

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД
по инфраструктуре и подвижному составу 19-21 июня 2007 г.,
г. Варшава, Республика Польша

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и
подвижному составу 23-26 октября 2007 г., Комитет ОСЖД,
г. Варшава

Дата вступления в силу: 26 октября 2007 г.

**Р
861**

СИНХРОНИЗАЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
1. Область применения	3
2. Определения, обозначения и сокращения	3
3. Общие принципы построения тактовой сетевой синхронизации (ТСС) на цифровой сети технологической связи стран-членов ОСЖД	5
4. Построение сети синхронизации	6
4.1. Структура сети ТСС стран-членов ОСЖД	6
4.2. Основные требования к структуре и длине цепи синхронизации	7
4.3. Принципы организации сети ТСС на сети АКТС	10
4.3.1. Способы присоединения	10
4.3.2. Источники сигналов синхронизации для коммутационных станций	10
4.3.3. Построение сети синхронизации на цифровой сети АКТС дорожного уровня	11
5. Способы присоединения сетей синхронизации стран-членов ОСЖД к сетям ТСС, имеющим ПЭГ	15
6. Система управления сетью тактовой сетевой синхронизации	17
<i>Приложение А</i> Система условных обозначений	19
<i>Приложение Б</i> Перечень оборудования синхронизации, применяемого на сетях связи РЖД	21
<i>Приложение В</i> Характеристики блоков сетевой синхронизации станций EWSD, Definity, Протон-Т, Оникс, Ладога М-100	22
<i>Приложение Г</i> Библиография	24

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая Памятка устанавливает общие принципы построения тактовой сетевой синхронизации на цифровых сетях технологической связи стран-членов ОСЖД, а также возможные способы присоединения сетей синхронизации стран-членов ОСЖД к сети тактовой сетевой синхронизации, где имеются первичные эталонные генераторы.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей Памятке используются следующие термины с соответствующими определениями:

Блок синхронизации БСС - блок коммутационного оборудования; в состав блока входит генератор с системой фазовой автоподстройки частоты, синхронизирующийся по принципу принудительной синхронизации от сигналов генератора более высокого уровня и являющийся источником сигналов синхронизации для генераторов (или БСС) более низкого уровня. В режиме удержания БСС может использоваться в качестве резервного источника сигналов синхронизации для части оборудования.

Блуждания фазы (wander) - медленные долговременные отклонения характеристических моментов сигнала синхронизации относительно средних или идеальных положений во времени с частотой менее 10 Гц.

Ведомый задающий генератор ВЗГ (SSU) - генератор в цепи синхронизации, синхронизирующийся по принципу принудительной синхронизации от сигналов генератора более высокого уровня и синхронизирующий генераторы более низкого уровня [1], [2]. ВЗГ может использоваться в последовательной цепи синхронизации для улучшения качества сигналов синхронизации на коротких интервалах наблюдения. При появлении аварии сигналов синхронизации на входах ВЗГ в режиме удержания выполняет функцию резервного источника сигналов синхронизации.

Девияция временного интервала ДВИ (TDEV) - мера ожидаемого отклонения характеристических моментов сигнала за периоды наблюдения относительно средних или идеальных положений, как функция общего времени наблюдения [2].

Дрожания фазы (jitter) - кратковременные отклонения характеристических моментов сигнала относительно средних или идеальных положений во времени с частотой 10 Гц и более.

Единичный интервал ЕИ (UI) - единица измерения фазы и фазовых отклонений, соответствующая 2π радиан и интервалу времени, равному периоду тактовой частоты сигнала.

Коммутационное оборудование – класс изделий, объединённых одинаковыми требованиями к параметрам тактовой сетевой синхронизации и общим функциональным назначением – коммутация каналов и линий. К классу «коммутационное оборудование» относится аппаратура ОТС, аппаратура АКТС, включающая автоматические телефонные станции АТС, телефонные коммутаторы ручного обслуживания, в том числе ручные междугородные коммутаторы телефонной связи РМТС и другое оборудование связи, не относящееся к системам передачи.

Максимальное отклонение временного интервала МОВИ (MTIE) - максимальное изменение (полный размах) задержки сигнала, выраженной в единицах времени, относительно идеального сигнала за периоды наблюдения в течение всего времени измерения [3].

Основной источник сигнала синхронизации ОИС - генератор, используемый для синхронизации цифровой сети связи с параметрами не хуже параметров, принятых для первичного эталонного генератора (ПЭГ).

Первичный эталонный генератор ПЭГ (PRS) - высокостабильный генератор, среднее относительное отклонение частоты которого от номинального значения не превышает 1×10^{-11} при контроле по универсальному координированному времени.

