

Общие принципы синхронизации транспортных сетей

Лекция 5

Синхронизация

- Синхронизация – это подстройка собственных колебаний одной системы под колебания другой системы или установлении ими общих (усредненных) колебаний
- Синхронизация телекоммуникационных сетей – это средство обеспечения **качества передачи**

- Все телекоммуникационные системы использующие принцип временного уплотнения (ВРК) нуждаются в синхронизации, *(т.к каждый импульс должен быть считан в четко определенный момент времени. Если момент считывания произойдет чуть раньше или чуть позже – это приведет к появлению ошибки)*

Транспортные технологии с точки зрения синхронизации

Синхронный режим передачи (СРП):

- ИКМ
- **PDH**
- SDH, SONET, NG-SDH
- ЦАТС КК, MSC 2G

Сеть тактовой синхронизации (ТСС) нужна

Ограниченное использование ТСС

Асинхронный режим передачи (АРП):

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

Сетевая синхронизация не требуется
(Генераторное оборудование не связано)

Формально пакетные системы не нуждаются в синхронизации. Но если по ним передается чувствительная к задержкам информация (речь или видео в реальном времени) то проблему синхронизации надо будет решать.

Для этого существуют специальные технологии – синхроэзернет, 1588 v2

Влияние синхронизации на качество передачи

Влияющие факторы:

1. Ошибки кодирования
2. Помехи на линии
3. Сбои при переключении оборудования
4. Старение оборудования
5. Изменение окружающей температуры
6. Скачки электропитания



Ухудшение
качества

синхронизации



Проскальзывания



Ухудшение
качества

трафика



Влияние на различные виды связи



Телефония:
ухудшение
качества



Факс:
потеря
части
текста



Видео:
искажение,
замораживание

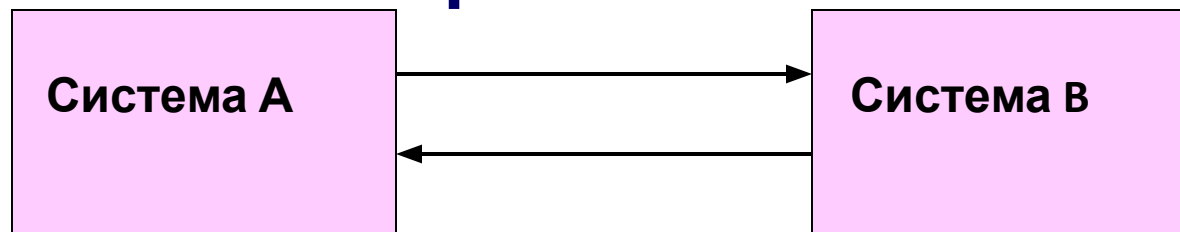


Данные:
снижение
пропускной
способность

Задачи синхронизации

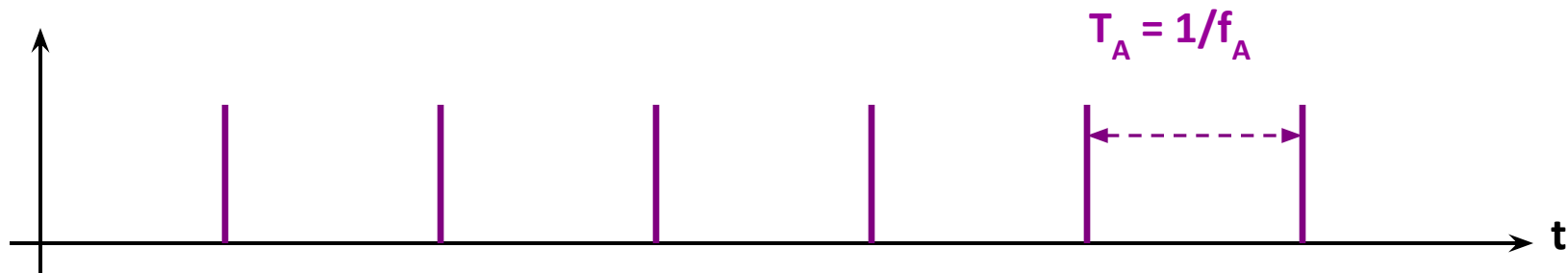
- **Тактовая сетевая синхронизация (ТСС)** – поддержание долговременной точности и стабильности тактовых сигналов в разных точках сети с целью стабилизации частот генераторов сетевых элементов
- **Цикловая синхронизация и синхронизация пакетов** – определение в потоке бит с цикловой или пакетной структурой начала и конца информации от различных источников для ее правильного распределения на приеме
- **Распределение эталонных сигналов** – распределение эталонных сигналов по элементам сети связи

