

Мультисервісні мережі абонентського доступу

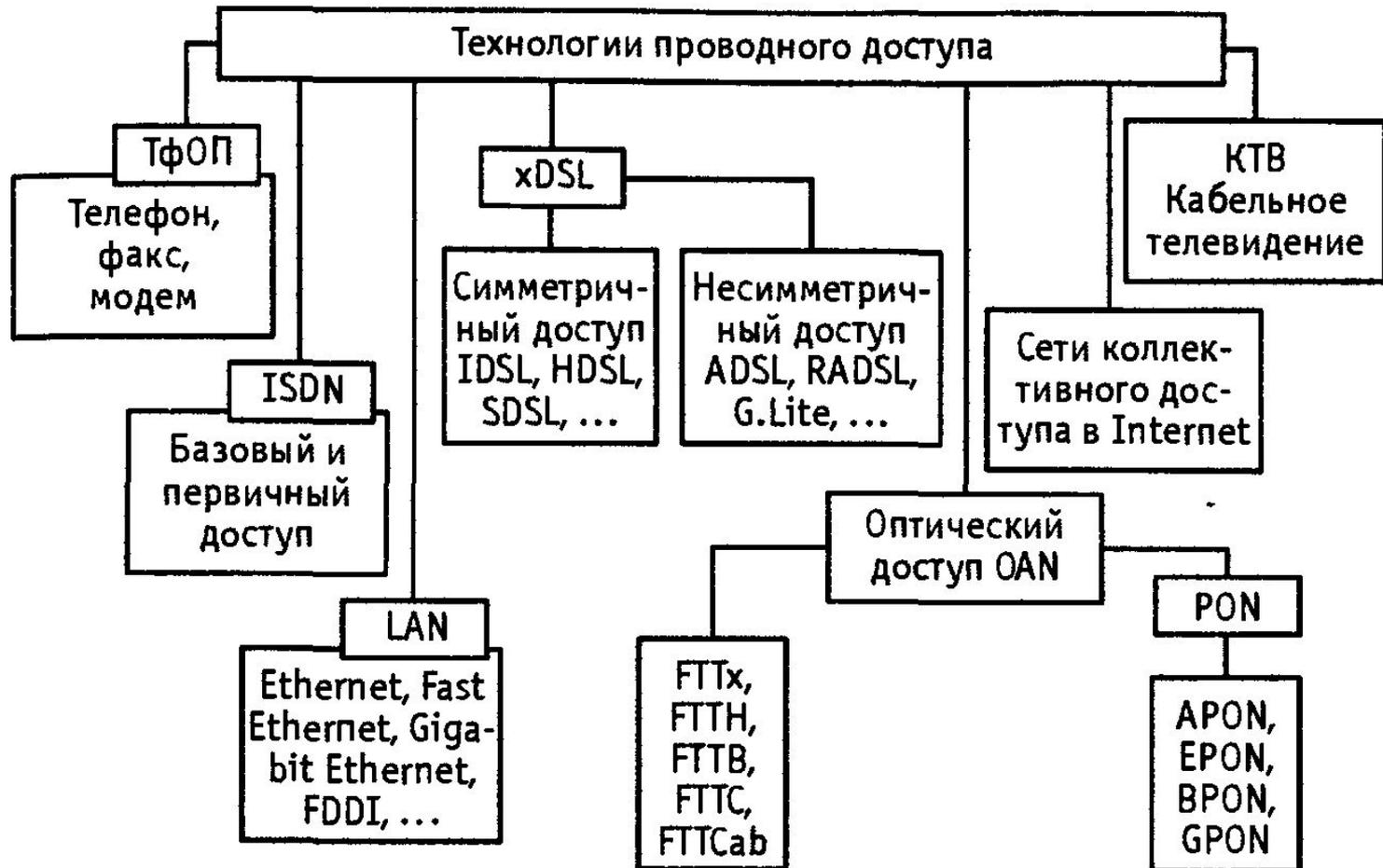
Лекція 6. Мережі доступу на основі xDSL-ліній

Доцент кафедри телекомунікаційних систем

к.т.н. Гаттуров Виктор Кавич

Київ - 2012

Классификация технологий проводного доступа



Распределение линий ШПД по технологиям

Тип технологии	Q1 2004	Q1 2006	Q1 2008	Q3 2010	Q4 2010
DSL	60,7	66	64,74	63,41	63,36
Кабельные модемы	32	24	21,66	20,40	20,34
FTTx	7,1	9	11,45	13,23	13,82
Прочие	0,2	1	2,16	2,96	2,48

Предпосылки и движущие силы технологии xDSL

- **Потребность для представителей малого бизнеса и частных пользователей в передаче больших объемов разнообразного вида трафика при ограниченных возможностях оплаты стоимости доступа к сети;**
- **Большое количество медных кабельных линий, практически охватывающих всех пользователей и первоначально использовавшихся для телефонии по принципу одна линия – один телефон;**
- **Стремительно возрастающая стоимость медного кабеля и нарастающая сложность и стоимость его прокладки;**
- **Высокий уровень развития технологий формирования и обработки цифровых сигналов**

Разновидности xDSL

- **IDSL (integrated services DSL)** – доступ к услугам ISDN в формате 2B+D по одной паре, скорость: $2 \times 64 + 16 + 16 = 160$ кбит/с (передача данных – до 144 кбит/с) – модуляция 2B1Q;
- **HDSL (High speed DSL)** – первоначально - как дальнейшее развитие доступа к ISDN в формате 3B+D, симметричная передача данных по 2 парам проводов со скоростью 2048 кбит/с – модуляция 2B1Q/CAP;

Разновидности xDSL

- **SDSL (Single pair DSL) – E1 по одной паре – модуляция CAP;**
- **G.SHDSL (Single pair High speed DSL) – до 2304 кбит/с по одной паре - модуляция TC PAM 16;**
- **G.SHDSL bis – до 5,7 Мбит/с по одной паре - модуляция TC PAM 32;**

