

ЛЕКЦИЯ № 10

Методы защиты от ошибок в ОКС-7

В ОКС-7 используется два метода защиты от ошибок:

1. Основной (базовый) метод (**ВЕСМ**) – используется, когда время распространения СЕ ≤ 15 мс (на местных сетях).
2. Метод превентивного циклического повторения - **PCR**. Используется, когда время распространения СЕ > 15 мс. На междугородних сетях, если звено сигнализации организуется через спутник, между континентами (т. е. на очень длинных звеньях).

Определенные в ОКС-7 *базовый метод защиты от ошибок* (Basic Error Control Method, ВЕСМ) и метод *принудительного циклического повторения* (Preventive Cyclic Retransmission, PCR) выявляют ошибки во всех трех типах сигнальных единиц — MSU, FISU и LSSU, **процедуры же исправления ошибок выполняются только для MSU и LSSU**.

Благодаря этим методам исправления ошибок обеспечивается передача сигнальных единиц в правильной последовательности и без дублирования.

Основной метод

В целях исправления ошибок в базовом методе используются положительные (Positive ACKnowledgement, ACK) и отрицательные (Negative ACKnowledgement, NACK) подтверждения.

При поступлении сигнала NACK исправление ошибок осуществляется путем повторной пересылки всех MSU, переданных к моменту получения этого сигнала, вслед за последней MSU, на которую получено положительное подтверждение.

Такое подтверждение означает правильность приема MSU и уведомляет оконечное оборудование о том, что сообщения из буфера повторной передачи можно удалить.

Для контроля передачи сигнальной единицы в правильной последовательности служат входящие в состав SU *прямой и обратный порядковые номера* FSN и BSN, а также *прямой и обратный биты индикации* FIB и BIB.

Длина каждого порядкового номера — 7 бит, следовательно, максимальное число сообщений, которые могут быть отправлены без получения положительного подтверждения, равно 128.

В рек. Q.703 определены следующие процедуры для основного метода защиты от ошибок:

1. MSU, приходящие с третьего уровня помещаются в буфер повторной передачи, каждой присваивается ППН от 0 до 127, у каждой последней на единицу больше чем у предыдущей и ПБИ;
2. СЕ согласно ППН передаются по звену сигнализации;
3. Если СЕ приходит без искажения (определяется согласно ПБ), то она передается на третий уровень, а в обратном направлении посылается положительное подтверждение, которое формируется следующим образом:

Обратному порядковому номеру (ОПН) присваивается значение прямого порядкового номера последней правильно принятой СЕ, а обратному биту индикатору – значение прямого бита индикатора.

$$\text{ОПН} = \text{ППН}^+$$

$$\text{ОБИ} = \text{ПБИ}^+$$

4. Если СЕ приходит с искажениями, то она стирается, а в обратном направлении передается отрицательное подтверждение, которое формируется следующим образом:

Обратному порядковому номеру (ОПН) присваивается значение прямого порядкового номера последней правильно принятой СЕ, а обратному биту индикатору – значение прямого бита индикатора с инверсией.

$$\text{ОПН} = \text{ППН}^+ \text{ (последняя правильно принятая СЕ)}$$

$$\text{ОБИ} = \overline{\text{ПБИ}} \text{ (инвертированный ПБИ)};$$

5. Если в исходный пункт пришло положительное подтверждение, то СЕ с данными порядковым номером и все предшествующие СЕ из БПП стираются;
6. Если в исходный пункт пришло отрицательное подтверждение, то все СЕ с $\text{ППН} = \text{ОПН} + 1$ передаются заново, при этом прямой бит индикатор принимает значение обратного бита индикатора $\text{ПБИ} = \text{ОБИ}$.

Поясним эти процедуры с помощью иллюстраций на рис. 1

С третьего уровня в SP А, поступили три MSU, им присвоили ППН 25, 26, 27 и поместили в БПП (рисунок1). Согласно этим значениям порядковых номеров их передали по звену сигнализации в SP В.

СЕ с ППН=25 пришла в SP В **без искажения** и ее передали на уровень 3 для дальнейшего анализа, а в обратном направлении передали положительное подтверждение в СЕ с ППН, например 12, но в поле ОПН этой СЕ поместили значение ППН правильно принятой СЕ, т.е. 25-й СЕ.

СЕ с ППН=26 была принята в SP В **с искажением** и она стирается, а в обратном направлении передается отрицательное подтверждение, которое перевозится в СЕ с номером ППН=13, но в поле ОПН этой СЕ помещается значение ППН последней правильно принятой в SP В СЕ, т.е. **25-й СЕ**. При этом знак подтверждения (отрицательное) передается путем инвертирования значения поля ОБИ, т.е. **$\text{ОБИ}_i = \overline{\text{ОБИ}}_{i-1}$** .