Плезиохронное взаимодействие - взаимодействие телекоммуникационного оборудования, которое синхронизируется от разных источников сигналов синхронизации, работающих на номинально равных частотах с относительным отклонением более 1×10^{-11} .

Проскальзывание (slip) - повторение или исключение нескольких символов (битов) в непрерывном цифровом информационном сигнале, происходящее вследствие несогласованности скоростей записи и чтения в буферной (эластичной) памяти.

Псевдосинхронное взаимодействие - взаимодействие оборудования связи, которое синхронизируется от разных источников сигналов синхронизации, работающих на номинально равных частотах с относительным отклонением не более 1×10^{-11} .

Режим синхронизации - основной режим работы принудительно синхронизируемого генератора, при котором частота и фаза сигнала синхронизации на выходе генератора соответствует с допустимой точностью изменениям частоты и фазы сигнала на входе внешней синхронизации.

Режим ресинхронизации (retiming) - режим преобразователя синхросигнала, обеспечивающий преобразование потока E1 в поток E1/T (поток E1/T – это поток E1 на выходе преобразователя синхросигнала, переписанный через буфер обмена на частоту внешнего синхросигнала).

Режим удержания (holdover) - режим работы ВЗГ или БСС, в котором частота сигнала синхронизации на выходе не зависит от частоты сигнала на входе, а определяется накопленными в режиме синхронизации данными и дестабилизирующими факторами (старением, температурными воздействиями, радиационными и электромагнитными излучениями и пр.), действующими во время работы в режиме удержания. Переход в режим удержания возможен при появлении аварии, либо принудительно, по команде оператора.

Сеть синхронизации - совокупность всех цепей синхронизации цифровой сети связи.

Синхронное взаимодействие - вид взаимодействия оборудования связи на цифровых сетях, при котором оборудование связи синхронизируется от одного источника сигналов синхронизации, а долговременные и кратковременные относительные отклонения частот и фаз сигналов находятся в допустимых пределах. Как следствие, в каждом оборудовании информационные сигналы, принимаемые от другого оборудования, и тактовые сигналы, поступающие от собственного синхронизируемого генератора, имеют равные средние значения частот.

Синхронизация - процесс установления и поддержания требуемых, заранее определенных с заданной точностью, фазовых соотношений между сигналами цифровой сети связи.

Цепь синхронизации - совокупность оборудования, обеспечивающая передачу сигналов ТСС от источника сигналов синхронизации до конкретного синхронизируемого оборудования. Каждая цепь синхронизации от источника сигналов синхронизации (например, с выхода ПЭГ) проходит через последовательно синхронизируемые генераторы СЭ систем передачи, ВЗГ, РСС, БСС коммутационного оборудования и заканчивается генератором рассматриваемого цифрового оборудования.

В настоящей Памятке применяются следующие обозначения и сокращения:

АКТС - автоматически коммутируемая телефонная связь
 БС - блок синхронизации в коммутационном оборудовании
 ВЗГ (SSU) - ведомый задающий генератор
 ОТС - оперативно-технологическая связь
 ПЦИ (PDH) - плезиохронная цифровая иерархия
 ПЭГ (PRC) - первичный эталонный генератор
 ПСС - преобразователь сигнала синхронизации
 РАВХ – цифровая станция публичной телефонной связи с сигнализацией № 7
 СЦИ (SDH) - синхронная цифровая иерархия
 СП - система передачи
 УПАТС - учрежденческо-производственная АТС, применяемая на сети АКТС
 ТСС - тактовая сетевая синхронизация.

3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ТАКТОВОЙ СЕТЕВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ (ТСС) НА ЦИФРОВОЙ СЕТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ СТРАН-ЧЛЕНОВ ОСЖД

Построение и развитие сетей ТСС цифровых систем технологической связи стран-членов ОСЖД должно осуществляться на основе следующих принципов:

- принцип единства структуры построения синхронизации для цифровых систем определяется в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т G.810, G.811, G.812 [1], [2], [3]. Этот принцип предполагает взаимодействие систем ТСС цифровой сети публичного пользования, систем ТСС цифровых сетей стран-членов ОСЖД и корпоративных систем ТСС;

- принцип деления цифровой сети стран-членов ОСЖД на регионы синхронизации;

- принцип принудительной синхронизации (ведущий - ведомый) в сети распределения синхросигналов эталонной частоты от ПЭГ к генераторам сетевых элементов линий СЦИ для синхронизации генераторного оборудования междугородных, транзитных и местных узлов связи.

