

Мультисервісні мережі абонентського доступу

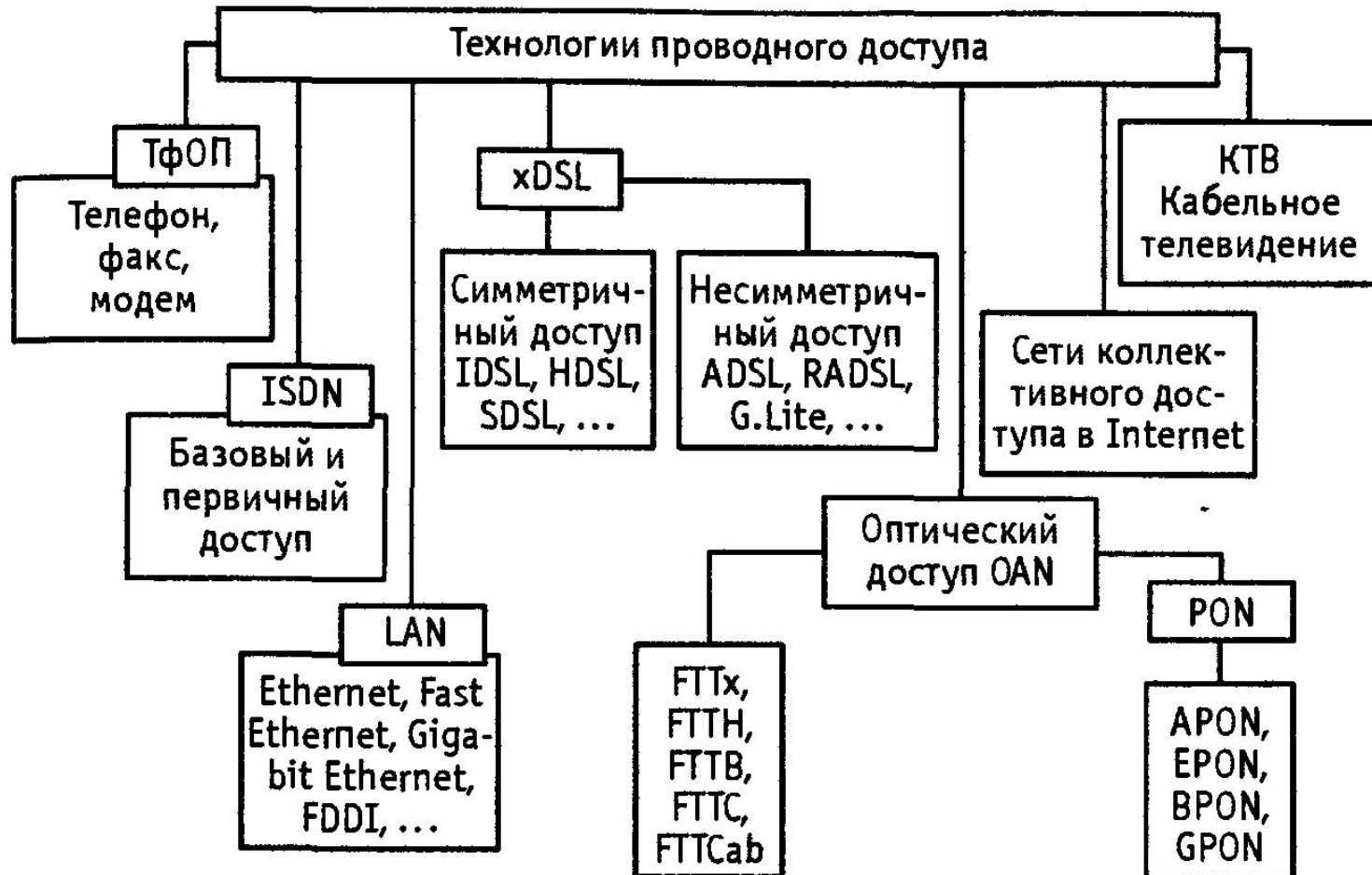
Лекція 6. Мережі доступу на основі xDSL-ліній

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 144кбит/с) – модуляция 2B1Q;**
- **HDSL (High speed DSL) – первоначально - как дальнейшее развитие доступа к ISDN в формате 30B+D, симметричная передача данных по 2 парам проводов со скоростью 2048кбит/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;

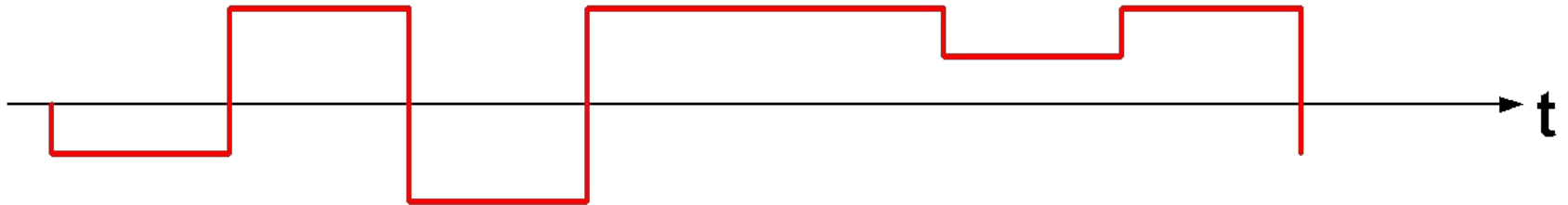
Технические принципы xDSL

- 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.

