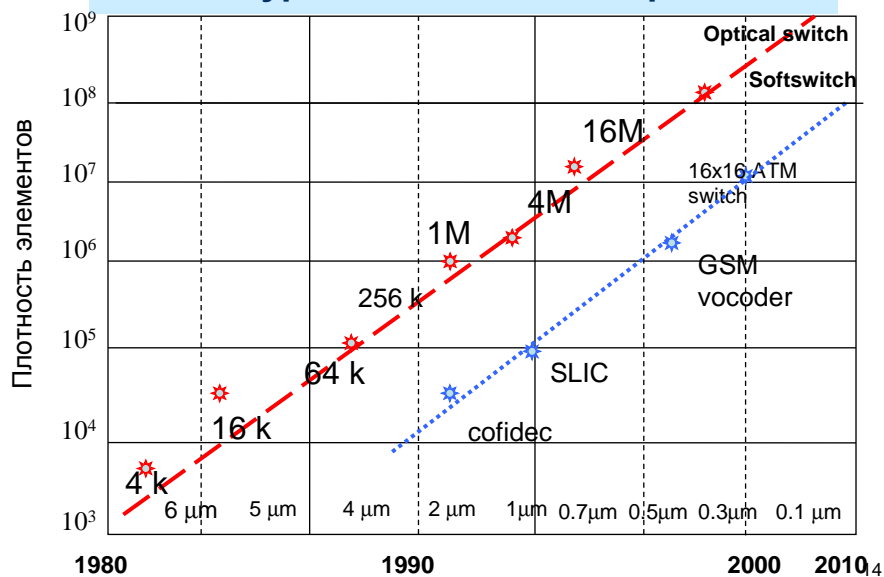
“Основной закон” микроэлектроники:

- **Закон Мура:** степень интеграции микросхем удваивается каждые 1,5 года (за ~ последние 45 лет наблюдения число транзисторов выросло 1 млрд. раз; на 1 см² ~ 1Тбайт)
- Есть сомнения, что закон перестаёт действовать уже из-за атомарных ограничений и влияния скорости света, но:
 - в области нанотехнологий объем памяти на единицу площади может увеличиться в 150 тыс раз.
 - Уже добились размещения объема информации в 500 терабайт, записанных на одном квадратном дюйме, в текущей технологии на аналогичном пространстве умещалось лишь 3.3 Гбайта информации.
- **В 2010 создан проводник толщиной в несколько атомов¹⁾:** на поверхности никелевого кристалла выращивался графен — двумерный кристалл атомов углерода толщиной в один атом. Перспектива: дальнейшая миниатюризация и сохранения в силе «закона Мура»

¹⁾ Иван Олейник и Мэтиас Батзилл, Южнофлоридский университет, США

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ:

Закон Мура: следствия - микросхемы



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ:

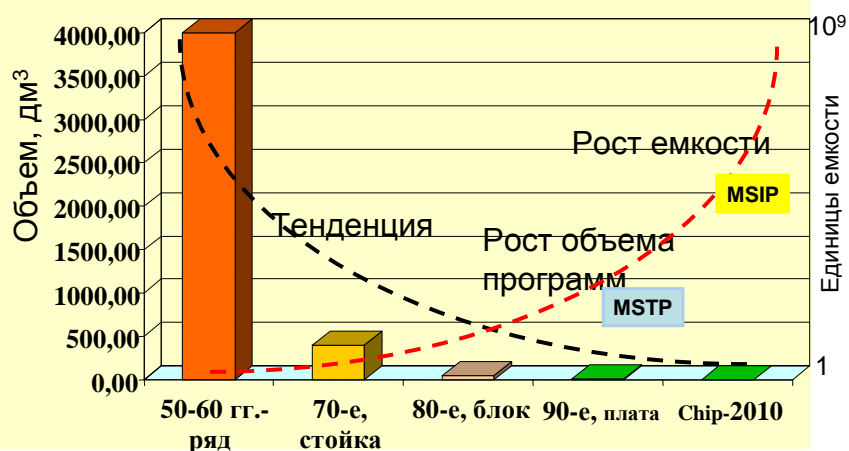
Темпы развития информационных технологий: (в периодах обновления/смены)

- Программное обеспечение – 0,5 года
- Аппаратный парк – 1÷2 года
- Концепции – 4 ÷ 5 лет → 3 года
- Быстродействие растет примерно на 22 % каждый год