Если в SP А пришло положительное подтверждение ОПН=25 и ОБИ=1, то СЕ с ППН=25 из буфера БПП стирается. Если в SP А пришло отрицательное подтверждение ОПН=25, ОБИ=0, то все СЕ, начиная с ППН=26, передаются вновь, но уже с **ПБИ=0**. Когда СЕ с ППН=26, 27 будут приняты в SP В без искажений, на них пойдет положительное подтверждение.

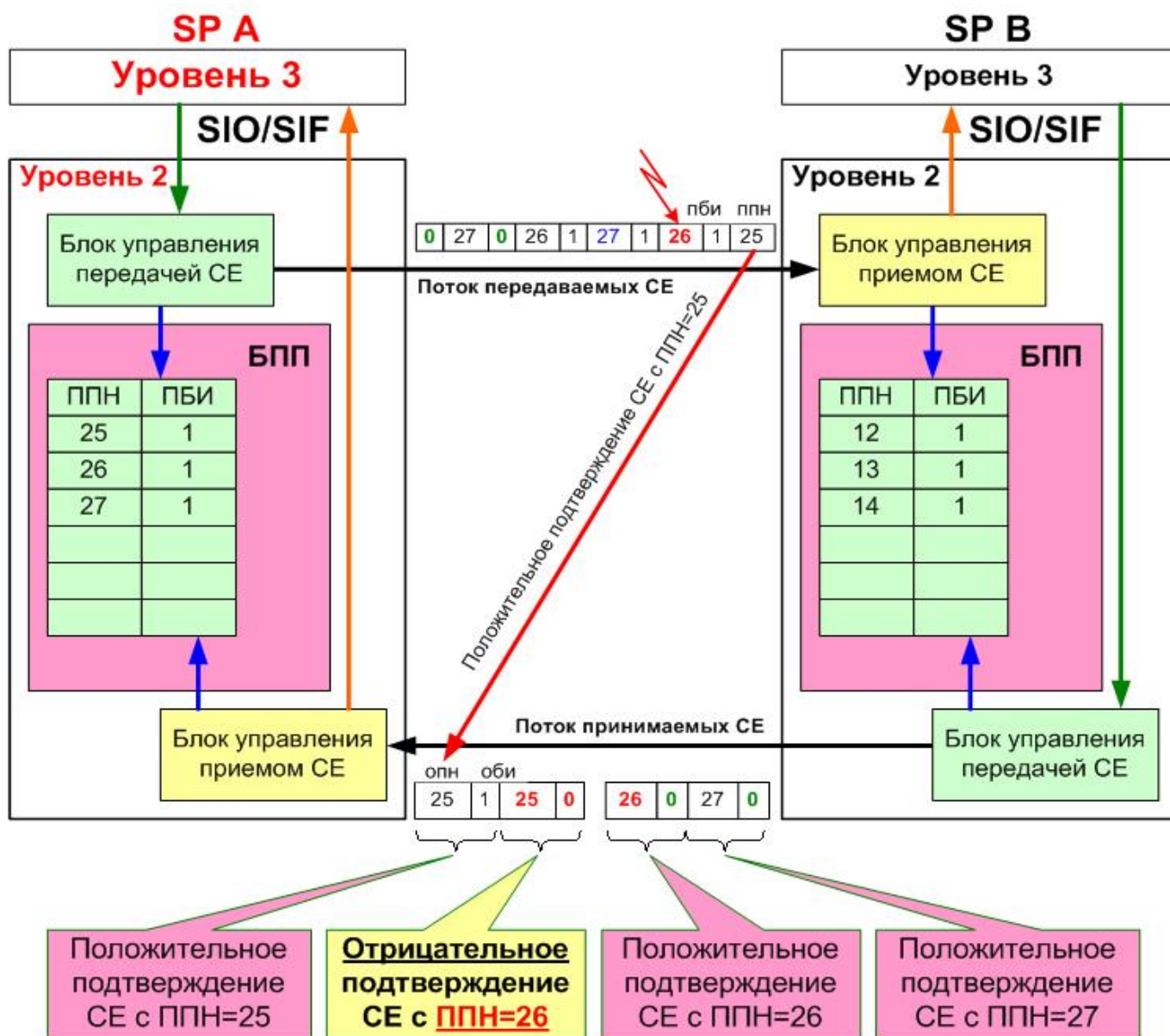


Рисунок 1 – Работа ОКС№7 при основном методе защиты от ошибок

ППН MSU образуется путем увеличения предыдущего на 1 по модулю 127. Две разные CE с одним и тем же ППН в буфере храниться не могут.

Не значащие CE, т. е. FISU и LSSU имеют ППН равный последней переданной и подтвержденной MSU. Не значащие CE не требуют ни положительного, ни отрицательного подтверждения, за исключением:

- если FISU приходит с ППН на единицу больше предыдущего, а ПБИ = ОБИ, то на нее посылается отрицательное подтверждение.