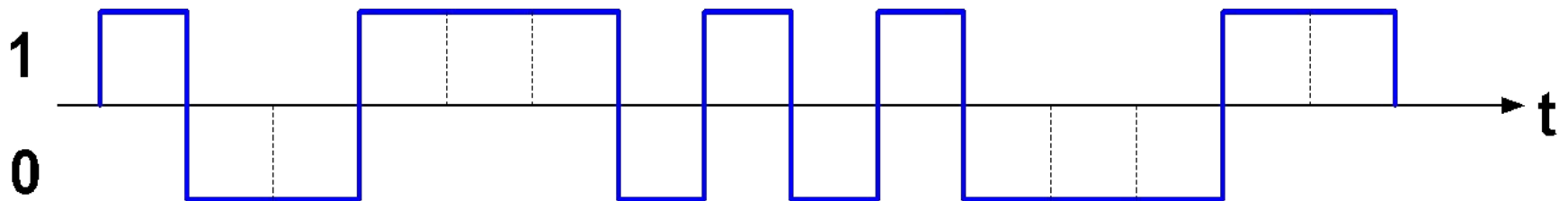
Методы модуляции/линейного кодирования xDSL

| 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)



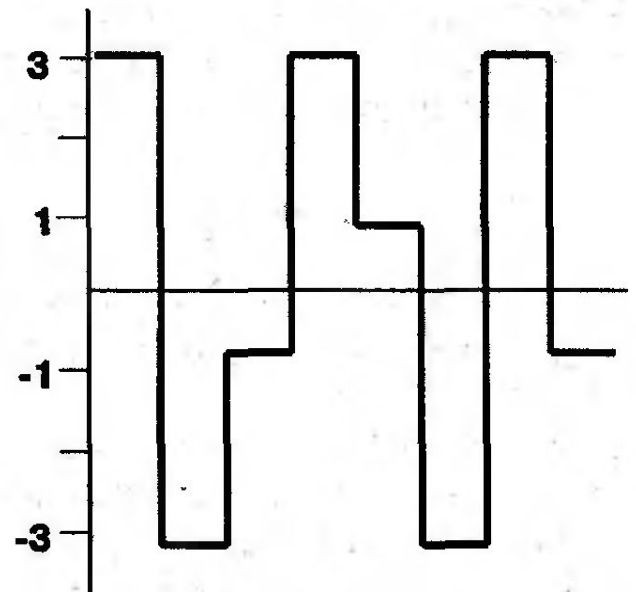
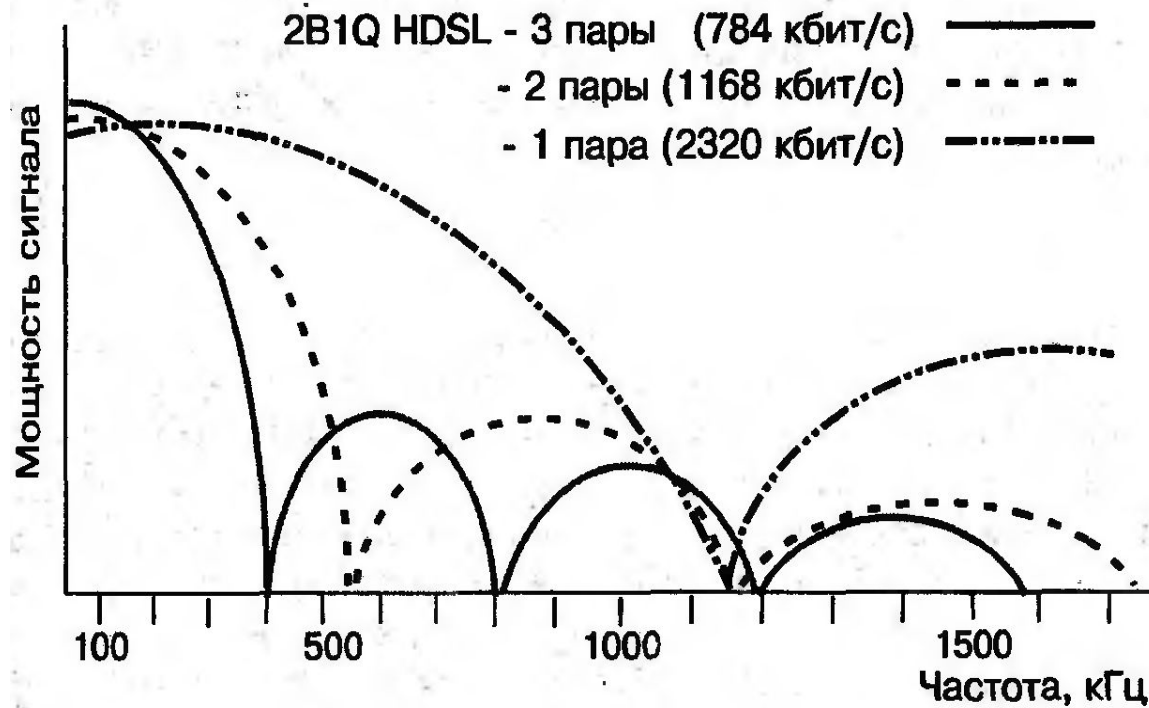
Линейный сигнал