15

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ:

Миниатюризация систем передачи



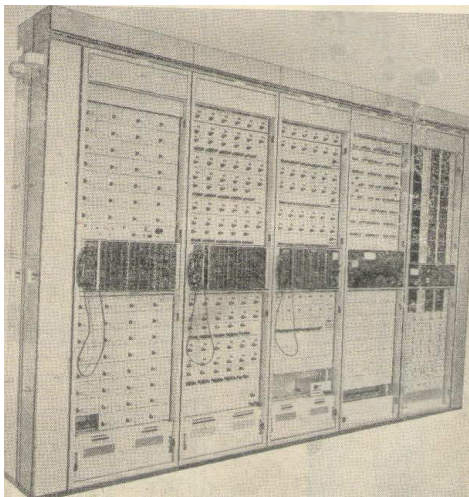
16

MSTP: Multi-Services Transport Platform / MSIP: Multi-Services IP Platform

Из истории транспортных сетей: примеры

1960 – 1970

СТОЙКА (ШКАФ) ЛИНЕЙНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ К-60П
И СТАНЦИЯ V-60E



17

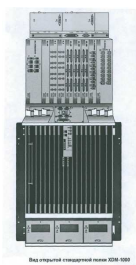
Из истории транспортных сетей: примеры

1990 – 2000

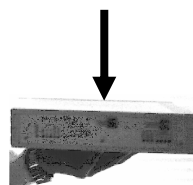
Платформа DWDM + SDH/SONET (8
STM-64/OC-192/1+1) в сравнении со
стойкой K-60п



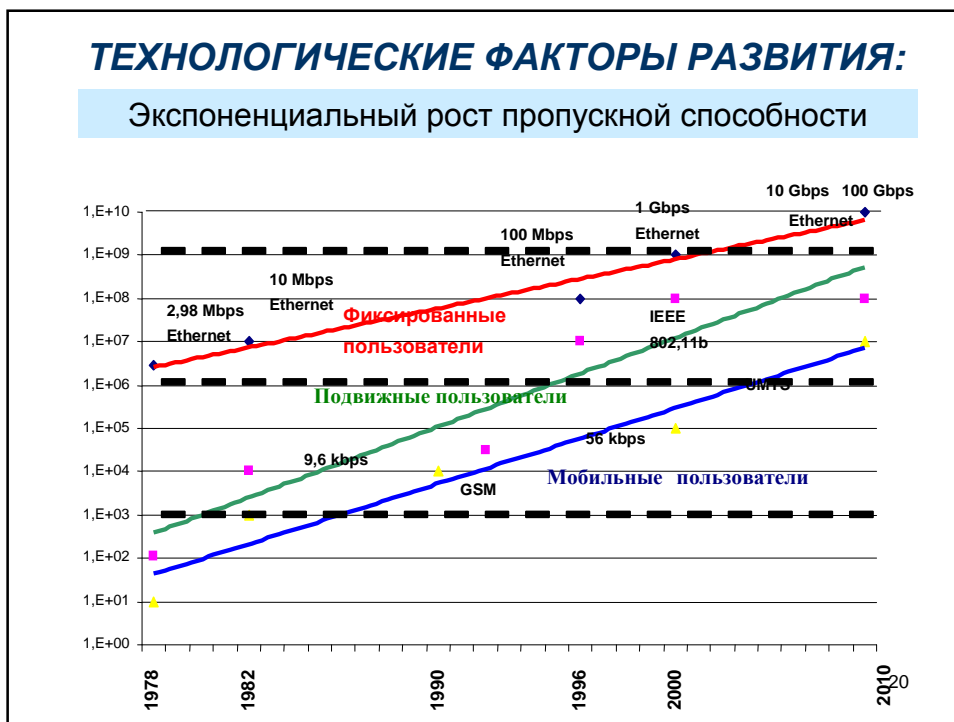
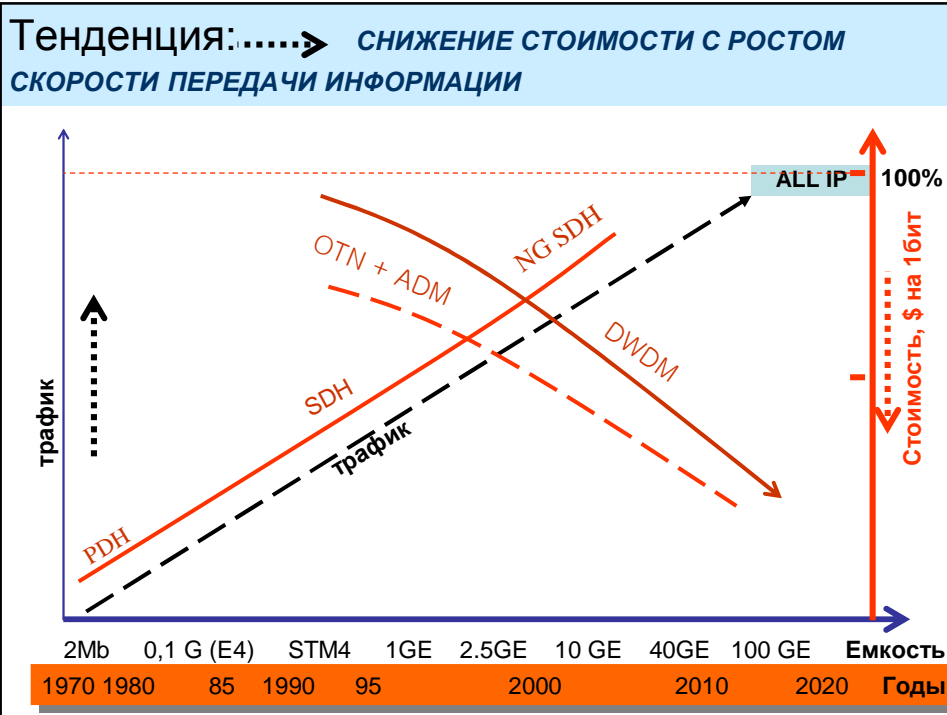
Плата мультиплексора-транспондера на
4 порта 2,5 Гбит/с