Для соблюдения вышеназванных принципов сеть синхронизации включает в себя генераторы и каналы доставки сигналов синхронизации. Рекомендациями EN 300 462-4-1 V1.1.1 (1998-05) [5] установлена эталонная сеть синхронизации, которая в дальнейшем используется для построения любой сети ТСС (рис.1).

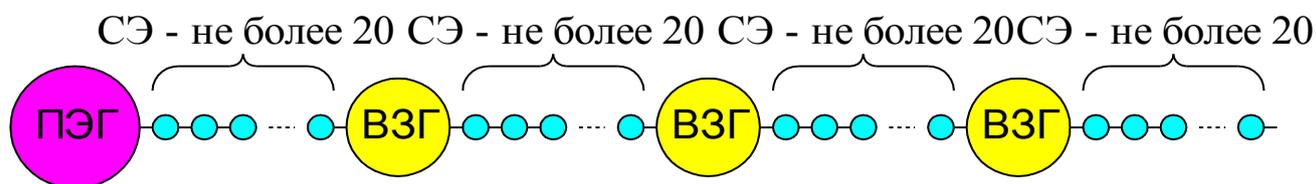


Рис. 1 Эталонная цепь синхронизации

В состав эталонной сети ТСС входят первичный эталонный генератор ПЭГ, вторичные задающие генераторы ВЗГ и генераторы сетевых элементов (СЭ), количество которых ограничено в соответствии с рис. 1.

Доставка соответствующих видов сигналов синхронизации от ПЭГ по основным и резервным каналам ко всей аппаратуре систем передачи и коммутации, нуждающейся в

синхронизации, и осуществляется с помощью аппаратуры ПЦИ или СЦИ. Сигнал синхронизации, передаваемый в системах ПЦИ, - это обычно сигнал 2048 кбит/с с тактовой частотой, соответствующей тактовой частоте сигнала синхронизации, вырабатываемого ПЭГ.

Носителем сигналов синхронизации в системах СЦИ является линейный сигнал STM-N (N = 1, 4, 16 или 64 в зависимости от пропускной способности системы СЦИ).

На стыках сопряжения потоков E1 между системами СЦИ и ПЦИ применяется режим ресинхронизации (retiming), который заключается в синхронизации сигнала 2048 кбит/с от оборудования СЦИ сигналов синхронизации 2048 кГц, выделенных в оборудовании СЦИ непосредственно из линейного сигнала.

В оборудовании, расположенном на узлах и станциях автоматически коммутируемой телефонной сети, возможно использование для синхронизации как сигналов 2048 кГц, так и сигналов 2048 кбит/с. В ТСС должно быть предусмотрено несколько путей прохождения сигналов синхронизации.

В ТСС недопустимо возникновение петель по синхронизации при любых переключениях по необходимости на резервные синхросигналы.

4. ПОСТРОЕНИЕ СЕТИ СИНХРОНИЗАЦИИ

4.1 Структура сети ТСС стран-членов ОСЖД

4.1.1 Сеть ТСС представляет собой единый комплекс, состоящий из ПЭГ, ВЗГ, системы доставки сигналов синхронизации, системы мониторинга и администрирования сети ТСС.

4.1.2 Сеть ТСС можно разделить на два уровня:

- ТСС верхнего уровня – сеть ТСС первичной сети связи магистрального и дорожного уровня;
- ТСС нижнего уровня – сеть ТСС вторичных сетей связи.

Сеть ТСС верхнего уровня является базовой по отношению к сети ТСС нижнего уровня и обеспечивает последнюю сигналами синхронизации высокого качества.

4.1.3 Сигнал синхронизации от ПЭГ и/или ВЗГ первичной сети связи, пройдя по сетевым элементам, поступает в сетевые элементы систем передачи вторичных сетей.

Синхронизация сетевых элементов систем передачи первичных сетей связи как магистрального, так и дорожного уровня, осуществляется от транспортируемого сигнала.

4.1.4 Существует три режима работы системы тактовой сетевой синхронизации (ТСС), обеспечивающие взаимодействие цифрового оборудования в технологической сети связи железнодорожного транспорта:

- синхронный принудительный;
- плезиохронный;
- псевдосинхронный.

4.1.5 Синхронный режим взаимодействия цифрового оборудования является основным режимом системы ТСС, который должен поддерживаться на сети при отсутствии неисправностей в цепях синхронизации.

В соответствии с режимом синхронного взаимодействия каждое цифровое оборудование, находящееся в одной зоне синхронизации, синхронизируется по

принципу принудительной синхронизации от одного, общего для них, сигнала синхронизации.