Исходный сигнал

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

Технология 2B1Q



Квадратурная амплитудная модуляция QAM

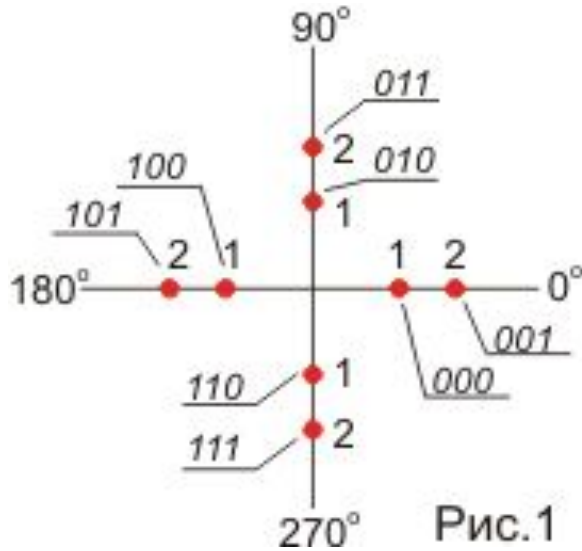
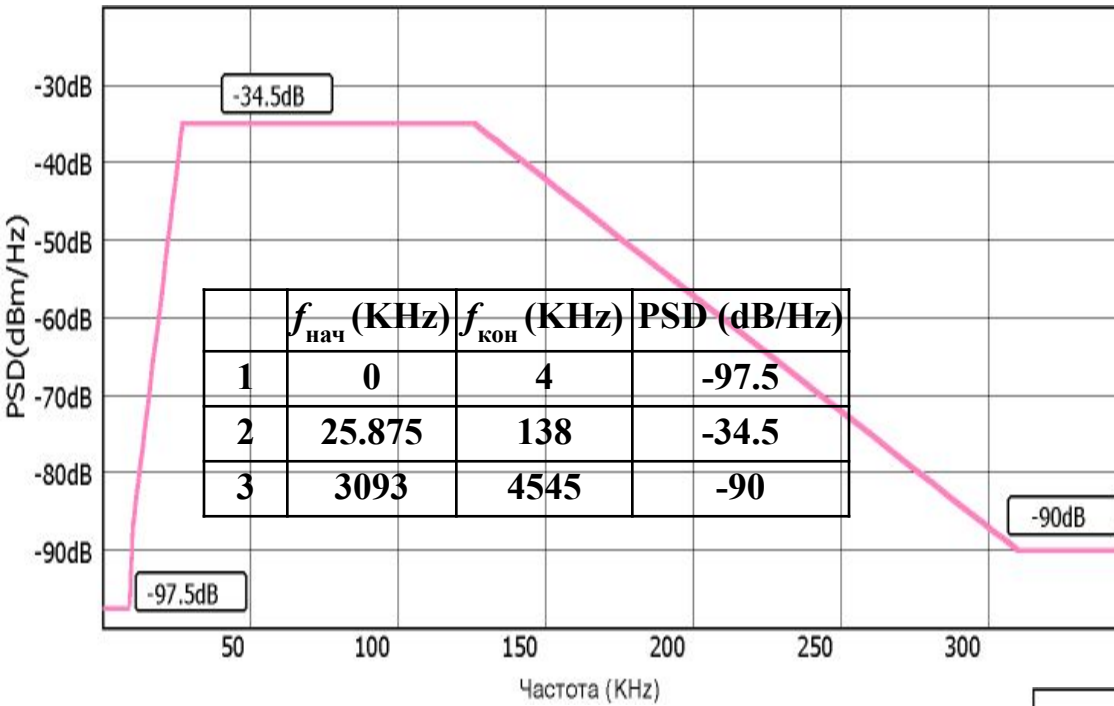
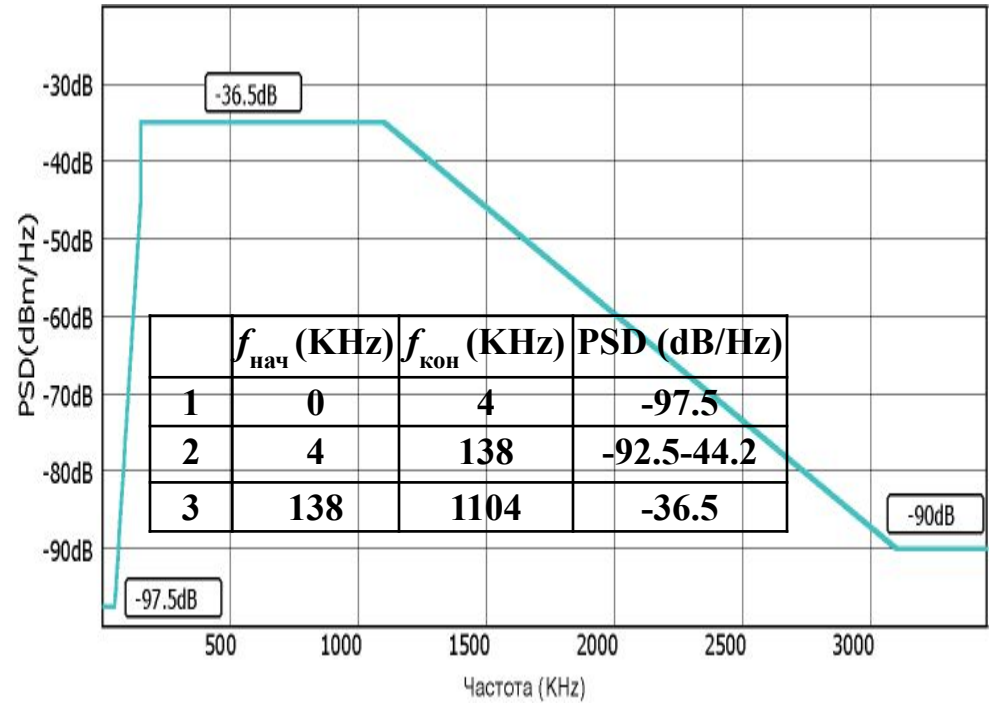


