

# Как передавать «канальный трафик» и потоки E1 через две независимые сети Ethernet.

*В последнее время, в течение квартала, видел несколько разных задач организации связи, для которых требовалось одно и то же решение. В результате решил написать эту статью.*

## **Вопрос:**

Как передать «интерфейсные каналы связи», или поток E1 по схеме «1+1» через две разные, отдельные, сети Ethernet.

## **Примеры задач:**

. Передать E1 через Ethernet, по схеме «1+1», через «сеть Ethernet построенную на ВОЛС» и «Радио Мосте Ethernet»;

. Передать E1 через Ethernet, по схеме «1+1», через две отдельные сети Ethernet;

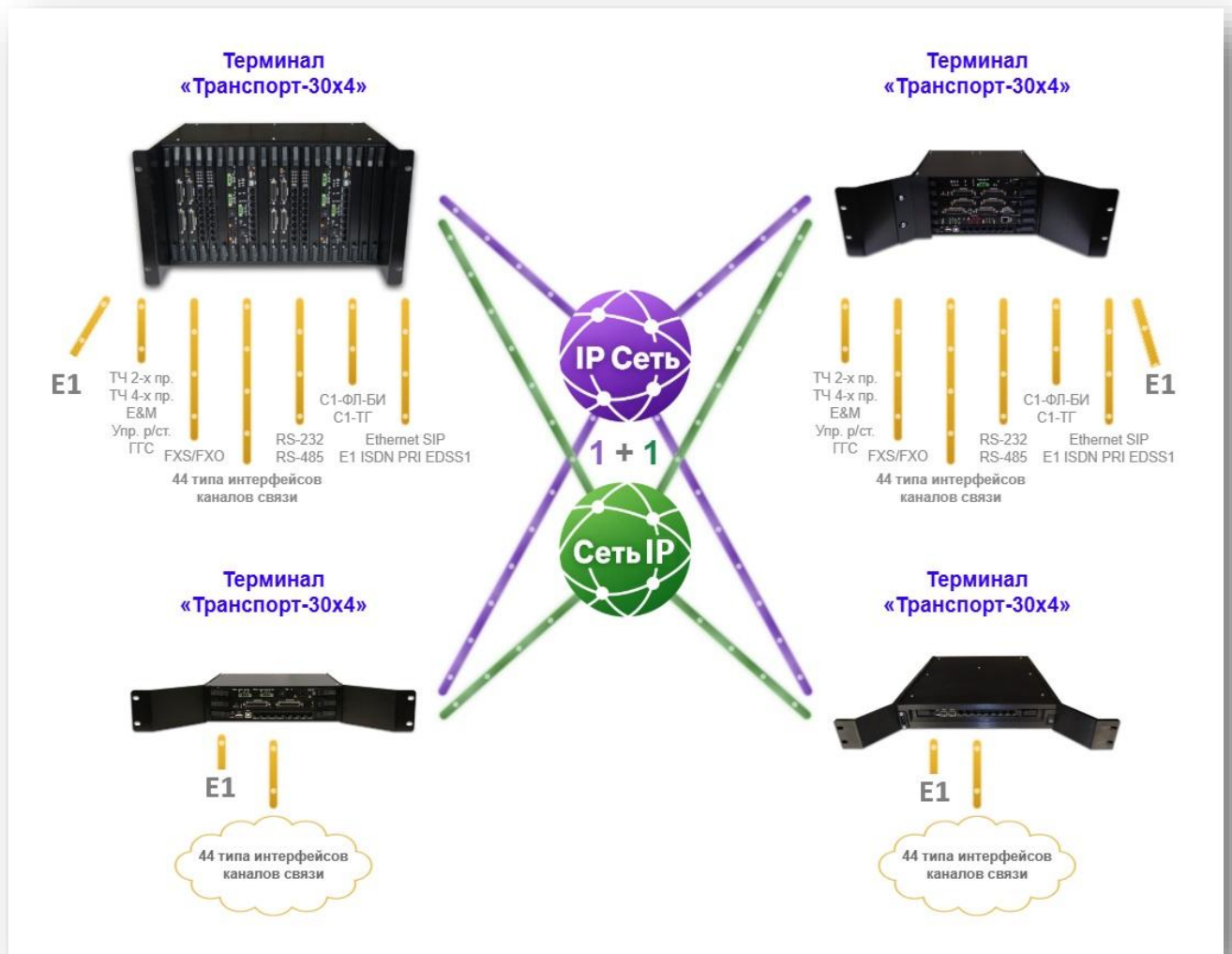
. Передать E1 через два разных межсетевых экрана.

