

MEGATRANS

**ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ
ДЛЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ БОЛЬШОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ**



**Сертификат Минсвязи России
N ОС/1-СП-668
для применения на ВСЕХ УЧАСТКАХ
ВСС РОССИИ**

- **Рынок и варианты применения**
- **Технология**
- **Описание системы**
- **Инсталляции**
- **Порядок поставки**
- **Спецификация оборудования**

Передача цифровых потоков со скоростью до 2 Мбит/с на дальние расстояния

- **Замена/постепенная замена устаревших аналоговых систем передачи с ЧРК**
- **Модернизация магистральных линий связи вдоль ЖД линий, нефте-, газопроводов, линий электропередач, внутризоновых и междугородних линий связи**

Замена устаревших аналоговых систем передачи

- **Цифровая передача по существующему медному кабелю, используемому для аналоговой передачи с ЧРК**
- **Установка регенераторов в существующих сооружениях НУП, ОУП (не нужно резать кабель, нет необходимости производить строительные работы)**
- **Реализация функций телемеханики и служебной связи, 100% соответствие требованиям безопасности для магистральных линий связи**
- **Оконечная аппаратура для увеличения числа каналов (30, 60, 120, 180), улучшения их качества, организации передачи данных**

Модернизация линий связи и поэтапная замена аналоговых систем

- **Работа в одном кабеле (по свободным парам) с аналоговыми системами без взаимных влияний**
- **Повышение качества передачи, организация надежной передачи данных**

MEGATRANS

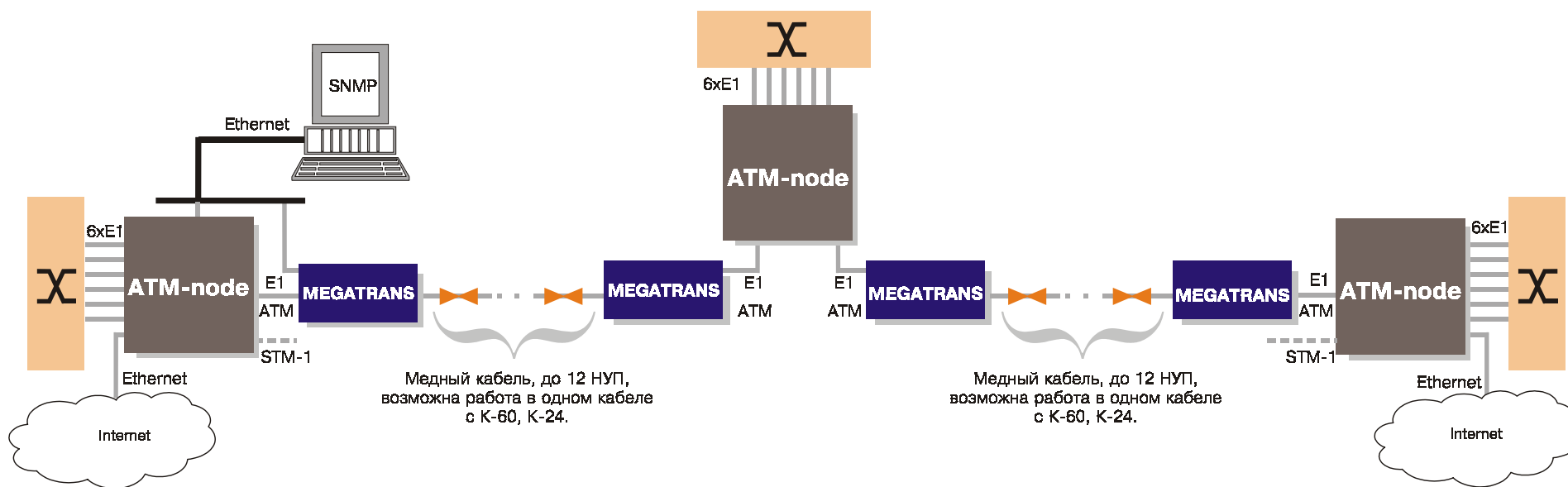
Цифровизация магистральных линий и поэтапная замена систем типа К-60



- Уплотнение за счет сжатия АДИКМ G.721
- Качество передачи выше, чем в аналоговых системах

MEGATRANS

Цифровизация и увеличение пропускной способности линий связи с использованием технологий FR/ATM

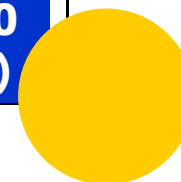


- Сжатие голоса с определением факсимильной передачи
- Динамическое перераспределение полосы пропускания

MEGATRANS

**Стоимость передачи одного потока 2 Мбит/с
для разных технических решений**

| | 20 км | 50 км | 200 км |
|------------------|--|--|--|
| РРЛ | \$ 15 000 (РРЛ 23 ГГц) | \$ 25 000 (РРЛ 7-15 ГГц) | \$ 100 000 (РРЛ - 4 пролета) |
| ВОЛС | \$ 100 000 кабель + \$ 7 000 СП | \$ 250 000 кабель + \$ 7 000 СП | \$ 1 000 000 кабель + \$ 14 000 |
| MEGATRANS | \$ 2500 (M-S-S) | \$ 6500 (M-S-M) | \$ 68 000 (M-S-L) |



MEGATRANS

Стоимость передачи четырех потоков 2 Мбит/с
для разных технических решений

| | 20 км | 50 км | 200 км |
|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| РРЛ | \$ 25 000 (РРЛ 7-15 ГГц) | \$ 25 000 (РРЛ 7-15 ГГц) | \$ 100 000 (РРЛ - 4 пролета) |
| ВОЛС | \$ 100 000 кабель + \$ 7 000 СП | \$ 250 000 кабель + \$ 7 000 СП | \$ 1 000 000 кабель + \$ 14 000 |
| MEGATRANS | \$ 10 000 (M-S-S) | \$ 25 000 (M-S-M) | \$ 240 000 (M-S-L) |

- **Необходимо подобрать оптимальное решение для каждого конкретного приложения**
- **Как правило, если не требуется очень высокая пропускная способность (STM-1, SDH), MEGATRANS оказывается экономически эффективным**
- **Для оптимального выбора оборудования необходимо учитывать возможности оконечного оборудования, требования к кодированию речи, надежности передачи и т. д.**

Проблемы применения традиционных технологий xDSL на магистральных линиях

- **Достижение заданной длины регенерационного участка (как у существующих аналоговых систем)**
- **Совместимость с существующими аналоговыми системами передачи**
- **Подавление искажений цифрового сигнала при большом числе регенерационных участков**
- **Дистанционное питание большого числа регенераторов**
- **Передача служебной информации**