Рис.1



Кодирование SAR

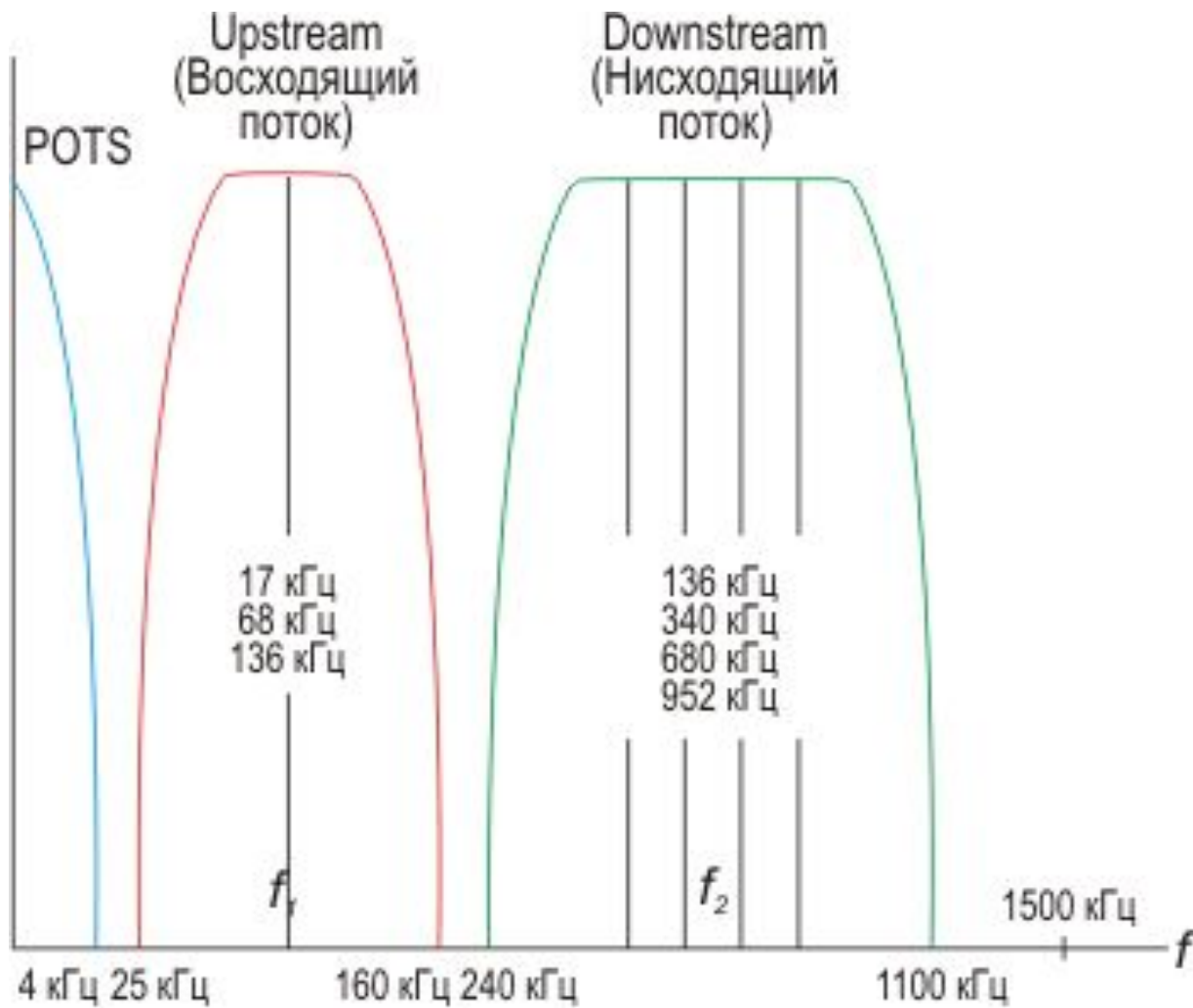


Рис.2

Кодирование DMT

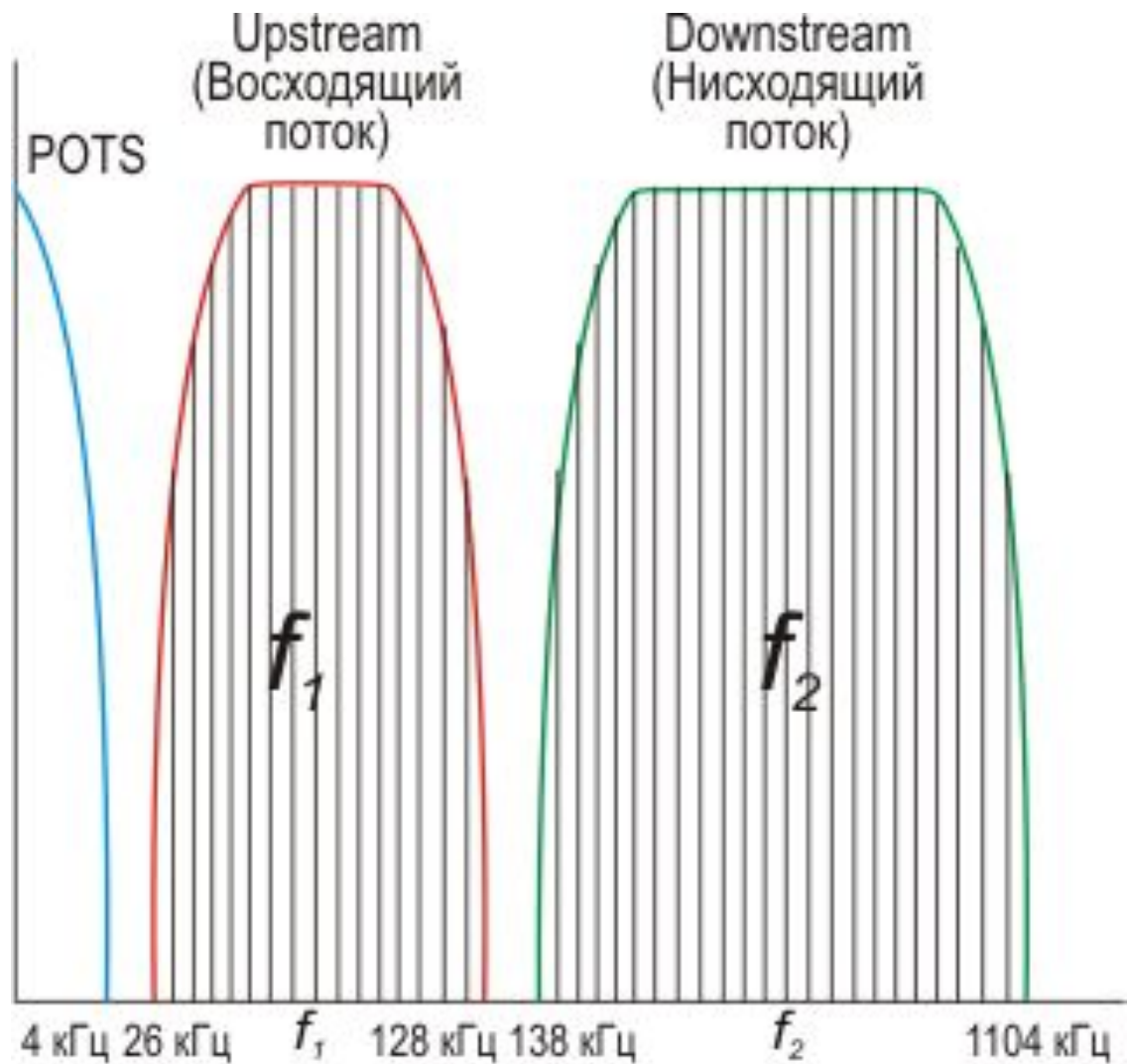


Рис.3