. Как передать E1 и канальный трафик через Ethernet и при этом разделить сети Ethernet, не используя функции маршрутизаторов Ethernet, обеспечить минимальную задержку прерывания связи в случае аварии «сети передачи Ethernet», иметь минимальные требования к функциональности маршрутизаторов Ethernet.

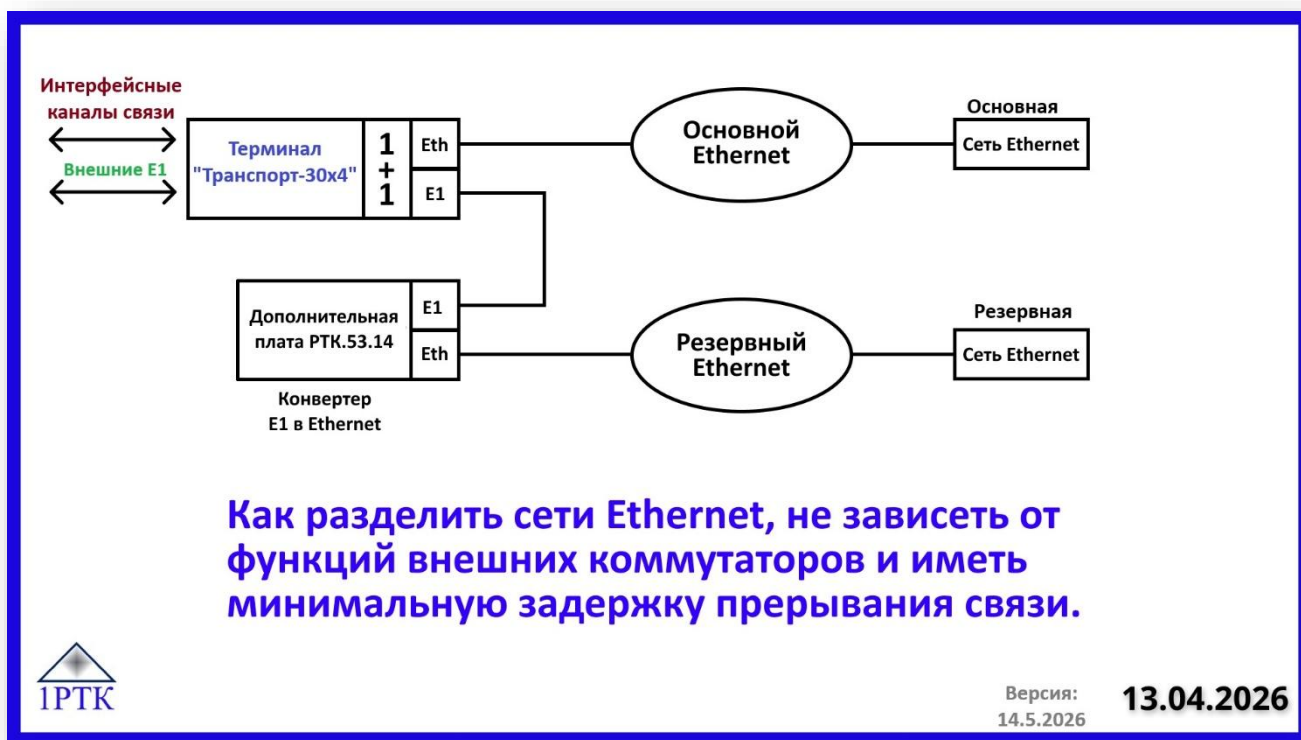
Некоторые термины, описанные в этой статье приведены в конце статьи.

**Решение:**

**Схема организации связи.**



Как разделить сети Ethernet по схеме «1+1», или по схеме «1+1+1», и т.д. показано на рисунке ниже.