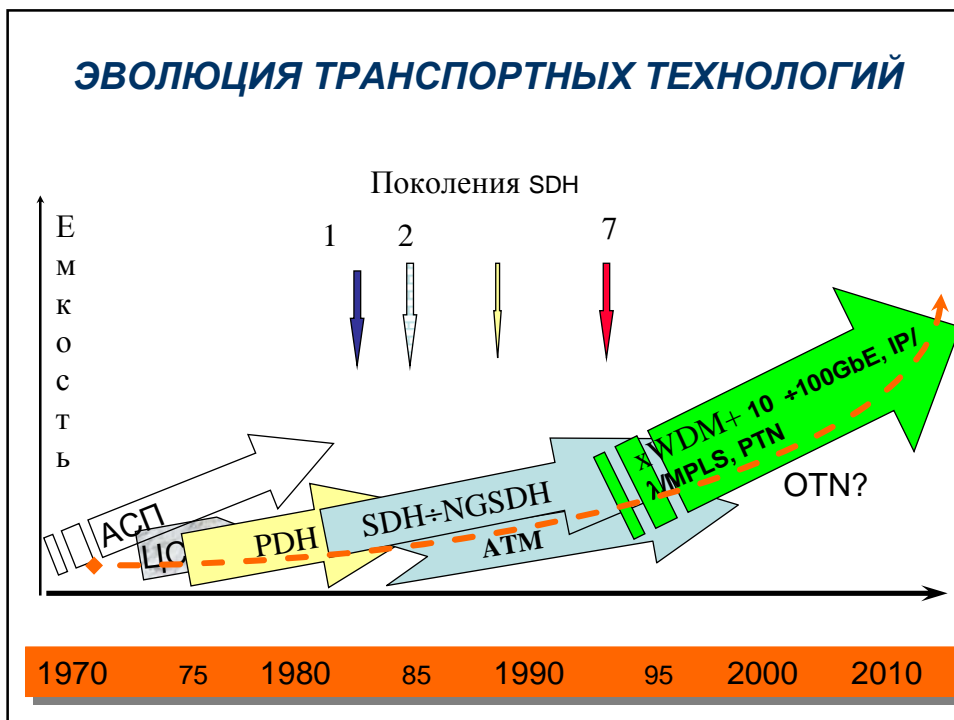
Мультиплексор
8-16 E12 + Ethernet 10/100
Мбит/с