Разновидности xDSL

- **ADSL (Asymmetric DSL) – высокоскоростной доступ в Интернет (uplink – 0,64 – 1,5 Мбит/с; downlink – 1,5 – 8Мбит/с) – модуляция DMT;**
- **ADSL lite (uplink – до 512кбит/с; downlink – до 1,5Мбит/с);**
- **ADSL2/ADSL2+ - это ADSL со скоростью downlink до 12/24Мбит /с;**

Разновидности xDSL

- **R-ADSL (Rate Adaptive DSL);**
- **VDSL/VDSL2 (Very high speed DSL)- (uplink – 1,5 – 2,3Мбит/с; downlink – 13 – 52Мбит/с на расстояние от 300м до 1,3км);**
- **Reach DSL – фирменная технология DSL повышенной дальности от компании PARADYNE.**

Стандарты технологии xDSL

ITU-T: www.itu.int/rec/T-REC/e:

- G.960 G.961 (ISDN);
- G.991.1 (HDSL);
- G.991.2 (G.shdsl, G.shdsl.bis);
- G.992.1 (G.dmt);
- G.992.2 (G.lite);
- G.992.3 G.992.5 (ADSL2/ADSL2+);
- G.993.1 G.993.2 (VDSL/VDSL2).

ANSI: www.ansi.org,

ETSI: www.etsi.org,

DSL Forum: www.adsl.com

Технические принципы xDSL

- Многопозиционные линейные сигналы с целью обеспечения большей скорости передачи в ограниченной полосе медной линии;
- Предыскажения линейного сигнала с целью его согласования с импульсной характеристикой линии;
- Эхокомпенсация с целью подавления отраженного сигнала;
- Ассиметричные спектры направлений передачи и приема с целью уменьшения переходных помех;

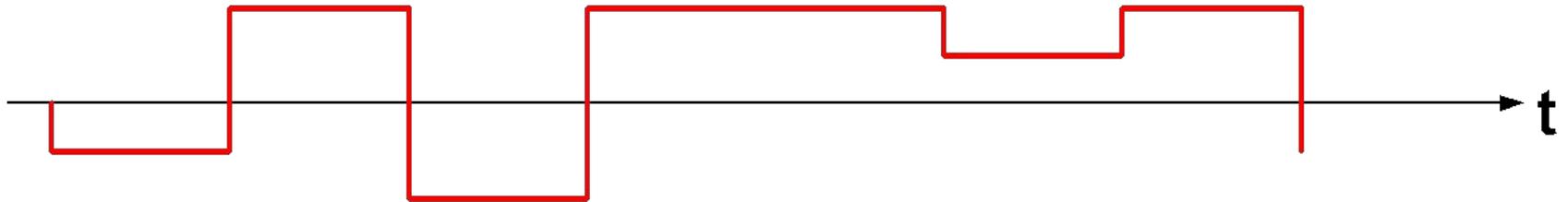
Технические принципы xDSL

- Скремблирование цифровых потоков с целью исключения длинных серий единиц, нулей и периодических последовательностей;
- Перемежение символов с целью уменьшения количества пораженных пакетов;
- Сверточное (решетчатое) и блочное кодирование с целью повышения помехоустойчивости.

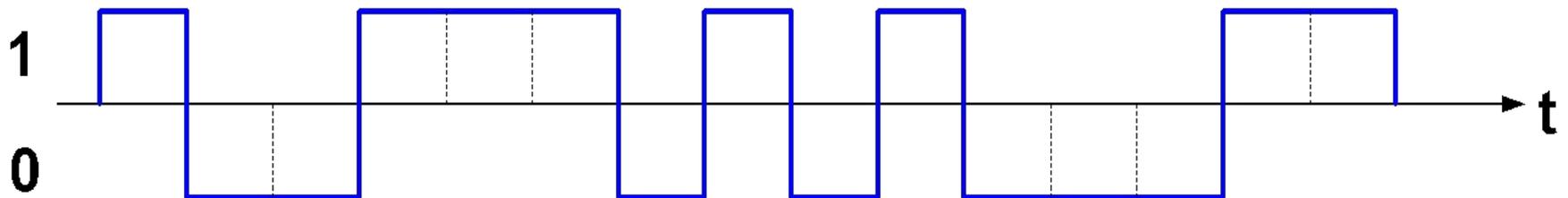
Методы модуляции/линейного кодирования xDSL

Обозначение	Описание	Применение
2B1Q (PAM 4)	2 Bits 1 of Quarto (Pulse Amplitude Modulation with 4 levels)	HDSL
CAP 64 CAP 128 CAP 256	Carrier less Amplitude Phase modulation with 64, 128 or 256 signal points	SDSL, MSDSL
TC PAM 16 TC PAM 32	Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation with 16/32 levels	G.SHDSL G.SHDSL.bis
DMT	Discrete Multi -Tone	ADSL, VDSL

Линейное кодирование 2В1Q (РАМ4)