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.) |

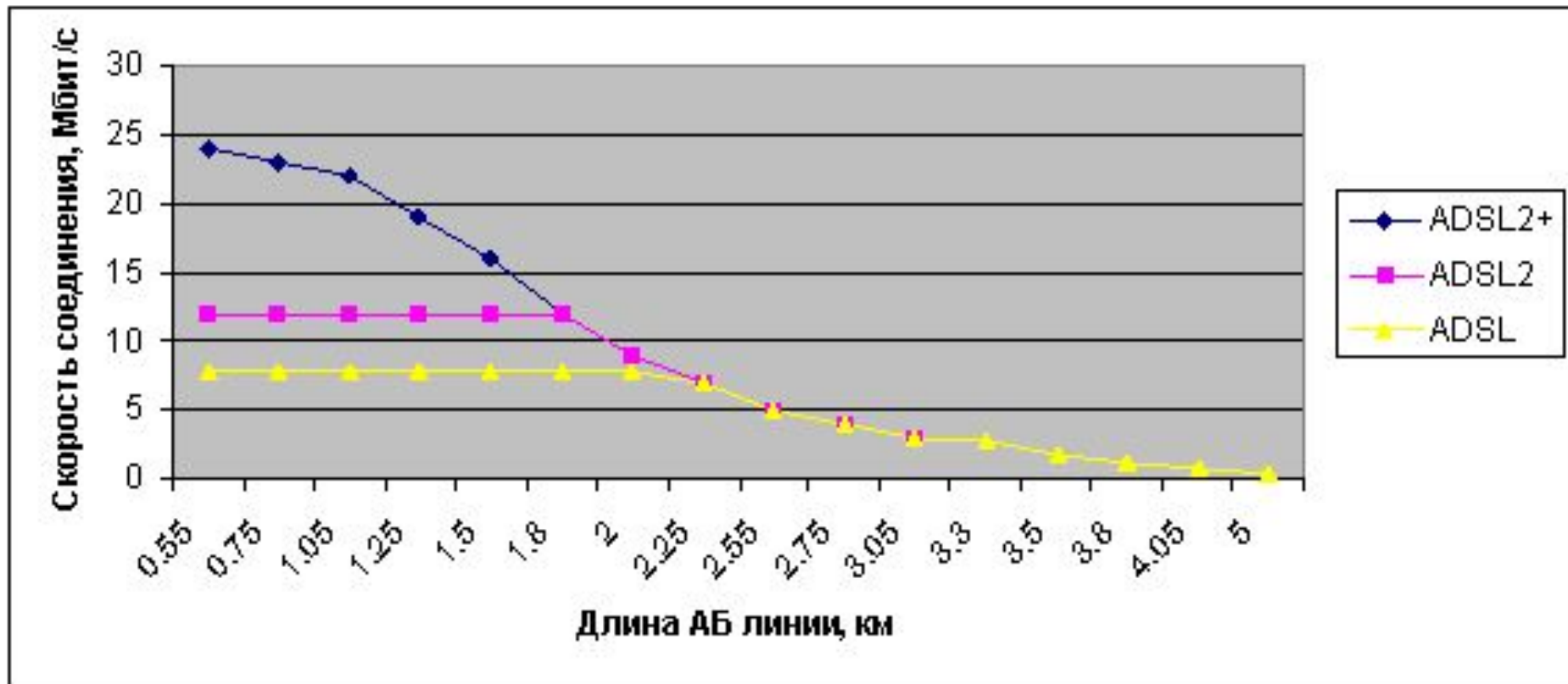
Сравнение различных технологий DSL

| 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