18



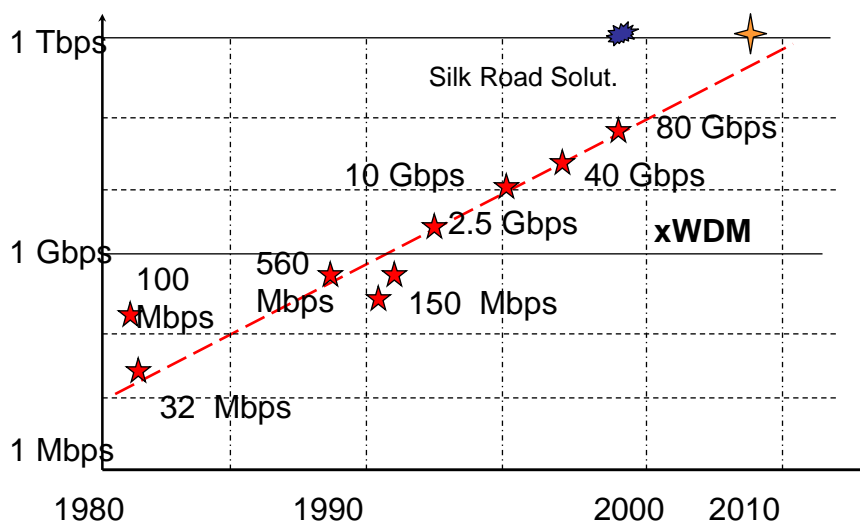
ЭВОЛЮЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ:

Освоение пропускной способности волокна (2010)

The growth of the implementation of the fiber-optic capacity



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ:

Пропускная способность оптического волокна

Согласно прогнозам, вскоре пропускная способность используемых на сегодняшний день оптических волокон может достигнуть своего физического предела – 100 Тбит/с (см. следующий слайд).

Ограничения пропускной способности волокна обусловлены:

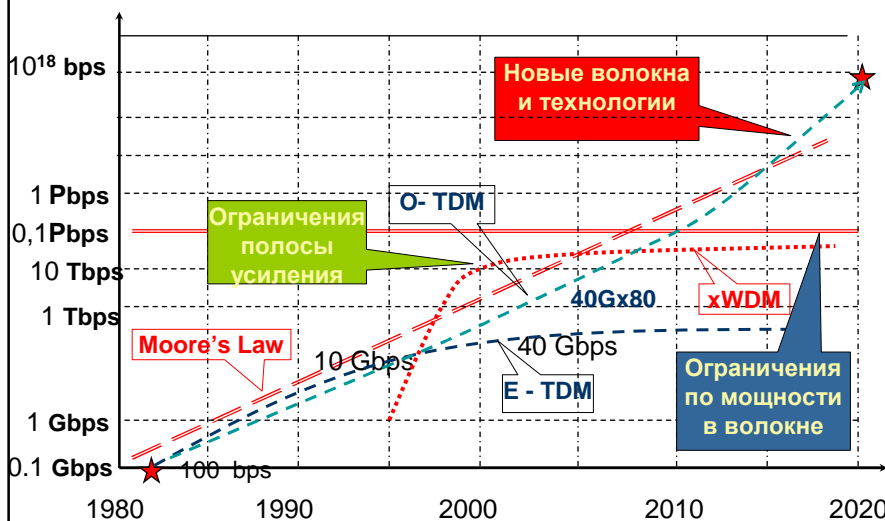
- предельно допустимыми значениями передаваемой мощности (это критично, в частности, при сплавлении волокон);
- ограниченной полосой пропускания оптических усилителей;
- предельно допустимыми значениями потребляемой мощности (особенно в подводных системах передачи)

Источник: Т.Morioka, Y.Awaji *Challenging barriers of optical telecommunications infrastructure – Initiatives of the EXAT Study Group – New Breeze, No.1, 2010 – p. 5-6*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ:

Освоение пропускной способности волокна (продолжение)

Источник: [Masataka Nakazawa *Challenging Limitations of Optical Communications Infrastructure – New Breeze, No.1, 2010 – p. 3-4*]



Транспортные сети в условиях перехода к NGN

В настоящее время в сфере телекоммуникаций происходят фундаментальные изменения, в основе которых лежит разделение транспортных функций и функций предоставления услуг.