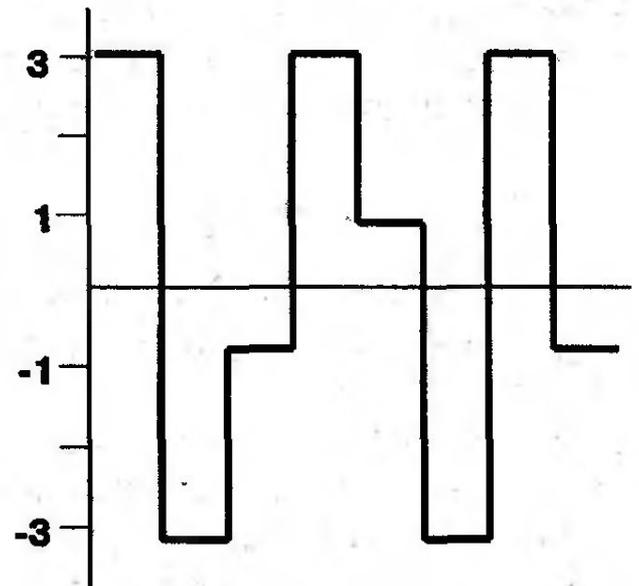
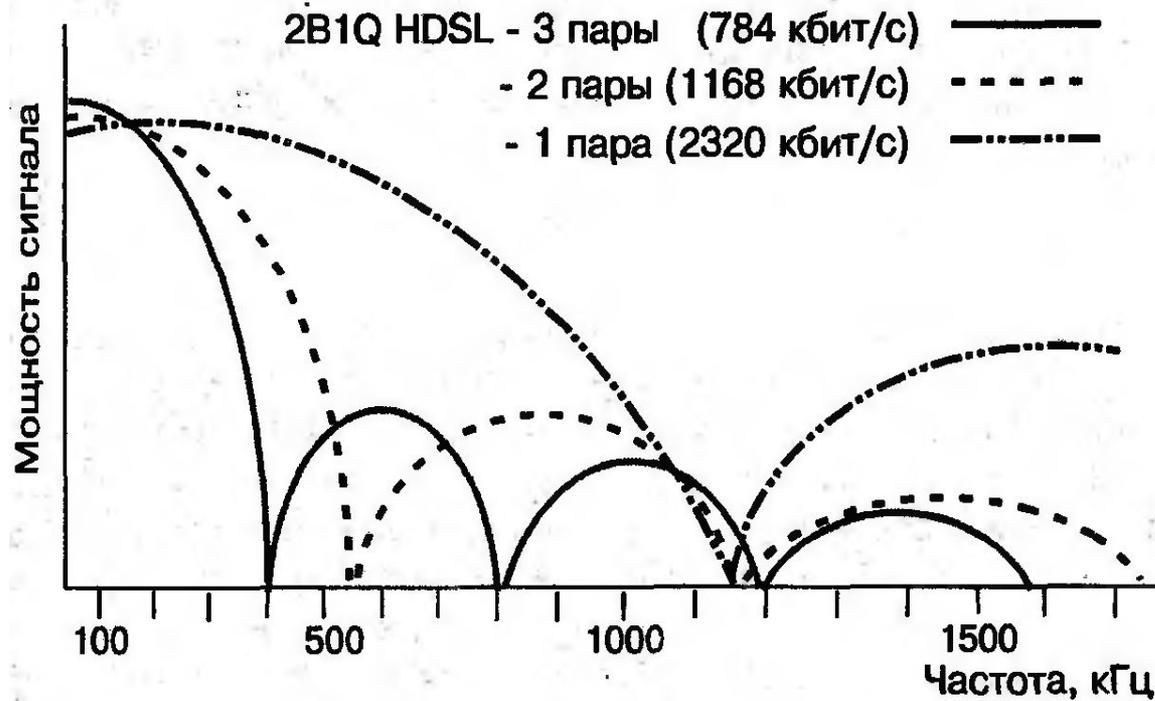
Линейный сигнал