 |

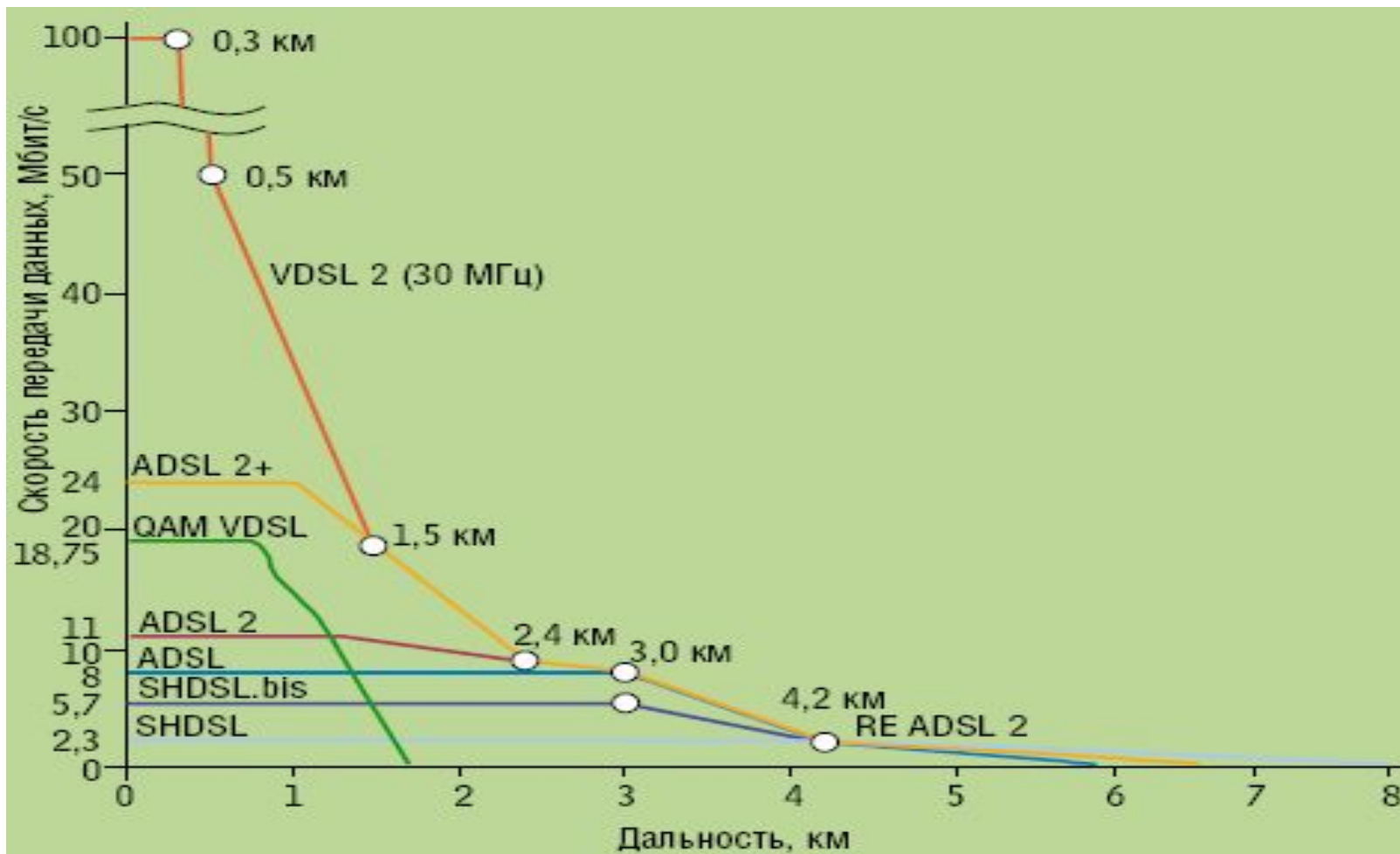
В технологии DSL наибольшее распространение получили три основных метода кодирования:

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

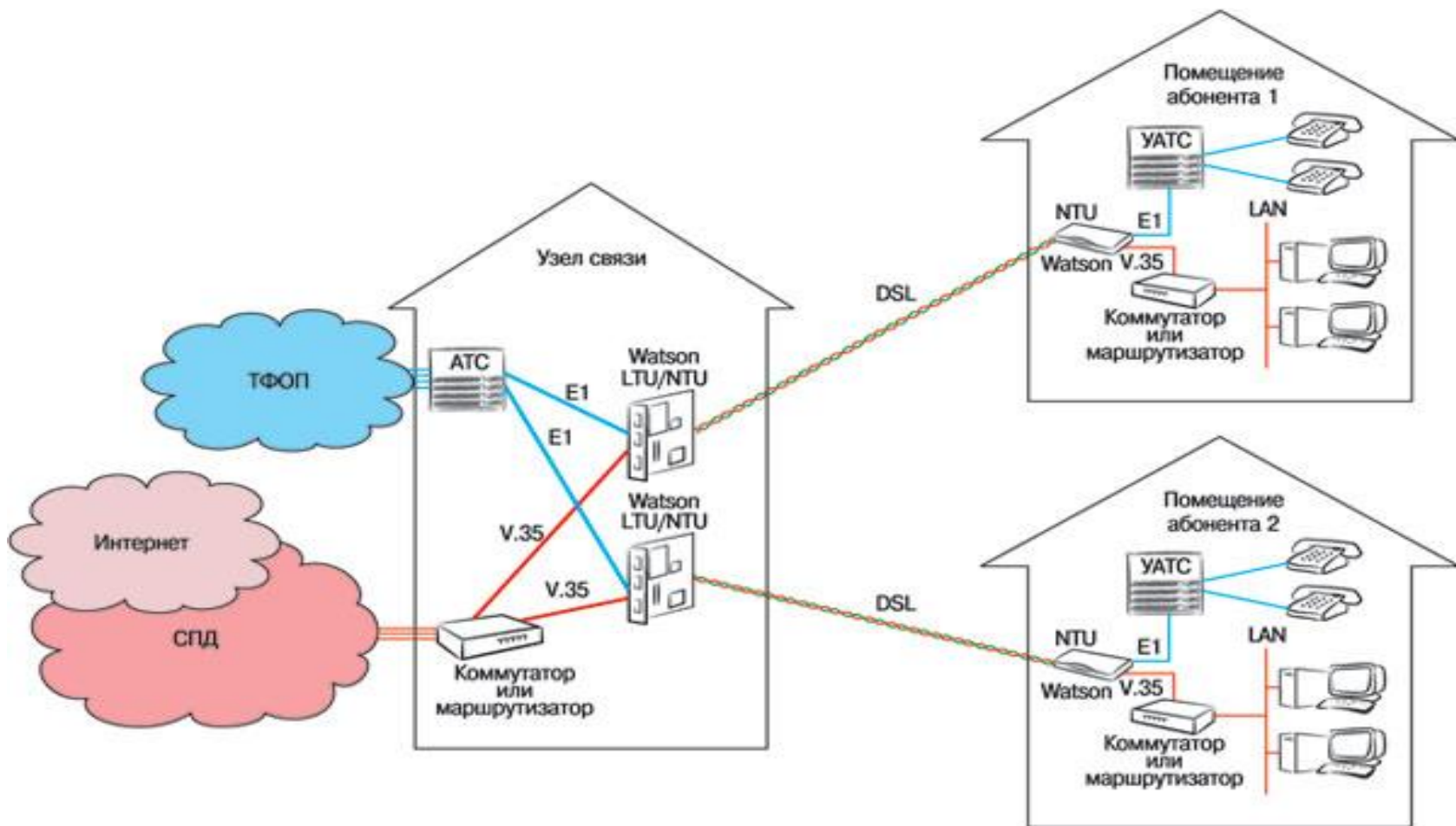
Зависимость технологий ADSL от длины АЛ



Характеристики различных xDSL