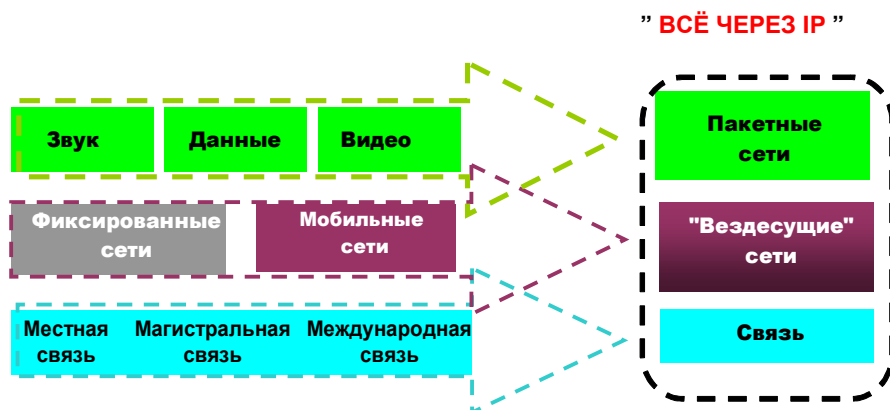
конвергенция технологических платформ, методов передачи информации, средств вещания и компьютерных сетей

формирование *единой сетевой инфраструктуры*, поддерживающей многочисленные услуги и приложения

25

Транспортные сети в условиях перехода к NGN

Горизонтальная интеграция современных сетей связи (от ТФОП к сети Интернет)



[Источник: Проект отчета Генерального секретаря МСЭ г. Туре на 4-м Всемирном форуме по вопросам политики в области электросвязи]

26

Транспортные сети в условиях перехода к NGN
ЧТО ПРОИСХОДИТ В ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ?

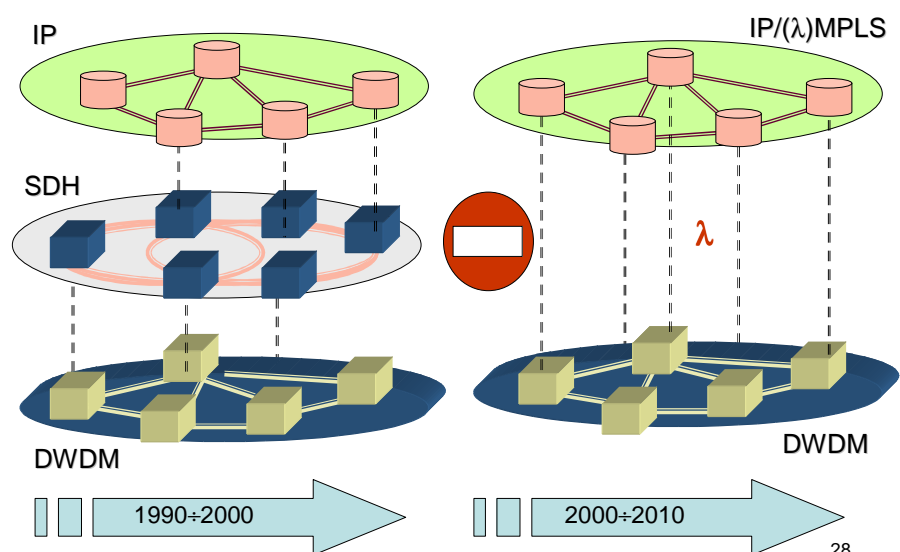
- Вытеснение с канального уровня технологии SDH
- Популярное сочетание технологии WDM на физическом уровне и пакетных технологий (Ethernet и/или MPLS) на канальном/сетевом уровне
- Развитие концепции полностью оптической транспортной сети – OTN

Типовые “технологические цепочки”

IP → ATM → SDH → WDM → OF } ➔ **БЫЛО**
 IP → MPLS → SDH → WDM → OF } ➔ **БЫЛО**
 IP/MPLS → Ethernet → WDM → OF ➔ **ЕСТЬ**
 IP/MPLS → WDM (OTN?) → OF ➔ **БУДЕТ?**

Примечание: OF (Optical Fiber) – оптическое волокно (слой физической среды передачи) 27