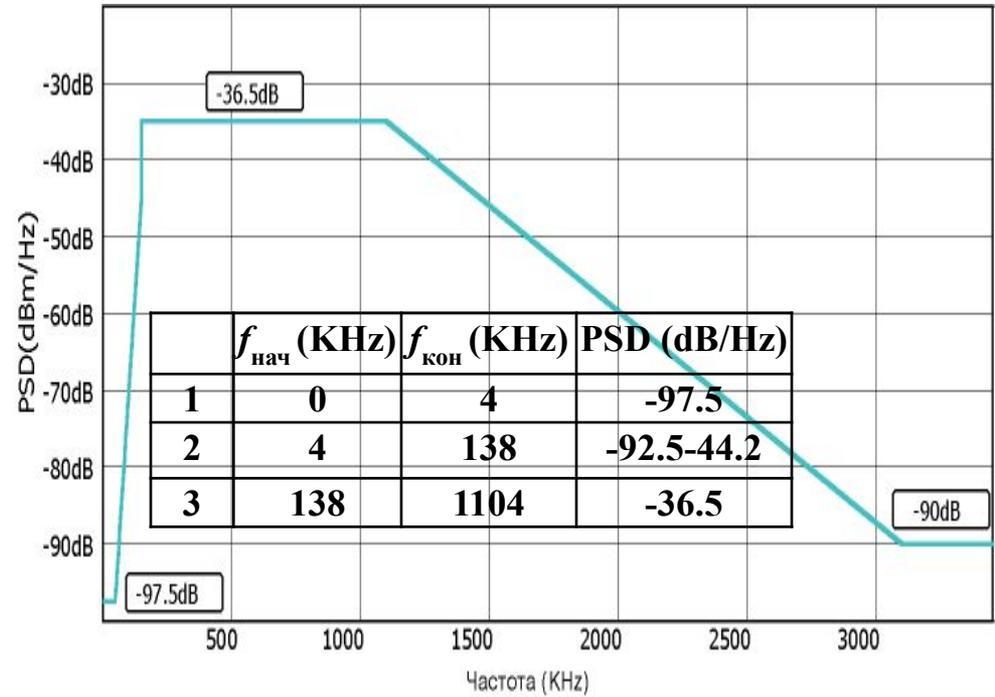
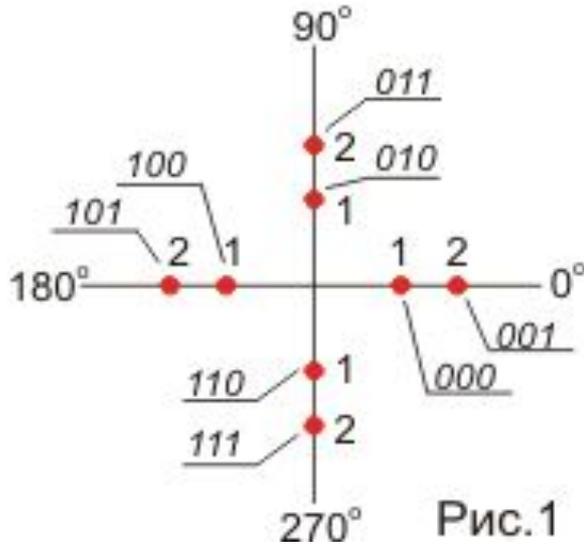
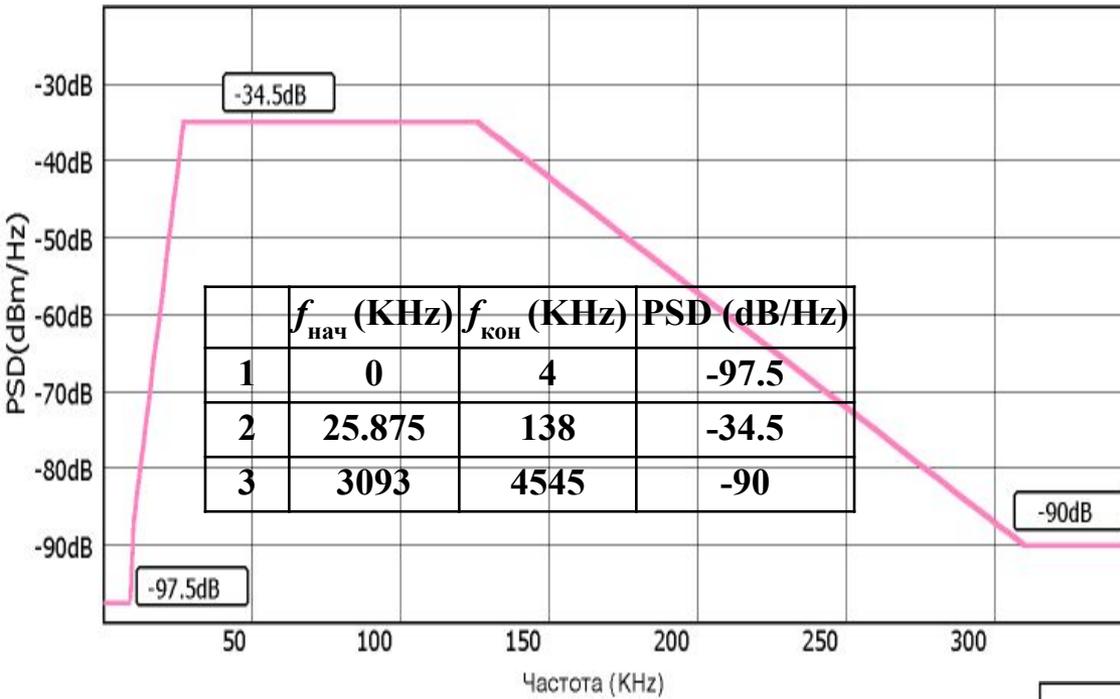
Исходный сигнал