Достижение заданной длины регенерационного участка

Пропускная способность канала **C[бит/с]** :

$$C[\text{бит/с}] = B[\text{Гц}] \times \text{Log}_2(1+Q_s/Q_n)$$

- $B[\text{Гц}]$ - полоса
- Q_s/Q_n - "сигнал/шум"

Достижение заданной длины регенерационного участка

Пропускная способность канала **C[бит/с]** :

$$C[\text{бит/с}] \sim V[\text{Гц}] \times \text{Log}_2(1+Q_s/Q_n)$$

число пар
передачи

спектр
сигнала
(ограничение
по затуханию
~ длине),
тип кодирования

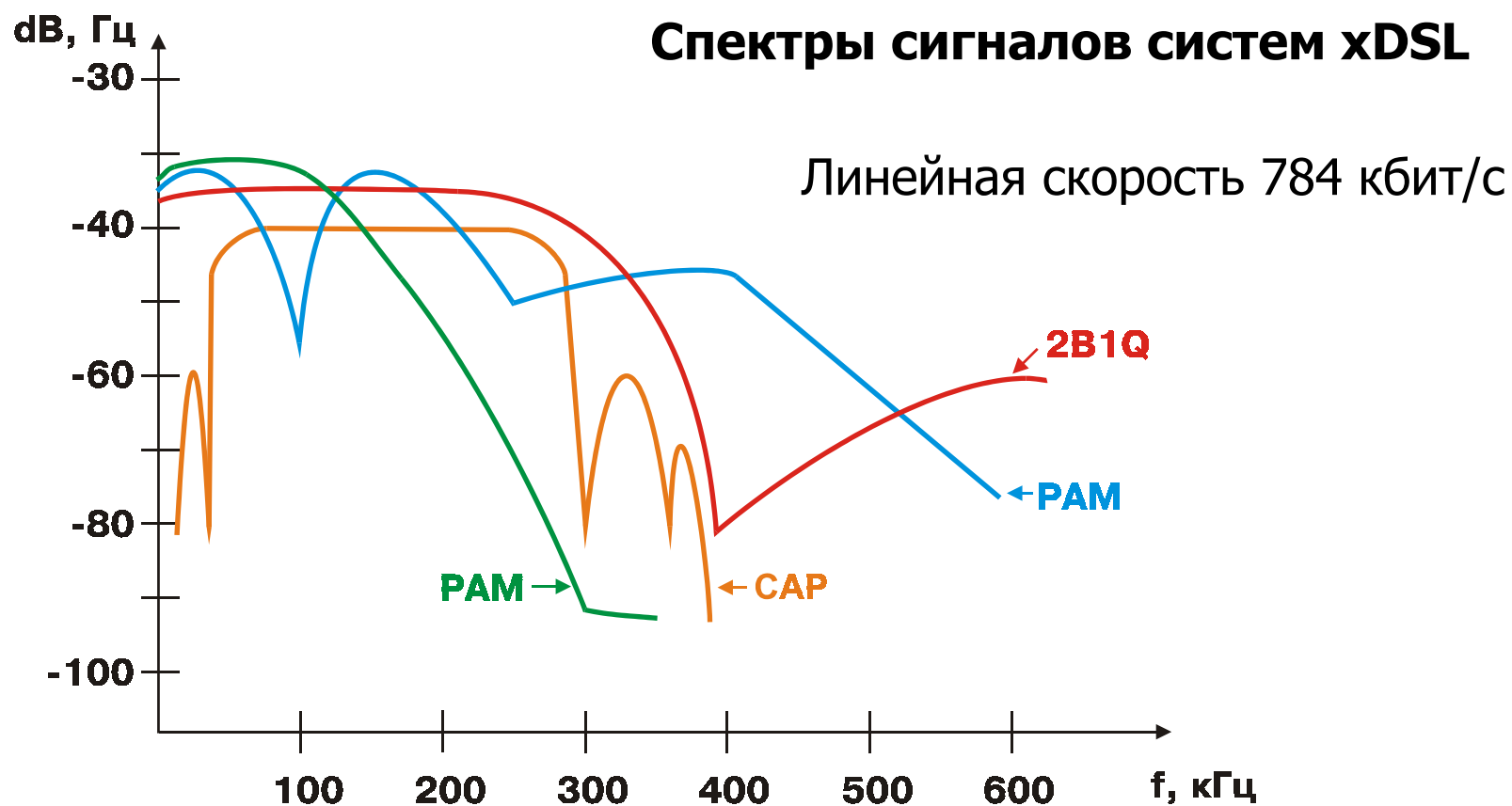
уровень передачи,
согласование,
переходные
влияния

Выбор числа пар передачи, типа линейного кодирования, уровня передачи; согласование выходных каскадов.

Традиционные технологии xDSL

| Технология | HDSL | HDSL | SDSL | MSDSL | G.shdsl |
|---|--------|--------|--------|---------------------|---------------------|
| Скорость передачи по одной паре, кбит/с | 1168 | 1168 | 2320 | От 144 до 2064 | От 192 до 2312 |
| Линейный код | 2B1Q | CAP64 | CAP128 | CAP8... CAP128 | TC-PAM |
| Линейный импеданс, Ohm (bal.) | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 |
| Излучаемая мощность, dBm | + 13.5 | + 13.5 | + 15.5 | + 7.4...14.4 | <14.5 |
| Дальность передачи, км (1,2 мм) | 12-14 | 18-20 | 10-12 | 11-13 (2064 кбит/с) | 12-14 (2312 кбит/с) |

Сравнительная характеристика методов линейного кодирования



Совместимость с существующими аналоговыми системами передачи

| <i>Тип</i> | <i>Принцип</i> |
|---|--|
| Двухкабельные (К - 60) | Разделение направлений передачи |
| Двухполосные (КВ-12, КАМА, КРР) | Разнесение спектров |

Пути обеспечения совместимости с существующими аналоговыми системами передачи

1. Перенос спектра передачи

Достоинства: полное отсутствие влияния
независимо от состояния кабеля

Недостатки: возможен перенос спектра только
в область более высоких частот,
что вызывает *уменьшение длины* участка
регенерации