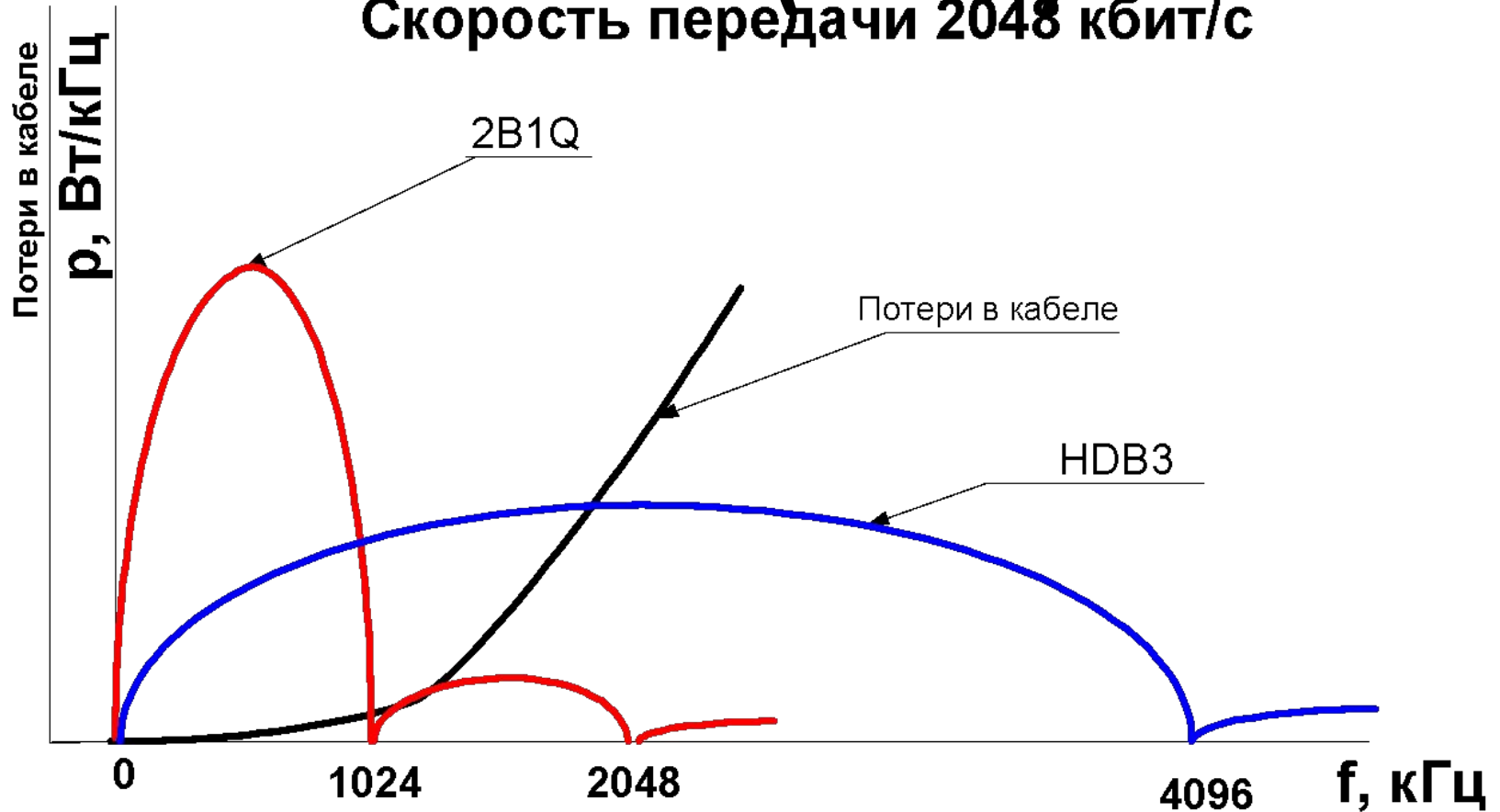


Мультисервисные сети на базе Watson 5



Спектры сигналов 2B1Q (РАМ-4)

и HDB3 (G703)
Скорость передачи 2048 кбит/с



Спектры линейных сигналов