00	- +0,5E
01	- +E
10	- -0,5E
11	- -E

Технология 2B1Q



Квадратурная амплитудная модуляция QAM



Кодирование SAR

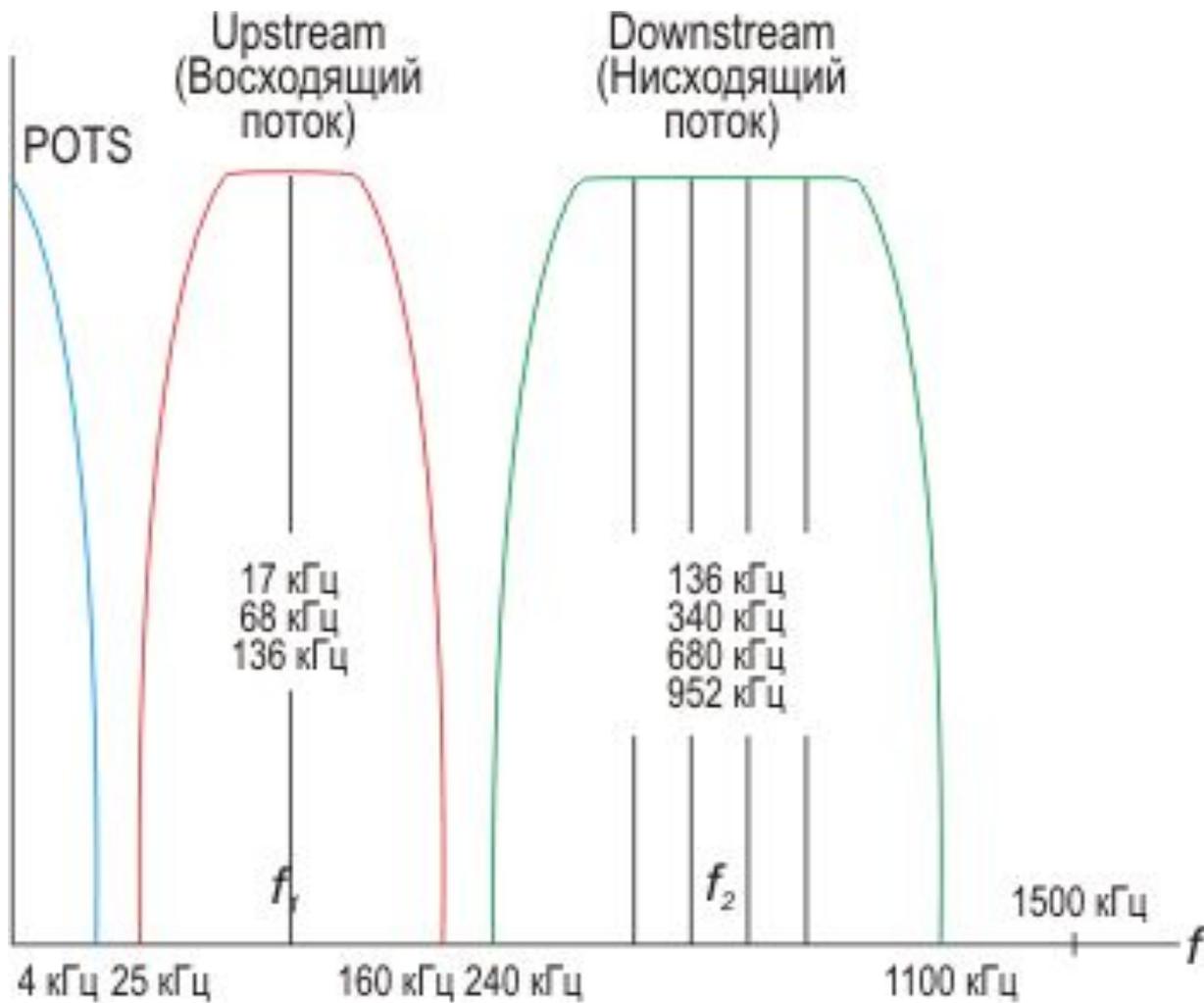


Рис.2

Кодирование DMT

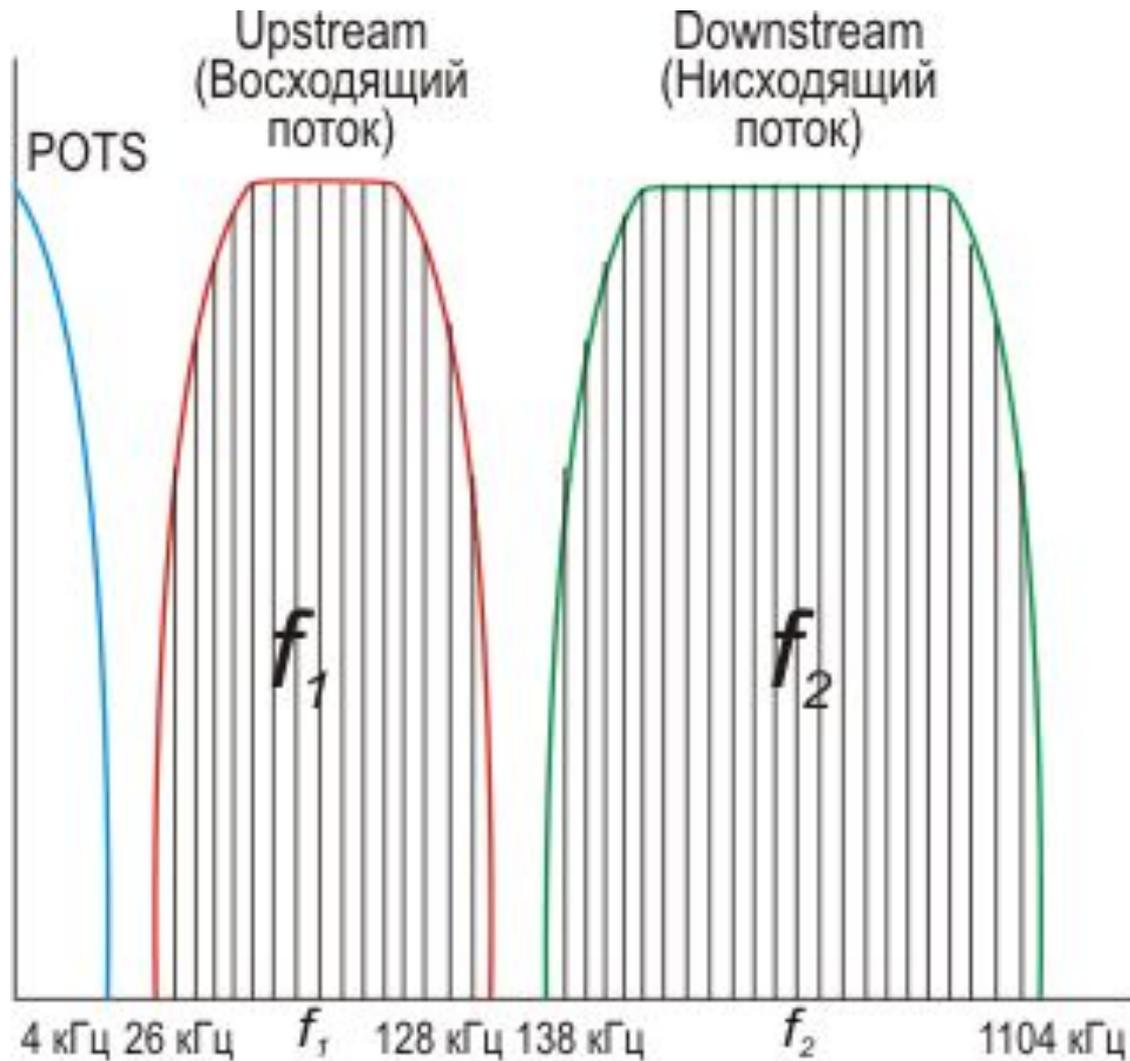


Рис.3

Стандарты технологий xDSL

Наименование	Стандарт	Кол-во пар, n	Линейный сигнал	Скорость передачи UL, Мбит/с	Скорость передачи DL, Мбит/с
IDSL	G.960, G.961	1	2B1Q	0,16	0,16
HDSL	G.991.1	1...2	2B1Q, CAP64/128	до 2,32	до 2,32
G.SHDSL	G.991.2	1...4	TC-PAM16	до nx2,304	до nx2,304
G.SHDSLbis	G.991.2	1...4	TC-PAM32	до nx5,696	до nx5,696
ADSL (G.DMT)	G.992.1	1	DMT	до 1	до 8
ADSL lite (G.Lite)	G.992.2	1	DMT	до 0,512	до 1,536
ADSL2	G.992.3	1	DMT	до 1,4	до 12
ADSL2 lite	G.992.4	1	DMT	до 0,512	до 1,536
ADSL2	G.992.5 (Annex M)	1	DMT	до 3,3	До 12
RE-ADSL2	G.992.3 (Annex L)	1	DMT	до 1,4	до 12
ADSL2+	G.992.5	1	DMT	до 1,4	до 24
RE-ADSL2+	G.992.5 (Annex L)	1	DMT	До 1,4	До 24
ADSL2+	G.992.5 (Annex M)	1	DMT	до 3,3	до 24
VDSL	G.993.1	1	DMT/QAM	до 26 (симм.)	до 26 (симм.)
VDSL2	G993.2	1	DMT/QAM	до 100 (симм.)	до 100 (симм.)