Частотная синхронизация – синхронизация частот передатчика и приемника

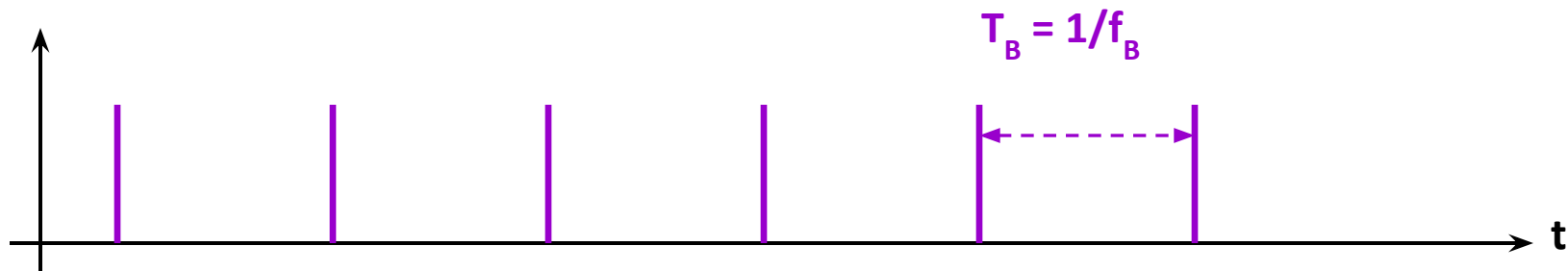


$$f_A = f_B$$

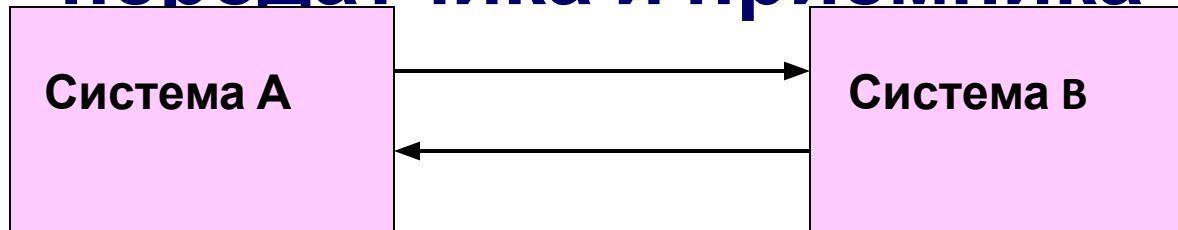
Сигнал системы А



Сигнал системы В



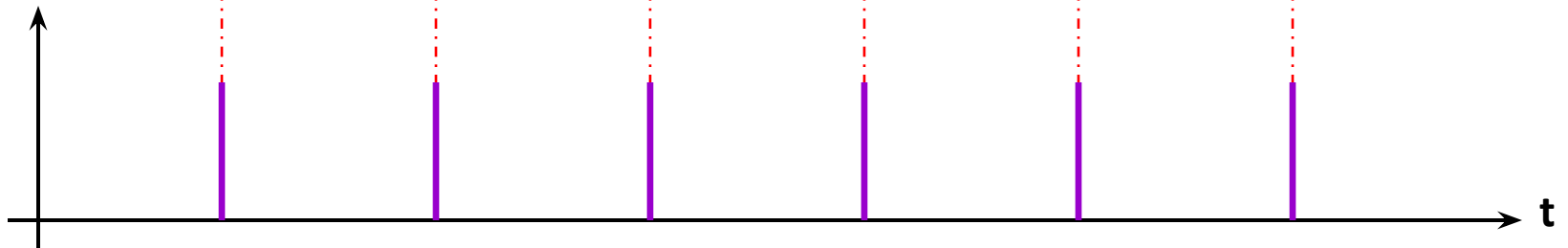
Фазовая синхронизация – синхронизация фаз сигналов передатчика и приемника