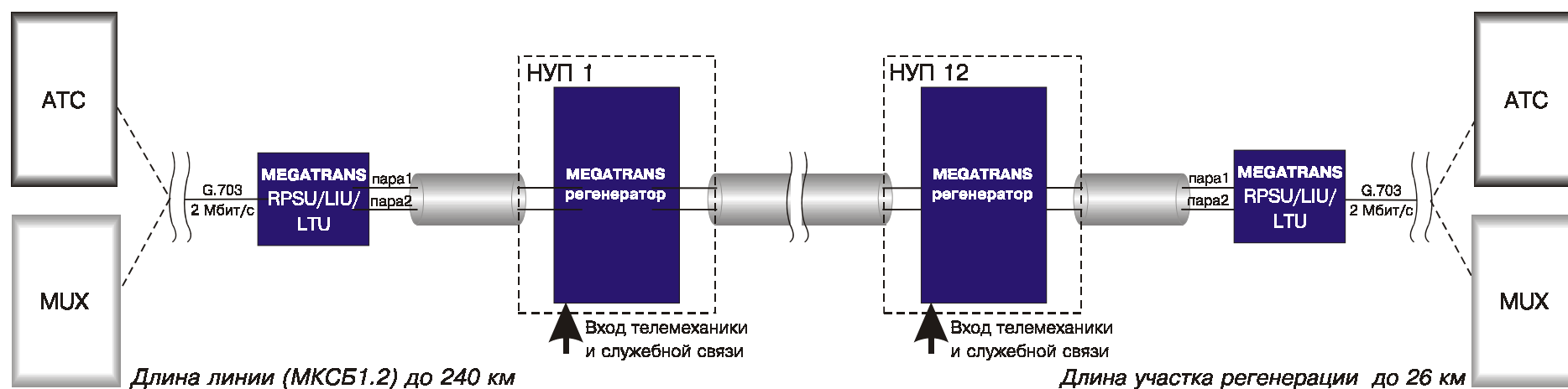
Пути обеспечения совместимости
с существующими аналоговыми системами передачи

2. Асимметричная передача

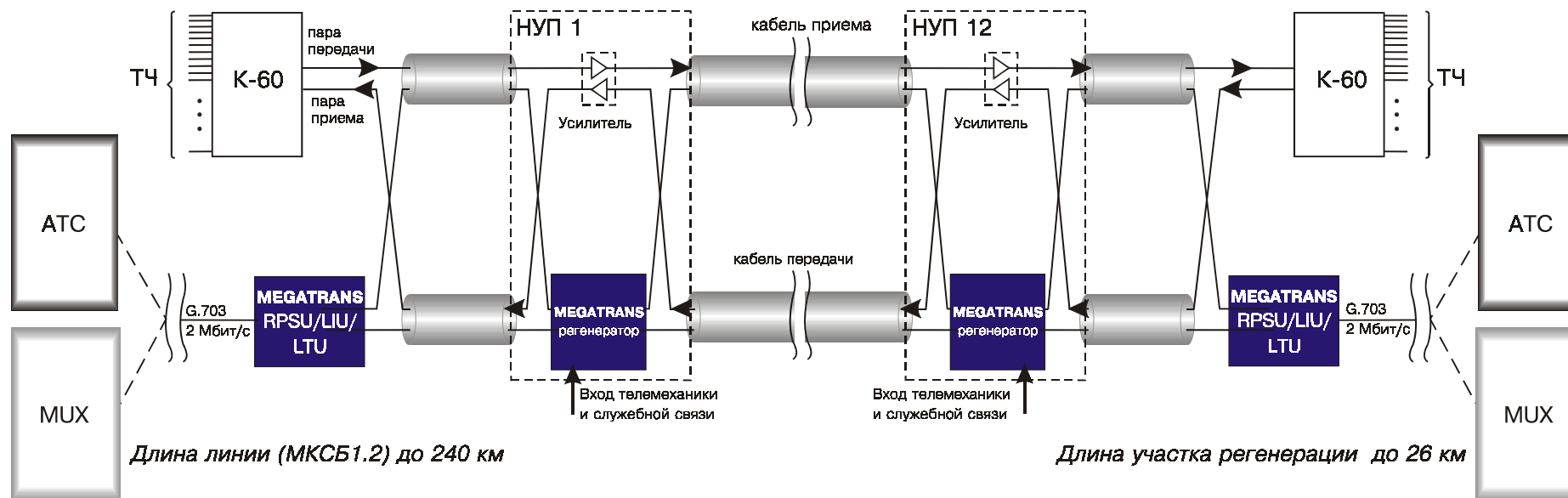
Достоинства: отсутствие влияния
в случае использования двухкабельной
схемы включения

Недостатки: не обеспечивает 100% совместимость
при работе с двухполосными системами