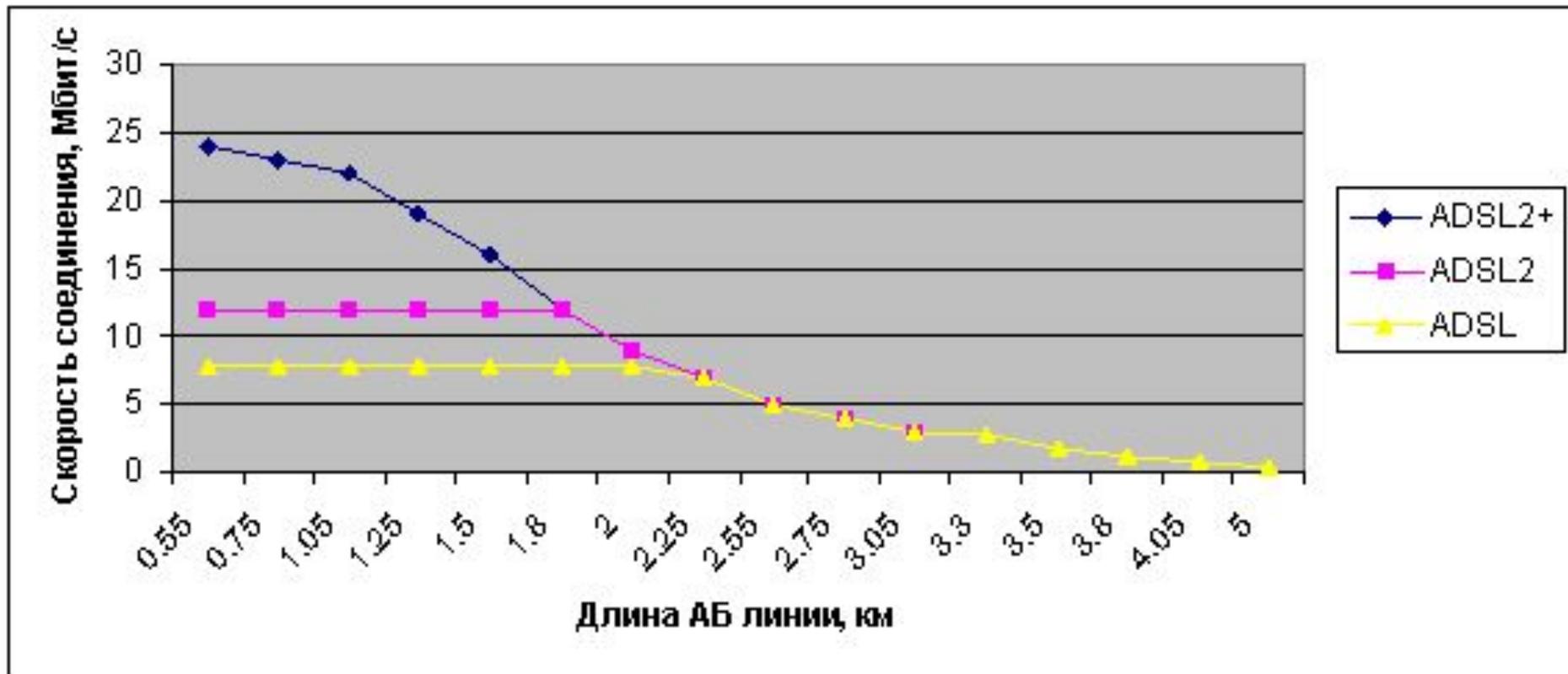
Сравнение различных технологий DSL

Технология	Макс. скорость восход. потока (Мбит/с)	Макс. скорость нисход. потока (Мбит/с)	Макс. расстояние (метры)	Кодирование	Стандарты
<i>ADSL</i>	0,8	8	5200	CAP или DMT	ANSI T1.413 и ITU G.992.1
<i>G.Lite</i>	0,512	1,5	6700	DMT	ITU G.992.2
<i>G.SHDSL</i>	2,304	2,304	6100	TC PAM	ITU G.992.1
<i>HDSL</i>	1,544 T1	1,544 T1	2750	2B1Q	ITU G.992.1
	2 E1	2,0 E1	3650		
<i>HDSL2</i>	1,544 T1	1,544 T1	2750	TC PAM	ITU G.992.1
	2 E1	2,0 E1	3650		
<i>IDSL</i>	0,144	0,144	5800	2B1Q	ANSI T1.601 и TR-393
<i>RADSL</i>	1,088	7,168	5500	CAP или DMT	ANSI T1.413 и ITU G.992.1
<i>SDSL</i>	0,768	0,768	3050	2B1Q	ITU G.992.1
<i>VDSL</i>	20	52	910	CAP/DMT	TBD