Существуют приоритеты передачи CE при основном методе защиты от ошибок:

1. LSSU – **высший приоритет**;
2. MSU – ЗНСЕ, которые хранятся в БПП;
3. MSU – новые;
4. FISU;
5. Флаг.

Метод прерентивного циклические повторения

Суть метода:

Метод PCR основан на использовании положительных подтверждений, циклическом повторении передачи и прерентивном (упреждающем) исправлении ошибок. Копия отосланной MSU сохраняется в буфере повторной передачи (БПП) передающего оконечного оборудования до получения положительного подтверждения об ее успешной передаче. При отсутствии сигнального трафика значащие сигнальные единицы, для которых не поступили сигналы положительного подтверждения, отправляются повторно.

Если количество неподтвержденных значащих сигнальных единиц (сообщений или байтов) превышает некоторую предельную величину, это говорит о том, что нормальные процедуры циклического повторения не обеспечивают исправления ошибок. Такая ситуация может возникнуть при высокой интенсивности трафика, из-за которой существенно снижается скорость повторной передачи сообщений. В этом случае активизируется процедура принудительного циклического повторения: передача новых MSU прекращается и начинается повторная передача неподтвержденных значащих сигнальных единиц. Эта процедура продолжается до тех пор, пока число неподтвержденных сообщений не окажется ниже указанных предельных значений.

Метод PCR используется в тех звеньях сигнализации, где время распространения сигнала велико (например, в межконтинентальных), а кроме того, для всех звеньев сигнализации, установленных через спутник. ВЕСМ в этих ситуациях непригоден, так как система отрицательных подтверждений вызывает сильную задержку передачи значащих сигнальных единиц, содержащих ошибку. Недостатком метода PCR является менее эффективное использование полосы пропускания, чем при использовании ВЕСМ, поэтому звено сигнализации для PCR проектируется с ориентацией на значительно меньшую нагрузку, чем для ВЕСМ.

В рек. Q.703 определены следующие процедуры для прерентивного метода защиты от ошибок:

1. MSU поступающие с 3-го уровня помещаются в буфер повторной передачи и им присваивается прямой порядковый номера (от 0 до 127) и ПБИ=1;
7. СЕ согласно порядковым номерам передаются по звену сигнализации и могут несколько раз циклически повторяться до тех пор, пока не поступит положительное подтверждение, которое формируется следующим образом:
Обратному порядковому номеру (ОПН) присваивается значение прямого порядкового номера последней правильно принятой СЕ.
$$\text{ОПН} = \text{ППН}^+$$
2. Если в исходящий пункт сигнализации приходит положительное подтверждение, то СЕ с данным порядковым номером и все предшествующие ей из буфера повторной передачи стираются.

Биты индикации (как обратный, так и прямой) в этом методе не анализируются и принимают значения единиц.

Подтверждение может быть только положительным.