Однокабельная схема включения



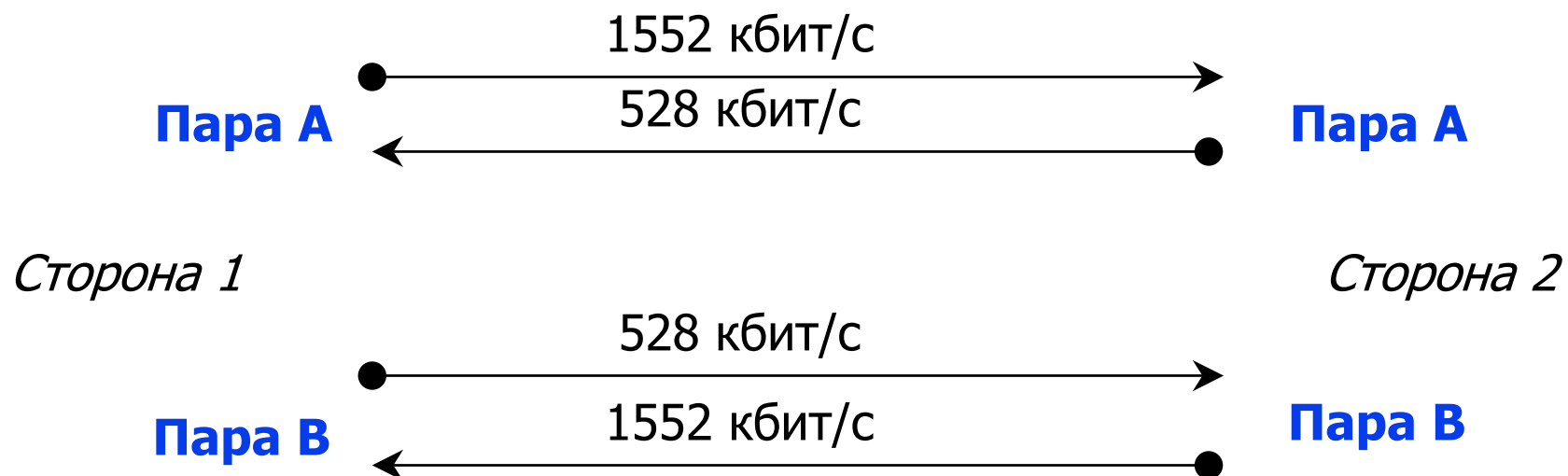
Двухкабельная схема включения



Особенности технологии передачи MEGATRANS

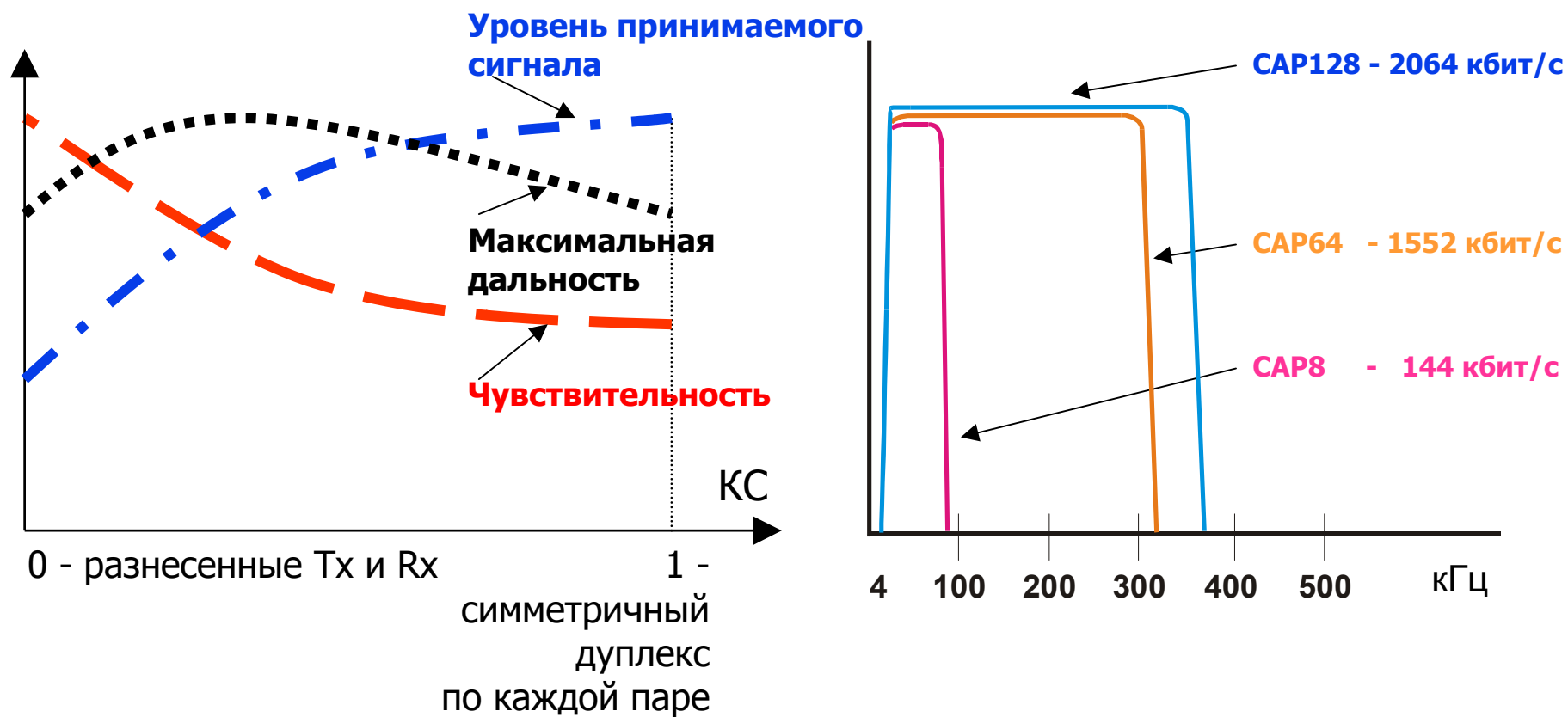
- Несимметричная (1)
- CAP модуляция (2)
- с регулируемым уровнем (3)
- и
- адаптивная система согласования с линией (4)

(1) Несимметричность



$$1552 \text{ кбит/с} + 528 \text{ кбит/с} = 2080 \text{ кбит/с} > 2048 \text{ кбит/с}$$