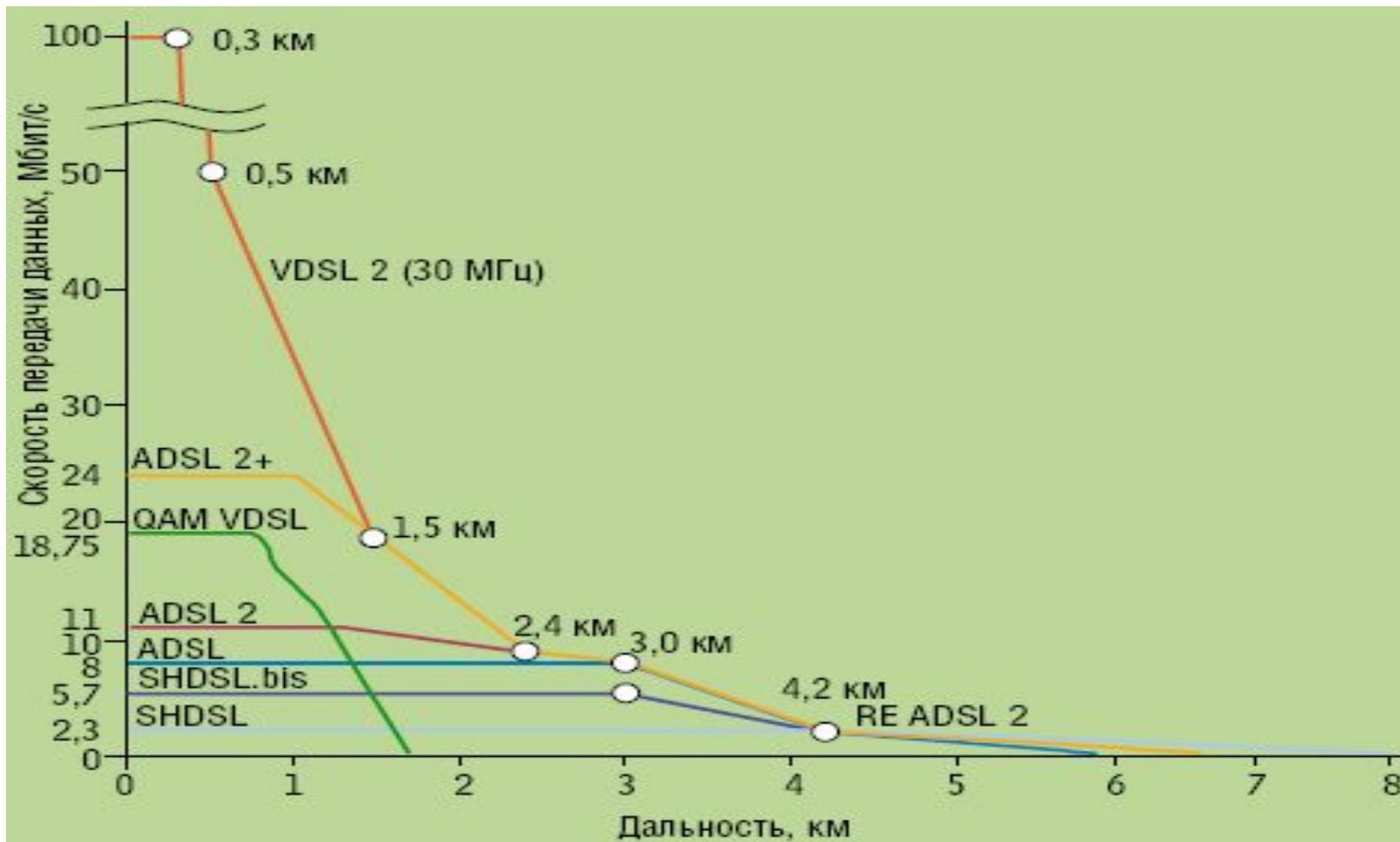
В технологии DSL наибольшее распространение получили три основных метода кодирования:

- PAM (2B1Q, TC PAM);
- QAM или CAP;
- DMT.