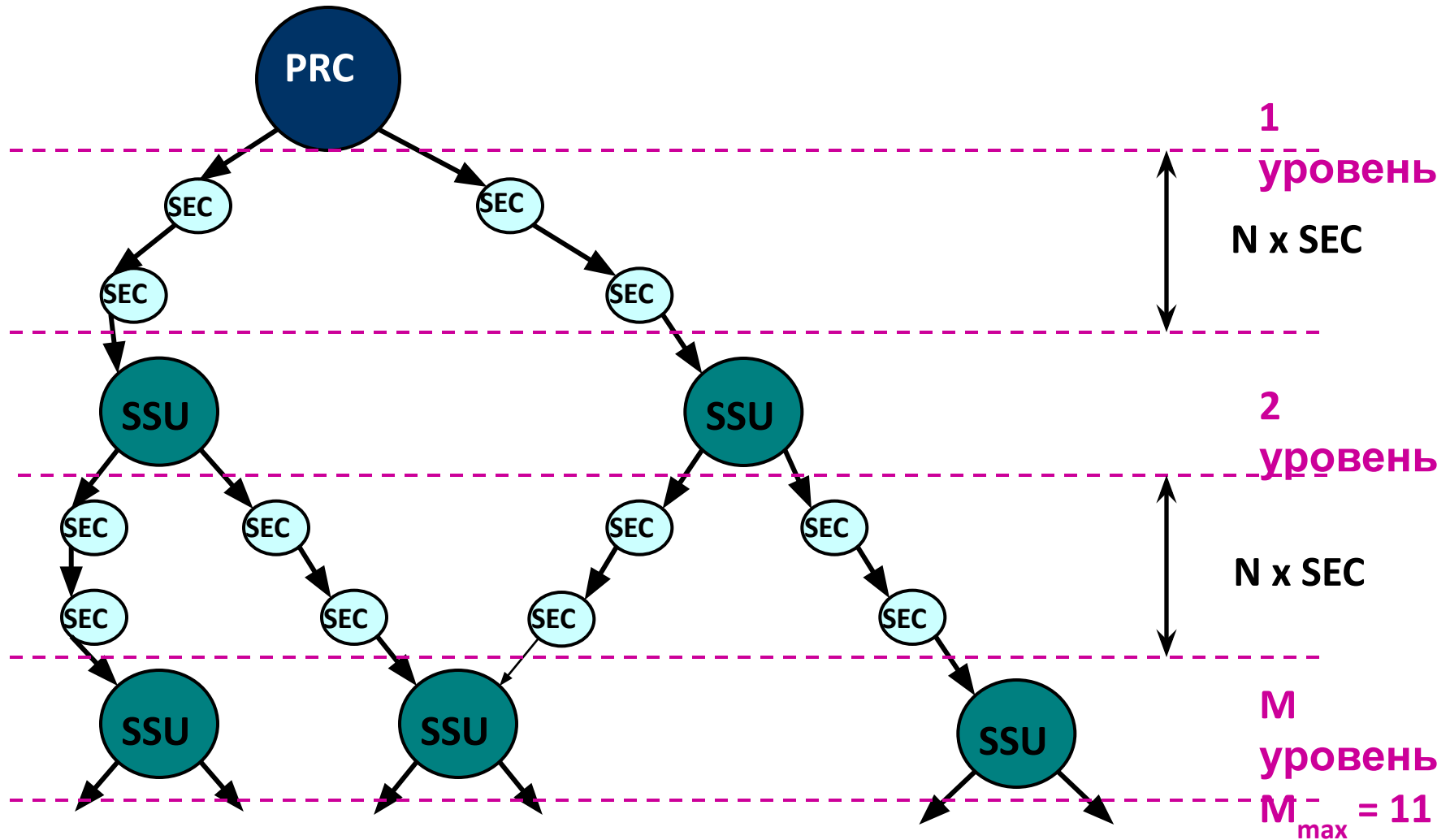
Сигнал системы А



Сигнал системы В

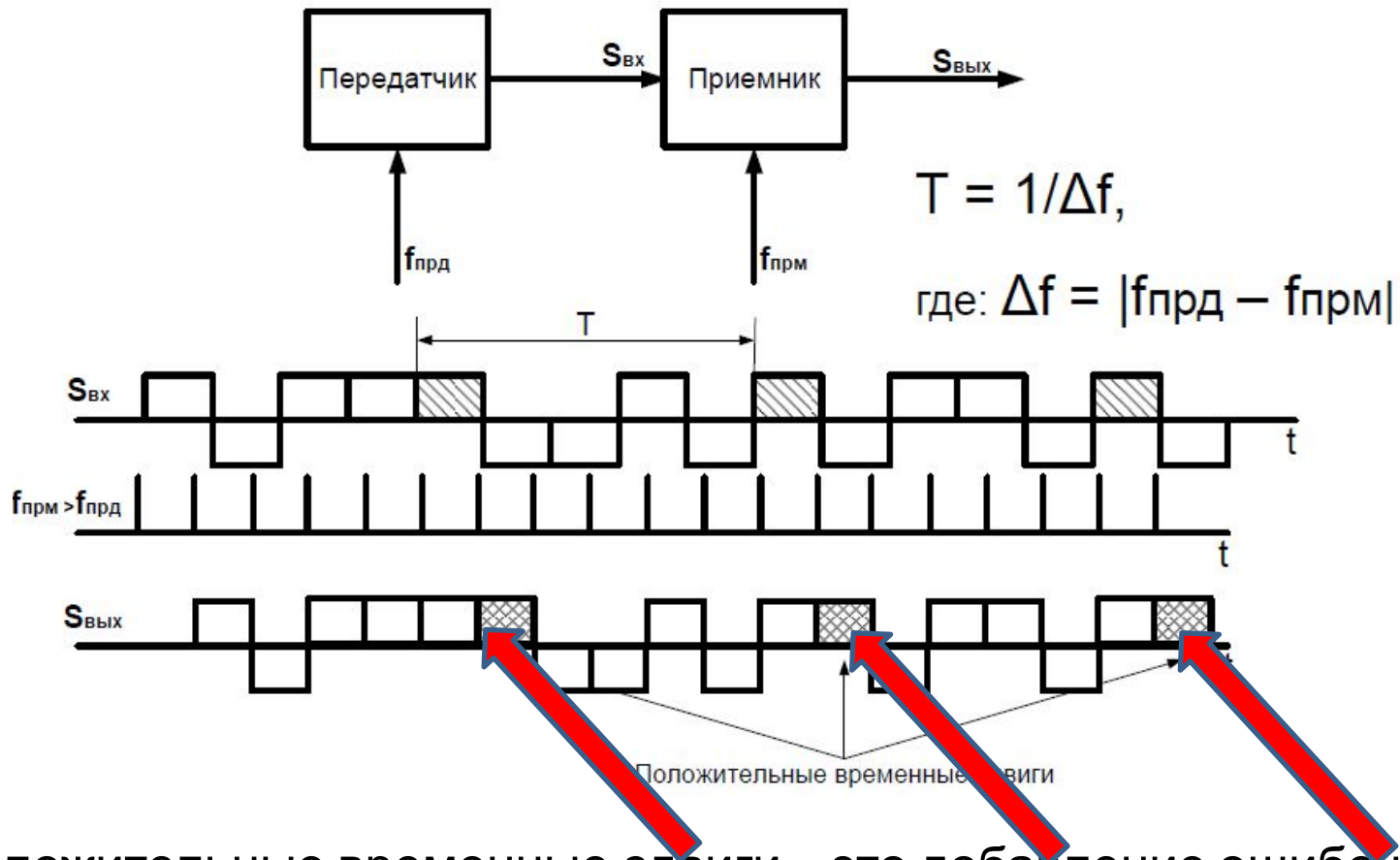


Распределение эталонных сигналов