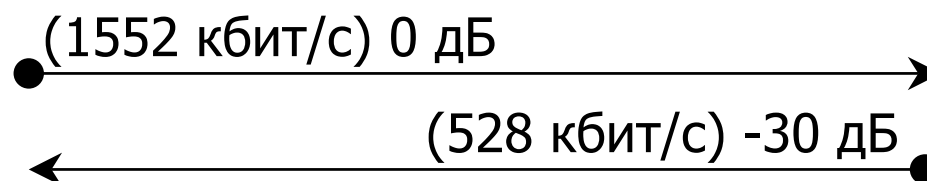
(1) Несимметричность



(1) Несимметричность

К-60 передача
Пара кабеля А

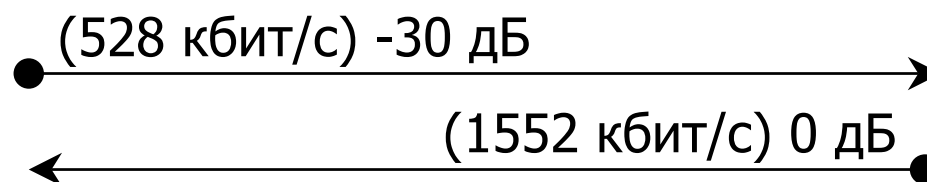
Сторона 1



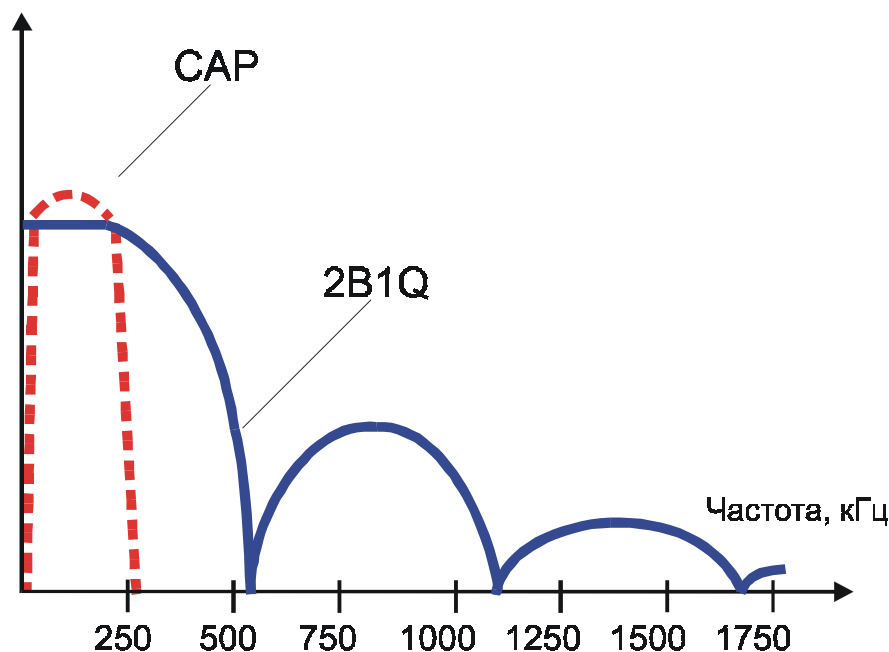
К-60 приём
Пара кабеля А

Сторона 2

К-60 приём
Пара кабеля В



К-60 передача
Пара кабеля В



Узкая полоса спектра сигнала CAP:

- **Нечувствительность к НЧ интерференции и групповому времени задержки**
- **Низкая чувствительность к импульсным шумам и переходным влияниям**
- **Максимально достижимая длина регенерационного участка до 26 км (кабель 1,2 мм)**

(3) Регулируемый уровень



Для увеличения дальности работы



Для уменьшения влияния на аналоговые системы

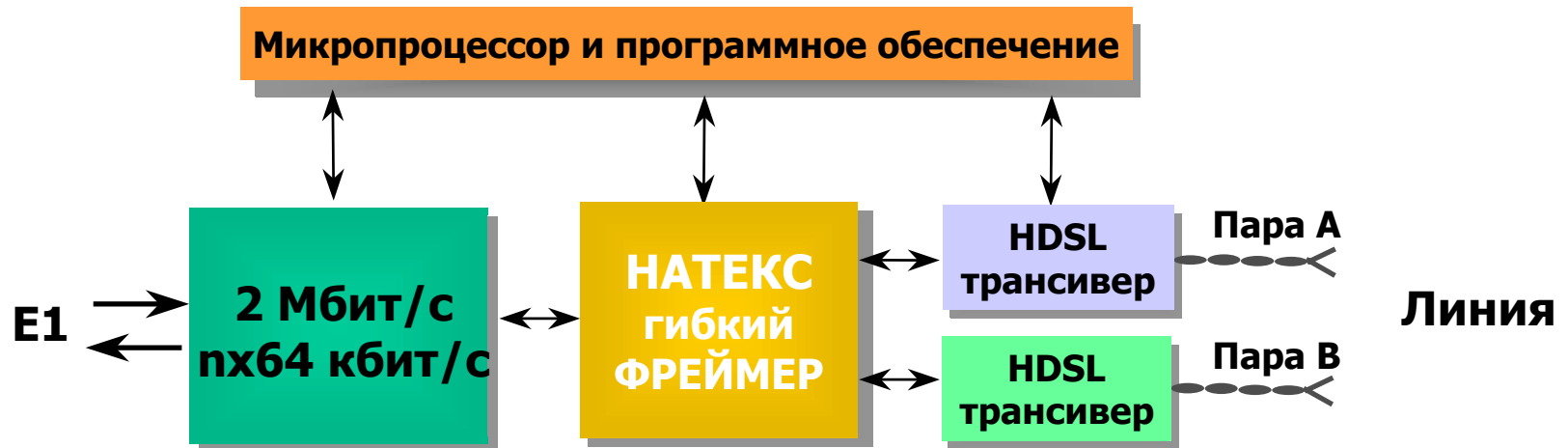
(4)

Адаптивная система согласования с линией

- Улучшенная эхокомпенсация
- Коррекция АЧХ
- Возможность настройки в соответствии с реальными параметрами линии

Подавление искажений цифрового сигнала

Структурная схема системы xDSL



Подавление искажений цифрового сигнала

| Число участков | MEGATRANS | Обычная система HDSL | Норма |
|----------------|-----------|----------------------|-------|
| 1 | 0.04UI | 0.04UI | 0.2UI |
| 2 | 0.06UI | 0.14UI | |
| 3 | 0.07UI | 0.44UI | |
| 16 | 0.09UI | (нет данных) | |

Передача служебной информации

Субмодуль для подключения датчиков:

- вскрытия
- затопления
- падения давления

Двухпроводный канал тональной частоты:

- для служебной связи
- для передачи сигналов телеметрии

Служебный канал с интерфейсом RS-232:

- для передачи сигналов телеметрии
- для управления системой и другими устройствами

MEGATRANS-2

новая разработка НТЦ НАТЕКС

- **Алгоритм Аналоговой Обработки и Коррекции Сигнала - АОКС**
- **Новая элементная база**
- **Специально разработанные блоки DSL для применения в системах операторского класса**

- **Увеличение длины регенерационного участка до 26 км, \varnothing 1,2 мм (затухание на частоте 150 кГц до 42-45 дБ)**
- **Отсутствие необходимости «ручной» настройки оборудования под каждый сегмент кабельной линии**

Общие технические характеристики

- Пользовательский интерфейс 2 Мбит/с: G.703/G.704, 75/120 Ом
- До 12 дистанционно питаемых **регенераторов**
- **Длина регенерационного участка: 17-26 км**
- Конструктивное исполнение (оконечное оборудование):
в кассете 19", стоечное (19" Minirack)
- Универсальная кассета для всех модулей семейств FlexGain и FlexDSL MEGATRANS: **19" Subrack**
- **Индикация на передней панели, все подключения на передней панели**
- Локальное или **дистанционное питание**
- **Локальное или дистанционное управление**

Общий вид системы MEGATRANS



Особенности систем MEGATRANS по сравнению с традиционными системами xDSL

- **Наличие входа/выхода синхронизации
2048 кГц (G.703, 10)**
- **Электропитание: 220 В переменного тока
40,5...72 В постоянного тока
дистанционное**
- **Функция «восстановления» контактов**