В корпус терминала «Транспорт-30х4» можно установить в свободные места, кроме основной «платы управления и магистральных потоков» типа РТК.53.14, - дополнительные платы РТК.53.14, которые будут работать как «кросс-коммутатор потоков E1».

Для подробностей читайте по ссылке на этой странице

[Телекоммуникационная платформа "Транспорт-30х4"](#)

статью

[Как построить кросс-коммутатор каналов ОЦК \(64кбит/с\) и потоков E1.](#)

На рисунке выше показано решение, когда в корпус терминала «Транспорт-30х4», установлена дополнительная плата РТК.53.14.

«Интерфейсные каналы связи» и «внешние потоки E1» передаем в [виртуальных потоках E1](#), по схеме «1+1» через «Ethernet + E1». Созданный таким образом поток E1, передаваемый в резервном направлении связи «+1», подключаем к дополнительной плате РТК.53.14, которая передает этот поток E1 через Ethernet.

В итоге «Интерфейсные каналы связи» и «внешние потоки E1» передаем в [виртуальных потоках E1](#), по схеме «1+1» через «Ethernet + Ethernet» - через две отдельные, независимые сети Ethernet.

#### Примечание.

Схема, показанная на рисунке, выше позволяет передавать до 6-ти [виртуальных потоков E1](#) по схеме «1+1».

#### Пример 1.

Четыре виртуальных E1 передаваемых через Ethernet сформированы из канального трафика – 120 «интерфейсных каналов связи» с различными типами интерфейсов, два виртуальных E1 сформированы из двух «внешних E1». Данная схема позволит передать 6-ть виртуальных E1 по схеме «1+1» через «Ethernet+Ethernet».

#### Пример 2.

Четыре виртуальных E1 сформированы из 4-х «внешних E1», канального трафика нет. Данная схема позволит передать четыре виртуальных E1 по схеме «1+1» через «Ethernet+Ethernet».

Польза этого решения:

- минимальное время прерывания связи в случае исчезновения одной из сетей Ethernet;
- минимальные требования к внешним терминалам, на которых построены сети Ethernet (маршрутизаторы, коммутаторы);
- простота эксплуатации (не требуется делать специальные настройки внешних терминалов, на которых построены сети Ethernet);
- выгодное решение с точки зрения ресурсов.

Решение можно масштабировать для передачи любого количества «интерфейсных каналов связи» и «внешних потоков E1».

Можно строить 100% резервированные системы связи.

Можно строить сети связи для передачи трафика по схеме «1+1», «1+1+1», и т.п. для передачи интерфейсных каналов связи и «внешних потоков E1» через разные среды передачи.

Например:

- «ВОЛС + Радио Мост Ethernet»;
- «ВОЛС + ВОЛС + Радио Мост Ethernet»;
- т.п.

Если у вас есть непонимание данных, описанных в настоящей статье, или задача организации связи, звоните в 1РТК уладим это путем общения.

## . Термины, использованные в этой статье.

**«Интерфейсные каналы связи»** — это каналы связи с различными интерфейсами, используемыми в отрасли «связь» в России и СНГ, традиционно передаваемые через каналы потока E1.

Например:

ТЧ – 2х проводные;

ТЧ – 4х проводные;

АК – абонентские комплекты (Fxs);

СК – станционные комплекты (Fxo);

E&M;

RS-232;

RS-485;

и другие.

**Схема «1+1»** - термин «1+1» обозначает резервированную передачу сигнала по двум отдельным маршрутам, между двумя, разнесенными в пространстве, пунктами связи.

Основной сигнал передается по маршруту «1», а его точная копия по маршруту «+1».

Приемники сигналов в обоих пунктах связи контролируют качество приема сигналов, полученных по маршруту «1» и маршруту «+1», и считают достоверным сигнал, имеющий коэффициент ошибок в пределах допустимого значения.

**Коэффициент ошибок** (Кош) – коэффициент ошибок показывает качество передачи цифрового сигнала через систему связи, терминал связи, линию связи, [коммуникационную линию](#).

Коэффициент ошибок отражает качество работы системы связи, терминала связи, линии связи.

Коэффициент ошибок отражает качество связи.