$N_{\max} = 20$
Общее $N_{\max} =$

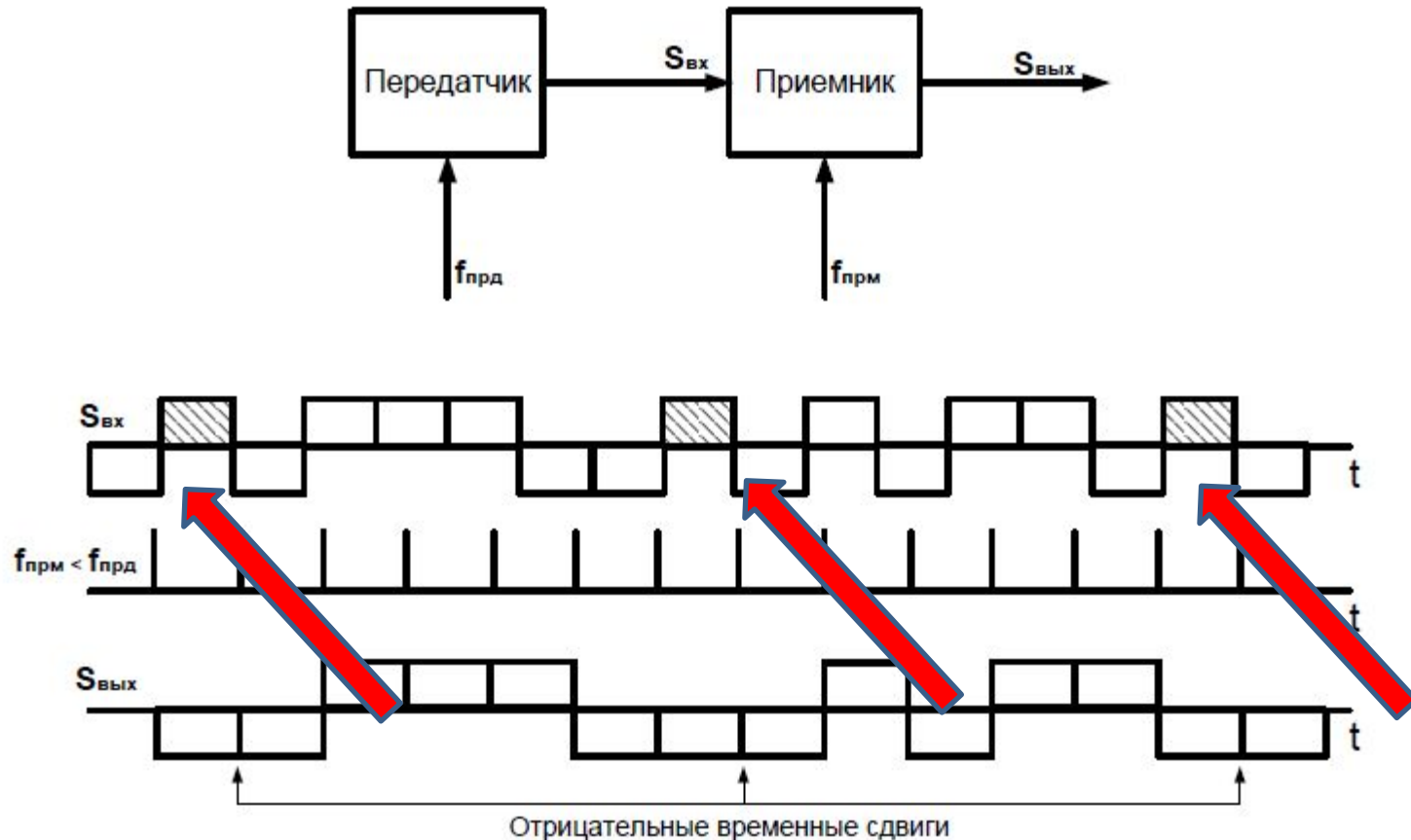
Положительный временной сдвиг



- Положительные временные сдвиги – это добавление ошибочных символов в структуру цифрового потока, что приводит к потере цикловой синхронизации и, соответственно, ошибкам