**Основные тенденции: пример
 “вытеснение” технологии SDH**



Транспортные сети в условиях перехода к NGN

Пакетные технологии с *асинхронным режимом передачи АРП* (IP, Ethernet, MPLS) уже сегодня значительно “потеснили” традиционные сети с *синхронным режимом передачи СРП* (ПЦИ, СЦИ) не только на участке доступа и городских сетях, но и на магистральных направлениях

Современные пакетные сети ориентируются на передачу всех видов трафика (речь, данные и видео – “Triple Play”). Это позволяет операторам расширить спектр предоставляемых услуг

Происходят радикальные изменения структуры рынка, инвестиционной и технической политики операторов, а также приоритетов деятельности стандартизирующих органов (МСЭ-Т, ETSI, IEEE, IETF и др.)

Транспортные сети в условиях перехода к NGN

ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Рост трафика “точка - точка”	⇒	Дефицит сетевых ресурсов
Слияние сетей	⇒	Сложность локализации повреждений
Все услуги через IP	⇒	Сложность маршрутизации и передачи
Вытеснение СЦИ	⇒	Трудности резервирования, обслуживания и сопровождения трафика

Транспортные сети в условиях перехода к NGN

Новый статус накладывает на пакетные транспортные технологии дополнительные требования, поскольку, выйдя на магистральный уровень, эти технологии должны обеспечить качество передачи на уровне сетей предыдущего поколения.

Совокупность этих требований формирует популярное сегодня понятие “уровня сетей операторского класса”. Этому уровню должна соответствовать любая транспортная технология, претендующая на лидирующие позиции в телекоммуникационных сетях.

31

Транспортные сети в условиях перехода к NGN

Основная тенденция стандартизации МСЭ:

доведение перспективных технологий пакетной передачи (Ethernet и MPLS) до уровня сетей «операторского класса»



32

Транспортные сети в условиях перехода к NGN

Основные технологии, претендующие на ведущую роль в транспортных сетях операторского класса

- транспортная платформа MPLS-TP (MPLS Transport Profile)
- различные разновидности “Ethernet операторского класса” (примерами могут служить технология PBB-TE компании Nortel, технические решения компании Huawei и др.)
- концепция полностью оптической транспортной сети – OTN

Все эти технологии, еще находящиеся в процессе стандартизации, призваны приблизить качественные показатели, а также механизмы управления и технической эксплуатации новых пакетных сетей к высоким стандартам традиционных сетей SDH

33

ТРАНСПОРТ В СЕТЯХ ДОСТУПА в условиях перехода к NGN

Все перечисленные тенденции в той или иной мере характерны и для сетей доступа.

С переходом к сетям NGN все больше стирается грань между базовой транспортной сетью и сетью доступа. Часто на участке доступа используются те же технологии и технические решения, что и на городских и магистральных сетях (примером может служить популярная технология Ethernet).

Что касается решений, ориентированных именно на сети доступа, то здесь на первый план выходят оптический доступ (технология PON), а также различные методы радиодоступа.

34

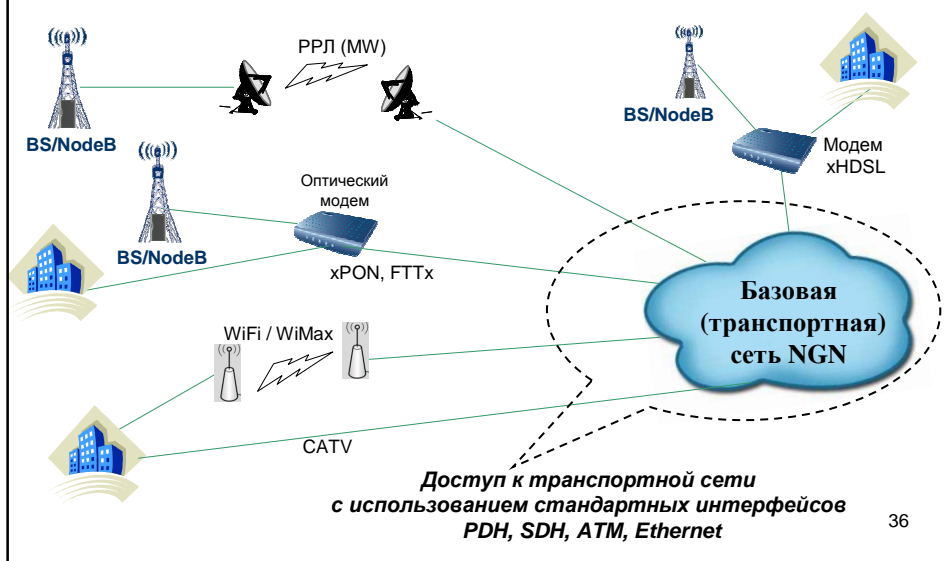
ТРАНСПОРТ В СЕТЯХ ДОСТУПА в условиях перехода к NGN