Условия эксплуатации

- **Диапазон температур: -5°C...45°C
-40°C...50°C (регенератор)**
- **Относительная влажность: 5%...95%**
- **Безопасность: EN60950**
- **EMV: EN55022**
- **Защита от высокого напряжения/грозозащита**

Регенератор



- Дистанционное питание (ДП) по парам передачи. Ток ДП - 150...220 мА
- Потребляемая мощность - 6,2 Вт
- Небольшие размеры позволяют устанавливать в существующих НУПах
- Используются две пары
- Корпус для наземного или подземного монтажа
- До 12 дистанционно питаемых регенераторов (до 6 с каждой стороны)

- САМАРАНЕФТЕГАЗ
- ОАО «СВЯЗЬТРАНСНЕФТЬ»
- КУБАНЬЭЛЕКТРОСВЯЗЬ
- МВД РФ
- ЦРОС ГА

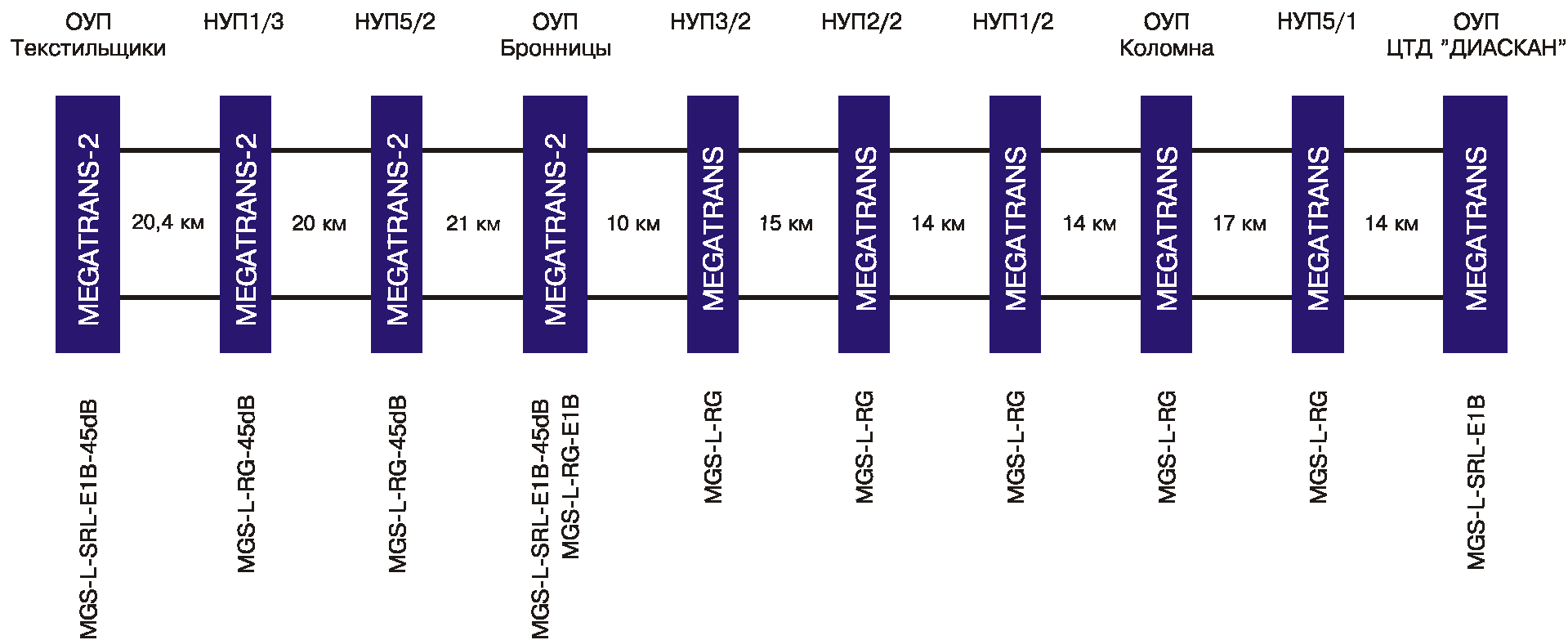
САМАРАНЕФТЕГАЗ

**Заказчик НК ЮКОС для проекта
«Модернизация телекоммуникационной
инфраструктуры «Самаранефтегаз»**



ОАО «СВЯЗЬТРАНСНЕФТЬ»

Схема включения оборудования MEGATRANS на участке Текстильщики- ЦТД «Диаскан»



Результаты измерений параметров кабелей связи

| Участок измерения | Длина (км) | Марка кабеля | № пары | Сопrotивл. изоляции (МОм) | Сопrotивл. шлейфа (Ом) | Емкость (нФ) | Затухание участка (дБ) | Переходное затухание со стороны А, f=150 кГц, дБ |
|--------------------------------|-------------|-----------------------------|----------|---------------------------|------------------------|--------------|------------------------|--|
| Текстильщики - Развилка | 20,4 | МКСБ 4x4x1.2 Кабель № 1 | 5 | 1000 | 600,1 | 503 | -34.0 | -80 |
| | | | 7 | 1000 | 600,1 | 503 | -34.0 | -84 |
| | | МКСБ 4x4x1.2 Кабель № 2 | 5 | 1000 | 600,1 | 503 | -33.8 | -85 |
| | | | 7 | 1000 | 600,1 | 503 | -33.8 | -85 |
| Развилка – НУП 5/2 (Володарка) | 20 | МКСБ 4x4x1.2 Кабель № 1 | 7 | 500 | 548,5 | 480 | -37,5 | -76 |
| | | | 8 | 500 | 548,5 | 480 | -37,5 | -76 |
| | | МКСБ 4x4x1.2 Кабель № 2 | 7 | 500 | 548,5 | 480 | -37,5 | -77 |
| | | | 8 | 500 | 548,5 | 480 | -37,5 | -80 |
| НУП 5/2 - ОУП-Б | 21,0 | МКСБпШп 4x4x1.2 Кабель №1,2 | 7 | >1000 | 658 | 550 | -45.0 | -80 |
| | | | 8 | >1000 | 658 | 550 | -45.0 | -80 |
| ОУП-Б – НУП 3/2 | 10 | МКСБпШп 4x4x1.2 Кабель №1,2 | 7 | >1000 | 315 | 210 | -18. | -82 |
| | | | 8 | >1000 | 315 | 210 | -18. | -82 |