Отрицательный временной

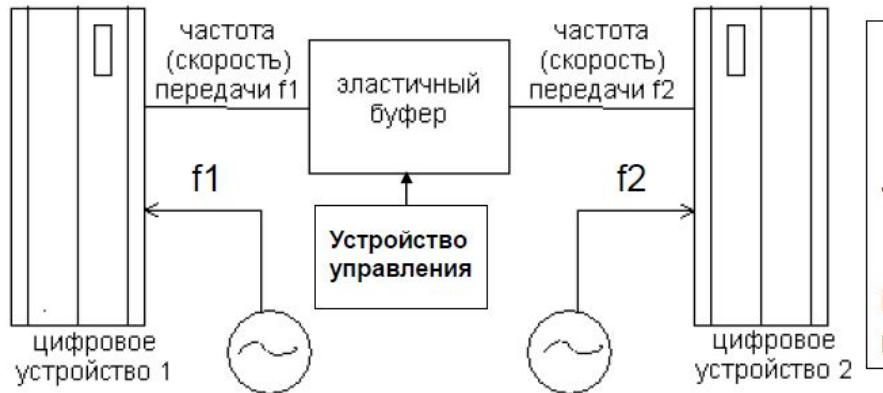
СЛВИГ



- Отрицательные временные сдвиги – это исключение символов из структуры цифрового потока, что также приводит к потере цикла и ошибкам

Слип (проскальзывание)