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТУПА

	<i>В помещении пользователя (CPN)</i>	<i>В сети доступа (ANT)</i>			
Фиксированная связь (Fixed)		xDSL	xPON	FTTx	CATV
		Ethernet (FE, GE, 10GE)			
		Cable Distribution Network Power Line Transmission (PLT)			
Мобильная связь (Mobile)		2G (GSM)		3G (UMTS, CDMA-2000)	
		WLAN / WiFi (IEEE 802.11)			
		WiMax (IEEE 802.16)			
		Satellite Systems		Microwave (MW)	

ТРАНСПОРТ В СЕТЯХ ДОСТУПА в условиях перехода к NGN

ПРИМЕРЫ СЦЕНАРИЕВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТУПА



ТРАНСПОРТ В СЕТЯХ ДОСТУПА в условиях перехода к NGN

Процессы стандартизации транспорта в сетях доступа (ANT) координирует ИК-15 МСЭ-Т (Рабочая группа WP 1/15):

<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/ant>

В настоящее время действуют следующие документы:

- **TD 160 (PLEN/15) ANT Standards Work Plan** (issue 16, October 2009) – Рабочий план стандартизации ANT: в документе освещается текущее состояние стандартизации ANT, включая актуальные задачи, “белые пятна”, “перекрытие” стандартов, взаимодействие между различными органами стандартизации.
- **TD 159 (PLEN/15) ANT Standards Overview** (issue 18, October 2009) – Обзор стандартов ANT: документ содержит базовые сценарии организации доступа и перечень существующих стандартов, разработанных различными организациями (ITU, ETSI, ANSI, ATMF, EIA/TIA, ISO/IEC, ...) для реализации каждого сценария.

37

Взгляд в будущее: что же будет “после NGN” ?

Концепция NGN в ее сегодняшнем виде вовсе не является конечной точкой развития телекоммуникационной инфраструктуры.

Исследования и разработки в области транспортных технологий и сетей продолжают.

Примерами могут служить проекты японских ученых:

- NWGN (New generation network);
- EXAT (EXtremely Advanced Transmission).

38

Взгляд в будущее: что же будет “после NGN” ?

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК:

- фотонные сети;
- сети датчиков;
- усовершенствование IP-адресации;
- создание удобной в использовании и надежной системы управления сложными и динамически изменяющимися функциями сети;
- новые технологии оптической передачи (SDM – Space Division Multiplexing, MDM – Mode Division Multiplexing, MIMO – many inputs, many outputs);
- ...

Источники:

Tomonori Aoyama A New Generation Network: Beyond the Internet and NGN, IEEE Communication Magazine, vol. 47, no. 5, May 2009, pp. 82-87.

T.Morioka, Y.Awaji Challenging barriers of optical telecommunications infrastructure – Initiatives of the EXAT Study Group – New Breeze, No.1, 2010 – p. 5-6

Заключение

СОВРЕМЕННЫМ ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ ХАРАКТЕРНЫ:

- 1) Тенденция к упрощению, то есть исключению “лишних” звеньев из технологической цепочки передачи информации (в частности, вытеснение технологий с синхронным режимом передачи – PDH и SDH).
- 2) Обеспечение требований “сети операторского класса” на всех уровнях транспортной сети.
- 3) Полный переход на пакетную передачу – принцип “All-IP”.

Благодарю за внимание

Thank you for attention!

Дякую за увагу!

Бирюков Николай Леонидович

к.т.н., с.н.с., начальник научного отдела Украинского
НИИ связи

Nickolay Biriukov, Ph.D.

Ukrainian Research Institute of Communications, SE

tel/fax (+380 44) 248 87 18, *mob.* (+380 50) 356 55 47

e-mail: nlbir@mail.ru, nlbir@undiz.kiev.ua