Коэффициент ошибок рассчитывается по формуле:

$$\text{Кош} = (\text{количество объектов данных, переданных с ошибкой}) / (\text{общий объем переданных данных}).$$

Часто измеряют битовые ошибки, сравнивая принятый цифровой сигнал с переданным ранее цифровым сигналом, содержащим псевдослучайную последовательность, сформированную по определенному алгоритму.

В этом случае Кош называют «коэффициентом битовых ошибок» (Bit Error Rate).

Коэффициент битовых ошибок (BER) показывает отношение количества ошибочно принятых битов информации к общему числу переданных битов за определенный интервал времени.

Коэффициент ошибок на практике измеряют следующим образом.

- . Начинают измерение количества «объектов данных, переданных с ошибкой» с помощью специальных технических средств – например счетчика ошибок.
- . Завершают измерение количества ошибок.
- . Фиксируют измеренное количество ошибок.
- . Фиксируют время измерения Кош.
- . Рассчитывают объем переданных данных за время измерения.
- . Оценивают коэффициент ошибок.

### Пример 1.

Поток E1.

Скорость передачи 2.048 кбит/с.

За 15 минут тестер потока E1 зафиксировал 5 битовых ошибок.

$$K_{\text{ош}} = 5 / (15 * 60 * 2.048 * 1000) = [\text{бит} / (\text{с} * \text{бит} / \text{с})] = 2.7 * 10^{-6} = 2.7E-6$$

Как оценить, насколько приемлемо такое качество передачи для системы связи.

### Международные оценки качества связи.

Нормы коэффициента ошибок E1 определяются международными рекомендациями ITU-T G.821 (для каналов 64 кбит/с) и G.826 (для трактов от 2 Мбит/с и выше).

Вот оценки качества связи для определенных значений Кош согласно этим рекомендациям, при измерении коэффициента битовых ошибок (BER) передачи потока E1:

#### Нормальное (Excellent):

Коэффициент битовых ошибок (BER) должен быть лучше  $1 \cdot 10$  в степени  $-8$  (лучше  $1E-8$ ).

При таком уровне канал считается идеальным.

#### Стабильное:

Если Кош (BER) лучше  $1 \cdot 10$  в степени  $-6$  (лучше  $1E-6$ ).

#### Ухудшенное (Degraded Minute — DM):

Если BER лучше  $1 \cdot 10$  в степени  $-3$  (лучше  $1E-3$ ), но хуже  $1 \cdot 10$  в степени  $-6$  (хуже  $1E-6$ ).

DM показатель качества связи (согласно рекомендации ITU-T G.821), который измеряет качество передачи за минуту: если в течение минуты ошибок было «много», но связь не обрывалась совсем, такая минута помечается в отчетах оборудования, как DM.

Минута считается деградированной, если в течение 60 секунд коэффициент битовых ошибок (BER) был в диапазоне больше  $1 \cdot 10$  в степени  $-6$ , но меньше  $1 \cdot 10$  в степени  $-3$ .

#### Критическое («Severely Errored» - критические ошибки).

За одну секунду с таким BER происходит потеря синхронизации кадра (LOF – Lost of frame), и канал считается неработоспособным (SES — Severely Errored Second «секунда со значительными ошибками»):

Если Кош (BER) хуже  $1 \cdot 10$  в степени  $-3$  (хуже  $1E-3$ ).

Это значит, что за одну секунду было повреждено более 2048 бит (в потоке 2 Мбит/с).

Потеря синхронизации (Loss of Frame).

Если оборудование «потеряло» структуру кадра, оно не может распознать данные, и вся эта секунда записывается в счетчик SES.

Почему SES — это важно (в отличие от обычных ошибок):

Обычная ошибка (ES — Errored Second):

В секунде проскочил 1 «битый» бит. Вы услышали щелчок в трубке, но разговор продолжается.

Критическая ошибка (SES):

Данных потеряно так много, что терминал связи (ATC или роутер) часто прерывает соединение, происходит обрыв связи или слышен автоответчик.

Последствия накопления SES:

Накопление SES напрямую влияет на доступность канала:

если фиксируется 10 SES подряд, канал официально переходит в состояние Недоступный (Unavailability).