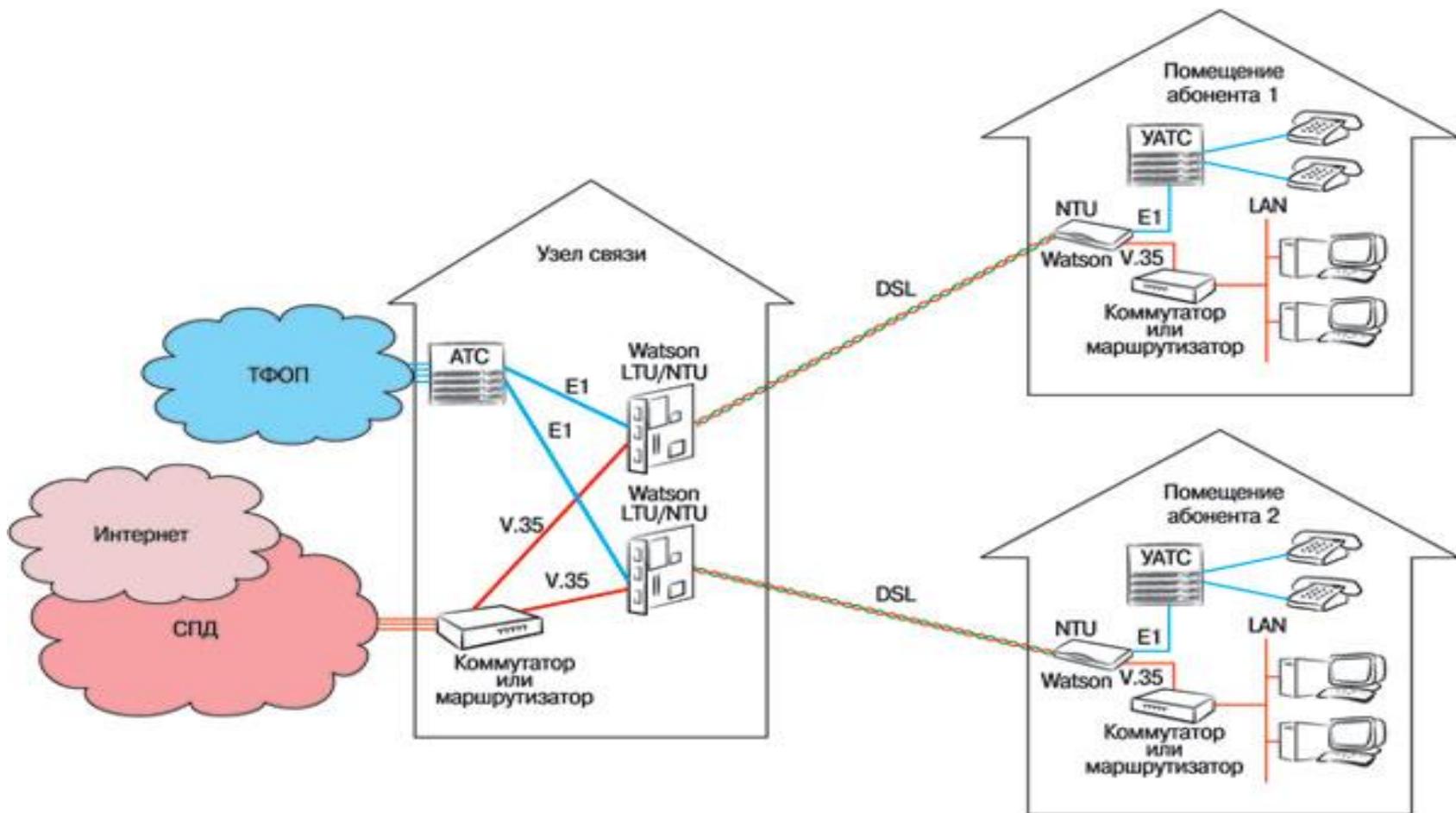
Зависимость технологий ADSL от длины АЛ



Характеристики различных xDSL

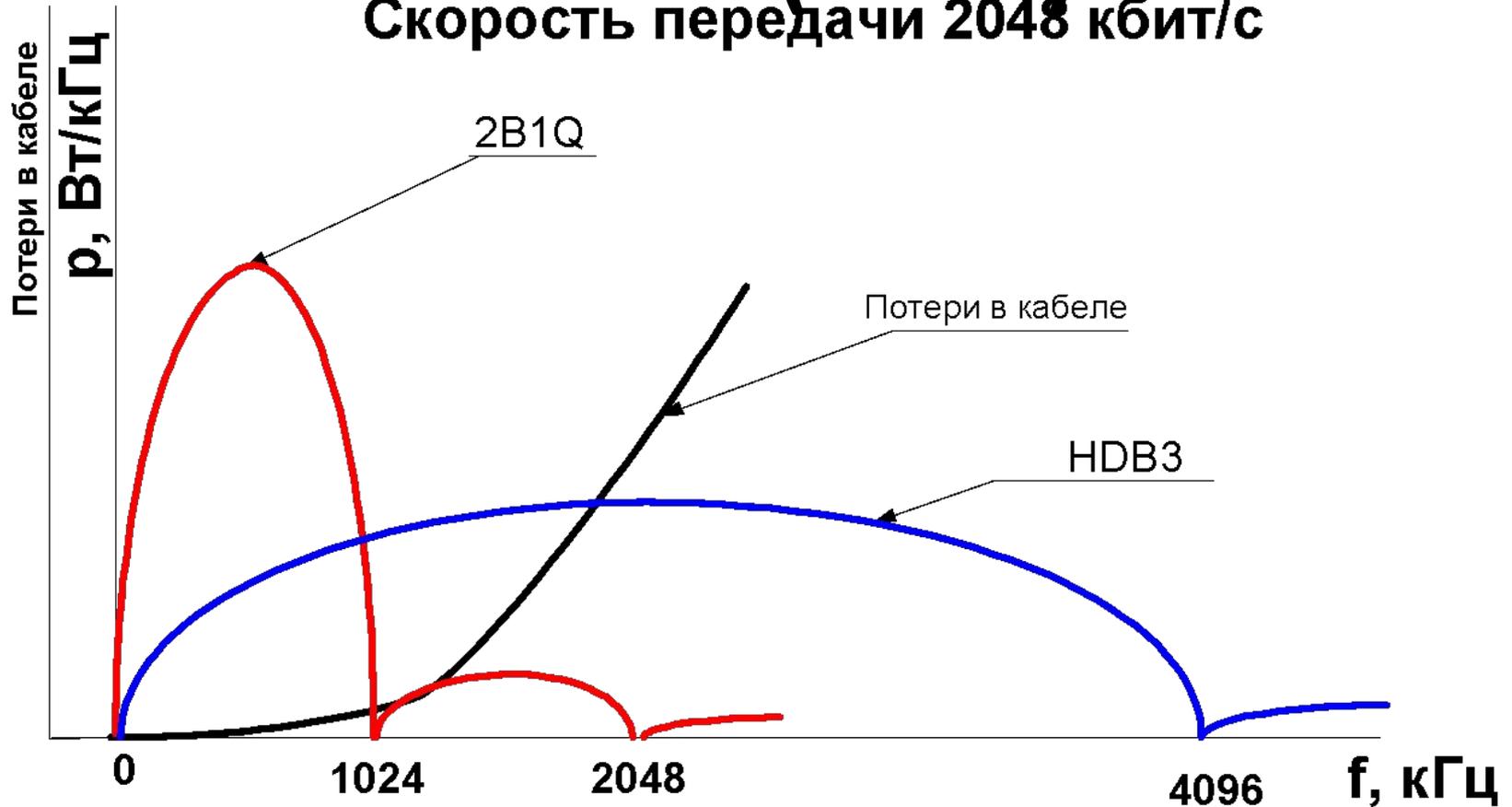


Мультисервисные сети на базе Watson 5



Спектры сигналов 2B1Q (РАМ-4)

и HDB3 (G703) Скорость передачи 2048 кбит/с



Спектры линейных сигналов