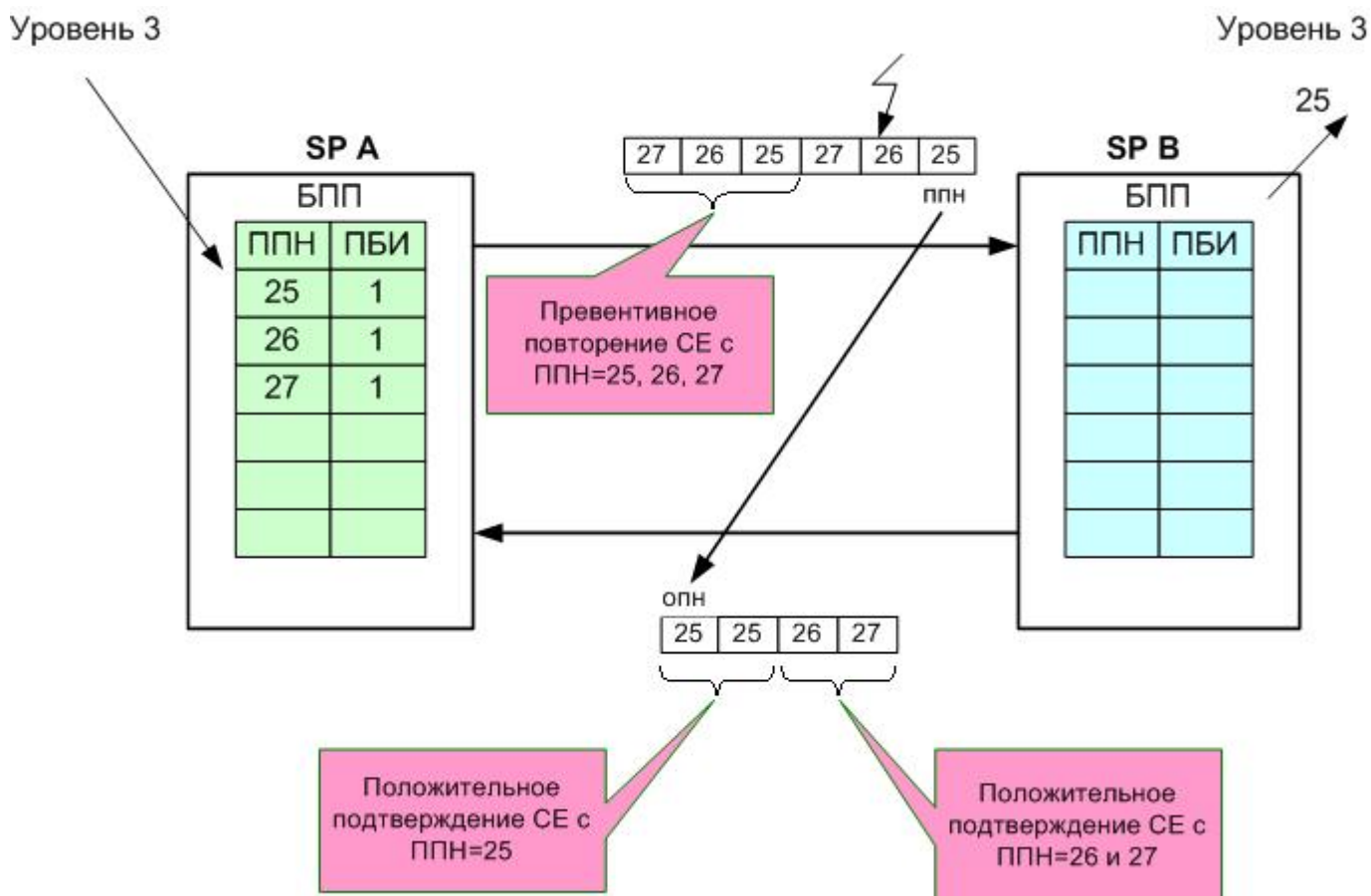


Рисунок 2 – Работа ОКС№7 при методе превентивного циклического повторения

Поясним эти процедуры с помощью иллюстраций на рис. 2

С третьего уровня поступили три MSU, им присвоили ППН 25, 26, 27 и поместили в БПП (рисунок 2). Согласно порядковым номерам их передали по звену сигнализации, если подтверждений не пришло, то CE циклически повторяются. CE с ППН=25 пришла без искажения и ее передали на уровень 3 для дальнейшего анализа, а в обратном направлении передали положительное подтверждение (ОПН=25). CE с ППН=26 была принята с искажением и она стирается, а затем стираются все CE до получения следующей CE с ППН=26.

Когда CE с ППН=26, 27 будут приняты без искажений, на них пойдет положительное подтверждение. Если в ПСа пришло положительное подтверждение ОПН=25, то CE с ППН=25 из буфера стирается. Аналогично, когда придет положительное подтверждение на остальные CE, то они также будут стерты из БПП.

Если во время цикла повторной передачи поступает заявка на новую MSU, то цикл повторной передачи прерывается, новая MSU передается с приоритетом, а затем снова начинается цикл повторной передачи, включая новую. Как и при основном методе защиты, незначащие CE имеют порядковые номера равные последней переданной и подтвержденной значащей CE. Незначащие сигнальные единицы не требуют положительного подтверждения. При нормальной работе между двумя CE передается только один флаг, он является закрывающим для одной CE и открывающим для следующей CE. При повторной передаче передается два флага, один является закрывающим для одной CE, а другой открывающим для следующей.

В дополнение к этому методу существуют вынужденные повторения. Эта процедура начинает работать, когда N_1 и N_2 достигают предельных значений. Где N_1 – это количество MSU хранящихся в буфере повторной передачи (максимум до 128), N_2 – это количество байт MSU, хранящихся в буфере повторной передачи.

$$N_2 = \left\lceil \frac{T_L}{T_{EB}} + 1 \right\rceil$$

где T_L – время задержки в шлейфе звена сигнализации (определяется с момента передачи CE до момента подтверждения);

T_{EB} – время передачи одного байта.

Если достигли предельных значений (N_1 или N_2), то 3-й уровень информируется о невозможности передачи новой MSU и CE из БПП передаваемой с приоритетом, пока БПП не начинается освобождаться.

Если БПП начал освобождаться, то начинает работу процедура обычного превентивного циклического повторения, т. е. новые CE будут передаваться с приоритетом.

Приоритеты при передаче:

1. LSSU – **высший приоритет.**
2. MSU (БПП при превышении N_1 или N_2)
3. MSU (новая CE)
4. MSU (БПП переданная, но неподтвержденная)
5. FISU
6. F