С этого момента считается время простоя (Downtime), за которое провайдеры обычно платят штрафы по SLA. SLA (Service Level Agreement) — это «Соглашение об уровне качества предоставления услуги» - официальный документ (часто приложение к контракту) между провайдером связи и клиентом, в котором прописано, насколько качественно должен работать канал и что будет провайдеру, если он эти нормы нарушит.

Фиксация 10 SES подряд «включает» счетчик недоступности, который нарушает SLA.

**Нет связи:**

Фиксация 10 SES подряд.

**Оценки Кош в России** регламентируются Приказом Минсвязи РФ №92 (от 10.08.1996) и РД 45.047-99.

### **Оценки коэффициента битовых ошибок (BER). Оценки качества связи в России.**

#### **Нормальное (Excellent):**

Кош (BER) лучше  $1 * 10$  в степени -7.

#### **Ухудшенное (Degraded):**

Кош (BER) лучше  $1 * 10$  в степени -3, но хуже  $1 * 10$  в степени -6.

#### **Авария (Unacceptable/Failure):**

Кош (BER) хуже  $1 * 10$  в степени -3. При таком уровне работа канала считается невозможной.

### **Эксплуатационные показатели (ES и SES).**

Нормы на временные интервалы с ошибками (в расчете на месяц или сутки):

#### **ES (Errored Seconds):**

Секунды, содержащие хотя бы одну ошибку. Для магистральных сетей доля таких секунд не должна превышать примерно 4-8% от общего времени измерения.

#### **SES (Severely Errored Seconds):**

Секунды с Кош (BER) хуже  $1 * 10$  в степени -3. Допустимое количество SES обычно менее 0,1-0,2% от общего времени измерения.

### **Специфические нормы по типам среды передачи.**

#### **Для ВОЛС (оптика):**

Долговременная норма BER должна быть не хуже  $1 * 10$  в степени -10.

#### **Для радиорелейных и спутниковых линий:**

Допускается временное ухудшение до  $1 * 10$  в степени -6 из-за погодных условий.

#### **Для старых медных линий или радиорелейных систем на этапе технического обслуживания:**

$1 * 10$  в степени -7.

### **Оценки Кош «1РТК».**

«1РТК» производит первичные мультиплексоры с 1996 года, оптические мультиплексоры с 1998 года.

В «1РТК» применяют следующие оценки качества связи для потока E1.

#### **Надежная.**

Кош (BER) лучше  $1.8 * 10$  в степени -11.

В течение суток не зафиксировано ни одной битовой ошибки.

#### **Нормальная.**

Кош (BER) лучше  $1 * 10$  в степени -10.

В течение 1 часа 22 минут не зафиксировано ни одной битовой ошибки.

#### **Налаженная.**

Кош (BER) лучше  $1 * 10$  в степени -9.

В течение 9 минут не зафиксировано ни одной битовой ошибки.

#### **Авария.**

Кош (BER) хуже  $1 * 10$  в степени -9.

В течение 9 минут зафиксирована одна битовая ошибка или более.

В нашем примере №1, К ош =  $2.7 * 10^{-6}$  в степени -6.

В соответствии с международными нормами качество – Ухудшенное.

В соответствии с российскими нормами качество – Ухудшенное.

В соответствии с оценкой «1РТК» – Авария.

## **Пример 2.**

Сколько времени коэффициент битовых ошибок должен быть равен 0, чтобы качество передачи соответствовало оценке «нормальное» при передаче потока Е1 через ВОЛС.

Международная оценка качества передачи «нормальное» - Кош (BER) должен быть лучше  $1 * 10^{-8}$  в степени -8. Кош должен быть равен 0 в течение 8 минут и 8 секунд (488 секунд).

Российская оценка качества передачи «нормальное» - Кош (BER) должен быть лучше  $1 * 10^{-7}$  в степени -7. Кош должен быть равен 0 в течение 5 секунд.

Российская оценка качества передачи «нормальное» для ВОЛС - Кош (BER) должен быть лучше  $1 * 10^{-10}$  в степени -10. Кош должен быть равен 0 в течение 1 часа 22 минут (82 минуты).

В соответствии с оценкой «1РТК» нормальное качество связи присутствует при наличии Кош равным нулю в течение 1 часа 22 минут (82 минуты).

*Опубликовано на сайте 1РТК: 12.05.2026 18:31*