Емкость буфера кратна циклу передачи

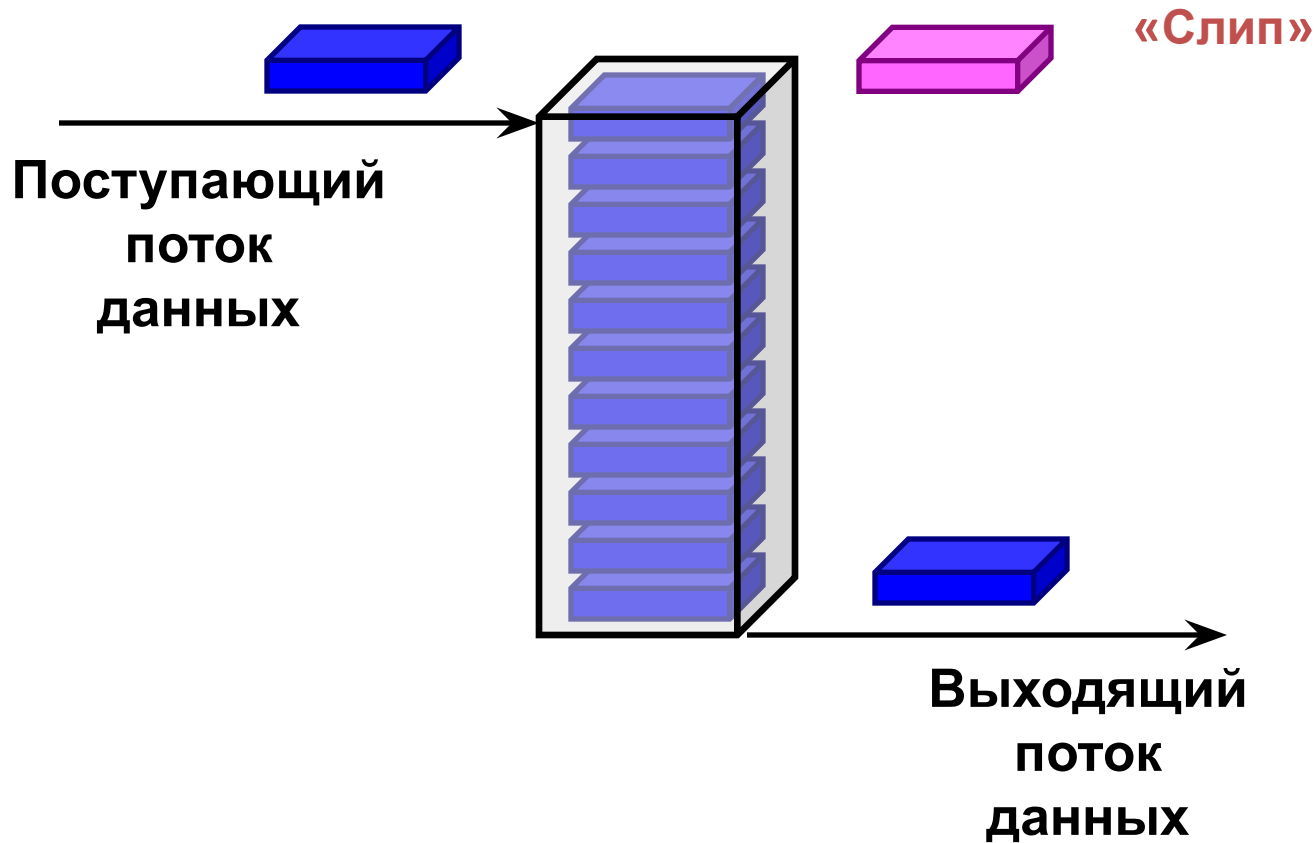


- Слип – это управляемый временной сдвиг
- Применяются, когда невозможно обеспечить тактовую синхронизацию, например, при соединении двух сетей с автономной синхронизацией.
- при переполнении буфера ($f_1 > f_2$) устройство управления сбрасывает буфер в ноль, исключая передачу блока символов, длиной кратной циклу передачи цифрового потока
- при опустошении буфера ($f_1 < f_2$) происходит остановка считывания на количество тактов, кратное циклу передачи

•

Что такое «слип»?

«Слип» возникает тогда, когда буфер переполнен или не заполнен из-за несинхронной работы на приеме и на передаче.



Влияние слипов на качество связи

- **Телефония:** Одно проскальзывание приводит к появлению щелчка в трубке. Обычно несколько щелчков в минуту дает вполне приемлемое качество телефонной связи **Факс:** единичное проскальзывание приводит к нарушению качества или потерям строк сообщения факса. Проскальзывание может приводить к нарушениям в передаче до восьми строк сообщения, что соответствует двух миллиметрам по вертикали **Передача данных:** потеря части данных, что требует их повтора. Современные протоколы делают это автоматически. Однако, это снижает скорость передачи. **Видеосвязь:** проскальзывания вызывают деградацию качества видеозображения в виде пропадания кадра или его замирания на период до 6 секунд. **Специальные сети с шифрованием:** даже одно проскальзывание приводит к потере ключа. Повторы не допускаются. Управляемые временные сдвиги существенно влияют на качество современных услуг связи. Уменьшение их влияния (частоты появления) достигается за счет высокой стабильности частот опорных генераторов