Результаты измерений параметров кабелей связи

| Участок измерения | Длина (км) | Марка кабеля | № пары | Сопротивл. изоляции (МОм) | Сопротивл. шлейфа (Ом) | Емкость (нФ) | Затухание участка (дБ) | Переходное затухание со стороны А, f=150 кГц. дБ |
|-------------------------|------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|------------------------|--------------|------------------------|--|
| НУП 3/2 – НУП 2/2 | 15 | МКСБпШп 4x4x1.2 Кабель №12 | 7 | >1000 | 441 | 400 | - 32 | -80 |
| | | | 8 | >1000 | 441 | 400 | - 32 | -80 |
| НУП 2/2 – НУП 1/2 | 14 | МКСБпШп 4x4x1.2 Кабель №1,2 | 7 | >1000 | 410 | 380 | - 30 | -76 |
| | | | 8 | >1000 | 410 | 380 | - 30 | -76 |
| НУП 1/2 – ОУП-К | 14 | МКСБпШп 4x4x1.2 Кабель №1,2 | 7 | >1000 | 410 | 380 | -30 | -80 |
| | | | 8 | >1000 | 410 | 380 | - 30 | -80 |
| ОУП-К - НУП 5/1 | 17 | МКСБпШп 4x4x1.2 Кабель №1,2 | 7 | >1000 | 480 | 460 | -36 | -74 |
| | | | 8 | >1000 | 480 | 460 | - 36 | -74 |
| НУП 5/1 – ЦТД «Диаскан» | 14 | МКСБпШп 4x4x1.2 Кабель №1,2 | 7 | >1000 | 415 | 390 | -30 | -80 |
| | | | 8 | >1000 | 415 | 390 | - 30 | -80 |

Варианты решения «проблемных» участков:

- ~~• Установка дополнительного НУП~~
- ~~• Выделение двух дополнительных пар~~
- **Установка MEGATRANS-2**

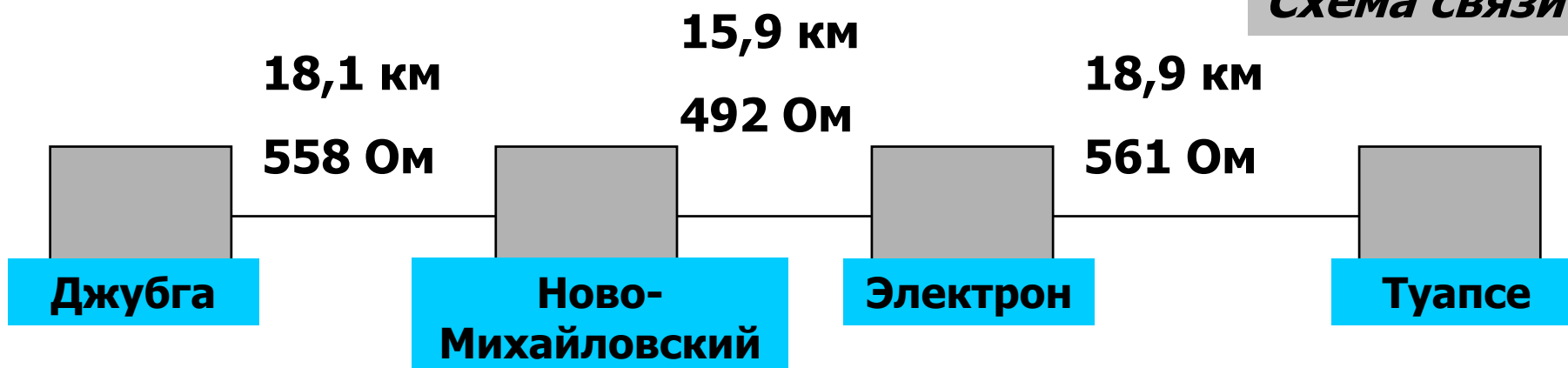
Результат:

- Коэффициент ошибок BER по всему тракту лучше 10^{-8}
- Отсутствуют наводки на системы К-60 n, (6 систем) работающие по соседним парам
- Устойчивость MEGATRANS лучше, чем у К-60 (при аварии система К-60 «зашумела», MEGATRANS продолжал работать)

КУБАНЬЭЛЕКТРОСВЯЗЬ

Тип оборудования: MEGATRANS-S
Модель: NTU-L G.703 (120 Ом)
Тип кабеля: МКСБ 4х4х1.2
Место установки: КУБАНЬЭЛЕКТРОСВЯЗЬ

Схема связи



Аналоговые системы К-60П и К-1020 работают по соседним парам в одном кабеле

| | К-60П | К-1020 |
|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Схема включения | Двухкабельная | Двухкабельная |
| Спектр сигнала, кГц | 12-252 | 312-4900 |
| Уровень передачи | -11,5 дБ | -11,5 дБ |

Результаты на линейной скорости 2064 кбит/с:

- **Измерения ошибок BER: $<10^{-8}$ (на всей линии)**
- **G.826 VBER: $< 0,01$ (на каждом участке)**
- **Noise margin: $> 6,5$ дБ (на каждом участке)**

- Тип оборудования: MEGATRANS-S
- Тип кабеля: МКСБ 4x4x1,2



- Аналоговая система К-60 работает по соседним парам

Результат испытаний :

G.826 BBER : 0,00%

ESR : 0,00%

TIME (S) : 84000

EB : 0

ES : 0

BER : 0

Уровень психофизических шумов в каналах К-60П

| <i>№ группы</i> | <i>№ канала</i> | <i>Без MEGATRANS, дБ</i> | <i>С MEGATRANS, дБ</i> |
|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | -51,5 | -51,5 |
| | 11 | -50 | -50 |
| 2 | 2 | -56,6 | -56,6 |
| | 11 | -56 | -56 |
| 3 | 2 | -52 | -52 |
| | 11 | -62 | -62 |
| 4 | 2 | -61,5 | -61,5 |
| | 11 | -63 | -63 |
| 5 | 2 | -63 | -63 |
| | 11 | -64 | -64 |

- Тип оборудования: MEGATRANS-M
- Тип кабеля: МКСАШП 4х4х1,2



• **Две аналоговые системы К-60 работают по соседним парам**

Результат испытаний :

G.826 BBER : 0,00%

ESR : 0,00%

TIME (S) : 251839

EB : 10

ES : 7

BER : 10^{-9}

Выводы опыт инсталляций

Результаты испытаний оборудования MEGATRANS показывают, что при одинаковых прочих условиях MEGATRANS имеет следующие преимущества:

- ***Полное отсутствие влияния на аналоговые системы передачи***
- ***Почти полное отсутствие влияния на MEGATRANS со стороны аналоговых систем***
- ***MEGATRANS - гибкое решение***, которое позволяет адаптировать систему в условиях использования медного кабеля плохого качества

MEGATRANS

Особенности MEGATRANS-2

- **Большая длина регенерационного участка:**
до 26 км (с АОКС)
- **Независимость от технологии передачи**
- **Дополнительные функции:**
 - *управление*
 - *служебная связь*
 - *телемеханика*

MEGATRANS-2

Сравнительные испытания оборудования MEGATRANS и MEGATRANS-2

- Кабель: МКСБ 4х4х1,2
- Длина 22 км
- Затухание: 45 дБ
- Изоляция: 90 кОм

| | <i>MEGATRANS</i> | <i>MEGATRANS-2 (с АОКС)</i> |
|---------------|------------------|---------------------------------|
| <i>EB</i> | <i>598500</i> | <i>11</i> |
| <i>ES</i> | <i>25889</i> | <i>9</i> |
| <i>BBER %</i> | <i>42,75</i> | <i>0</i> |
| <i>ESR %</i> | <i>30,82</i> | <i>0,01</i> |
| <i>Time</i> | <i>84000</i> | <i>84000</i> |

Сравнительные характеристики оборудования DSL, работающего по 2-м парам

| Серия оборудования | Тип линейного кода | Перекрываемое затухание в линии (на частоте 150 кГц) | Наводки на аналоговую аппаратуру с ЧПК типа К-60 |
|---------------------------|--|--|--|
| HDSL 2B1Q | 2B1Q стандарт, 2 пары | 27 дБ | Есть |
| HDSL CAP64 | 64 стандарт, 2 пары | 31 дБ | Есть |
| MEGATRANS-S, M (без АОКС) | CAP multi-rate MEGATRANS, 2 пары, | 36 дБ | Нет |
| MEGATRANS-2L (с АОКС) | CAP multi-rate MEGATRANS, 2 пары, АОКС | >42 дБ | Нет |

Общие положения

- Если не требуется совместимость с аналоговыми системами передачи и нет необходимости в установке большого числа регенераторов с дистанционным питанием - не нужно использовать MEGATRANS-2L
- Системы MEGATRANS-S и MEGATRANS-M теперь поставляются в варианте "Plug and Play"
- MEGATRANS-2L - для каждой секции кабеля больше не требуется специальная настройка оборудования (только 2 варианта: "с АОКС" или "без АОКС")
- Существует множество типов кабеля и специфических местных условий, а также большое число различных конфигураций MEGATRANS-2L, и только прошедшие обучение специалисты могут произвести правильную конфигурацию и настройку системы

Этапы работ MEGATRANS-S(M)

- 1** **Запрос/выставление счета**
- 2** **Поставка оборудования**

Этапы работ MEGATRANS-2L

- 0** Подготовка ответов о параметрах линии в соответствии с типовыми вопросами
- 1** Составление предварительной спецификации оборудования
- 2** Предпроектные исследования / выезд инженерного персонала для проведения предварительных обследований и измерений на линиях Заказчика
- 3** Уточнение спецификации на основе данных предпроектных исследований
- 4** Изготовление оборудования

Этапы работ MEGATRANS-2L

- 5** Поставка и монтаж оборудования
- 6** Приемка монтажа подготовленным инженерным персоналом
- 7** Запуск всей системы / при необходимости - устранение проблем
- 8** Обучение эксплуатирующего персонала
- 9** Приемочные испытания (сдача объекта)

Данные, предоставляемые заказчиком на этапе "0"

- 1. Схема трассы с указанием расположения НУПов и ОУПов, включая километраж между ними и марку кабеля**
- 2. Для каждого регенерационного участка:**
 - 2.1. Количество проложенных кабелей и количество свободных пар в каждом из них**
 - 2.2. Типы систем, работающих по соседним парам в кабеле, их количество, схема включения (двухкабельная/однокабельная), спектр передачи для каждого направления и уровень передачи**
- 3. Тип помещения, наличие электропитания и климатические условия (температура, влажность) - для каждого пункта**
- 4. Количество необходимых каналов/потоков E1, их назначение (что будет соединяться), необходимость преобразования в каналы ТЧ или передачи данных, требуемые пользовательские интерфейсы**

Данные, предоставляемые заказчиком на этапе "0"

5. Результаты измерения параметров кабельных пар для всех участков:

**Параметры для кабельных пар
для регенерационных участков MEGATRANS
Кабель типа _____**

Сопротивление шлейфа: $R_{шл} < \text{___} \text{ Ом}$
Сопротивление изоляции: $R_{a6} > \text{___} \text{ МОм}, R_{a-з} > \text{___} \text{ МОм}$
Ёмкость пары: $C_{a6} < \text{___} \text{ нФ}, C_{aз} < \text{___} \text{ нФ}$
Рабочее затухание: $A_p < \text{___} \text{ дБ на частоте 150 кГц}$
Переходное затухание на ближнем конце:
 $A_n > \text{___} \text{ дБ на частоте 150 кГц}$

Партнерская политика

- **Продажа и разработка предварительной спецификации осуществляются специалистами НТЦ НАТЕКС или прошедшими коммерческий трейнинг Системными Интеграторами**
- **Подготовка технических специалистов строительно-монтажных организаций (Системных Интеграторов) по инсталляции проводится на базе учебного центра НТЦ НАТЕКС**
- **Прошедшие обучение Авторизованные Системные Интеграторы имеют право проводить комплекс работ по инжинирингу**

MEGATRANS

Оборудование линейного тракта (ОЛТ)

MEGATRANS-S

Система без регенераторов:

NTU-L - - - NTU-L

MEGATRANS-M

Система с одним регенератором:

LTU-R - - - Регенератор - - - LTU-R

MEGATRANS-2L

Система с регенераторами (до 12):

LTU-L+LIU-2+RPSU - - - N Регенераторов - - - LTU-L+LIU-2+RPSU

Оптимальное решение для многих приложений

- **Внутризоновая связь для операторов ТфОП**
- **Технологическая связь для предприятий транспорта нефти, газа, продуктов химической промышленности**
- **Построение линий телефонной связи и передачи данных для предприятий железнодорожного транспорта и энергетики**

**Более 10 000 км цифровых трактов
с использованием MEGATRANS
уже находится в эксплуатации !**