Режимы
синхронизации

Синхронный

в идеале
нет
проскаль-
зываний

Псевдо-
синхронный
точность
установки
частоты
 $1 * 10^{-11}$

не более
одного
проскаль-
зывания за
70 суток

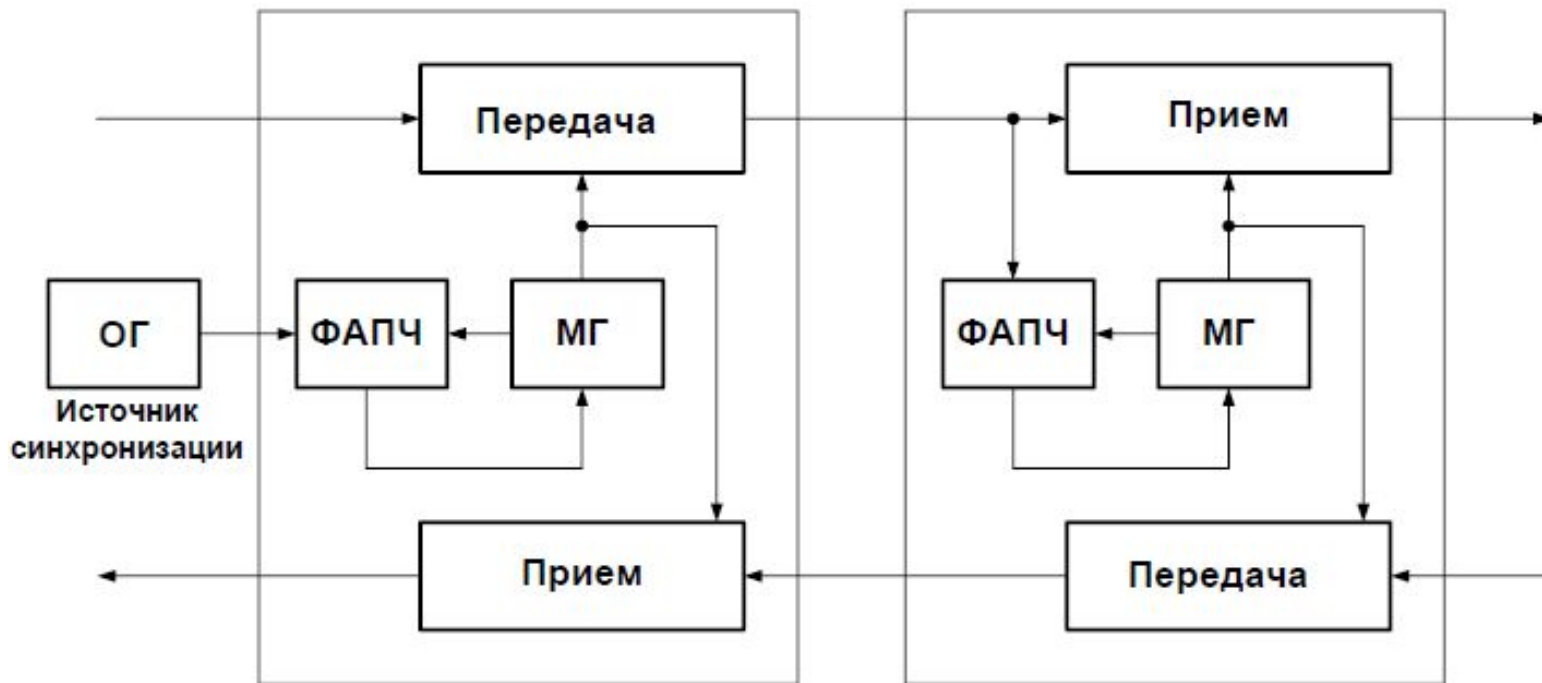
Плезио-
хронный
точность
установки
частоты
 $1 * 10^{-9}$

не более
одного
проскаль-
зывания за
17 часов

Асинхрон-
ный
точность
установки
частоты
 $1 * 10^{-5}$

не более
одного
проскаль-
зывания за
7 секунд

Синхронный режим



- Синхронный режим является нормальным режимом работы цифровой сети, при котором проскальзывания носят только случайный характер. Этот режим обычно используется в пределах достаточно обширных географических регионов, границы которых во многих случаях совпадают с границами национальных цифровых сетей государств средних размеров.

Плезиохронный режим

- Плезиохронный режим работы возникает когда источник синхросигнала ведомого узла теряет возможность внешней синхронизации вследствие отказов как основного, так и всех резервных путей синхронизации. В этом случае источник переходит в так называемый режим удержания (holdover mode), при котором запоминается частота сети принудительной синхронизации

Асинхронный режим

Асинхронный режим характеризуется
значительно большим расхождением частот
генераторов, при котором, однако, еще не
нарушается трафик. Необходимые для этого
пределы МСЭ-Т еще не установлены. Вместе с
тем известно, что для передачи общего сигнала
индикации аварийного состояния
относительное расхождение частот не должно
превышать $2 * 10^{-5}$.

Качество каналов синхронизации

Информация о качестве синхросигнала передается в байте S заголовка кадра SDH

| Код (S1) | Порядок | Качество | Уровень синхронизации |
|-----------------|----------------|--|---|
| 0010 | 1 | 1×10^{-11} | PRC (Primary Reference Clock) |
| 0100 | 2 | 5×10^{-9} | SSU-T (Synch. Supply Unit-Transit) |
| 1000 | 3 | 1×10^{-7} | SSU-L (Synch. Supply Unit-Local) |
| 1011 | 4 | $4,6 \times 10^{-6}$ | SEC (SDH Equipment Clock) |
| 1111 | - | - | DNU (Do Not Use) |