4.1.6 Режим псевдосинхронного взаимодействия на телекоммуникационной сети железнодорожного транспорта допускается в случаях установления соединений цифрового оборудования на стыках двух зон синхронизации, каждая из которых синхронизируется независимым источником (генератором) синхронизации. При этом среднее значение частоты независимых генераторов должно отличаться не более, чем на 1×10^{-11} (в соответствии с [4]).

4.1.7 Режим плезиохронного взаимодействия цифрового оборудования допускается на телекоммуникационной сети на время проведения ремонтно-восстановительных работ по устранению неисправности в цепи синхронизации. В этом режиме отклонение средних значений частот информационных сигналов собственного и другого оборудования отличаются более чем на 1×10^{-11} .

В случае одиночной неисправности участка сети синхронизации должно быть не более одного плезиохронного звена в одной цепи синхронизации.

4.2 Основные требования к структуре и длине цепи синхронизации

4.2.1 Максимальное количество сетевых элементов (СЭ) в одной цепи синхронизации в соответствии с эталонной цепью синхронизации должно быть не более 60.

Для частичного подавления блужданий, накапливаемых в последовательной цепи генераторов СЭ, требуется не более чем через каждые 20 сетевых элементов, образующих звено в цепи синхронизации, устанавливать ведомые задающие генераторы (ВЗГ). В сети ТСС используются ВЗГ следующих типов: ВЗГ-1, ВЗГ-2.

ВЗГ-1 устанавливается на магистральной сети и по своим параметрам соответствует Европейскому стандарту ETSI EN 300-462-4 [5].

ВЗГ-2 используется в системе синхронизации сети связи 2-го уровня (сеть связи дорожного уровня) и должен соответствовать Европейским стандартам ETSI EN 300-462-4 [5] или ETSI EN 300-462-7 [7], в зависимости от конкретного места установки на сети.

В цепи синхронизации количество последовательно установленных ВЗГ должно быть не более 10.

4.2.2 В качестве ВЗГ-2 допускается использовать БСС аппаратуры ОТС или АКТС, параметры которых соответствуют Европейским стандартам ETSI EN 300-462-4 [5] или ETSI EN 300-462-7 [7].

4.2.3 Значения параметров режима удержания для ВЗГ должны соответствовать международным рекомендациям и Европейским стандартам:

1) для ВЗГ-1:

- начальное относительное отклонение частоты в момент перехода в режим удержания - не более 5×10^{-10} ;

- относительное отклонение частоты в результате воздействия температуры - не более 2×10^{-9} ;

- относительное отклонение частоты в результате «старения» за сутки - не более 2×10^{-10} ;

2) для ВЗГ-2:

- начальное относительное отклонение частоты в момент перехода в режим удержания - не более 1×10^{-9} ;

- относительное отклонение частоты в результате воздействия температуры – не более 1×10^{-8} ;
- относительное отклонение частоты в результате «старения» за сутки – не более 1×10^{-9} .

4.2.4 Генераторы СЭ должны работать в режиме принудительной синхронизации. Сигналами синхронизации для генераторов СЭ могут служить сигналы (см. Приложение А, таблица А.1):

- выделяемые из потока STM-N системы передачи СЦИ;
- сигнал 2048 кГц, поступающий на вход T3 сетевого элемента;
- сигнал 2048 кбит/с, поступающий на вход T2 сетевого элемента.

Выбор сигнала производится в соответствии с уровнями качества и приоритетами. Сначала выбирается сигнал наивысшего качества, а при одинаковом качестве – наивысшего приоритета.

На выход T4 сетевого элемента может подаваться сигнал от внутреннего генератора СЭ или сигналы, выделяемые из потоков STM-N в обход внутреннего генератора. Отключение сигналов T4 осуществляется по заранее заданному уровню качества.

T1, T2, T3, T4 – стандартные обозначения портов синхронизации в соответствии с таблицей А1 Приложения А.

4.2.5 Структурная схема участка сети синхронизации, включающая в себя верхний и нижний уровни, к которым относятся коммутационные станции оперативно-технологической связи (узловые и промежуточные), приведена на рисунке 2. Стрелками показаны направления передачи сигналов ТСС в цепях синхронизации.

Топологически сеть представляет собой древовидную структуру, «корнем» которой является ВЗГ-1, а каждая цепь синхронизации оканчивается генератором конкретного оборудования связи.

Ответвление линейных фрагментов цепей синхронизации производится от сетевых элементов (СЭ) первичной сети, от генераторов которых осуществляется синхронизация генераторов узловых станций. Синхронизация станций промежуточных пунктов в кольце нижнего уровня осуществляется от генератора узловой станции соответствующего кольца через цепь синхронизации.

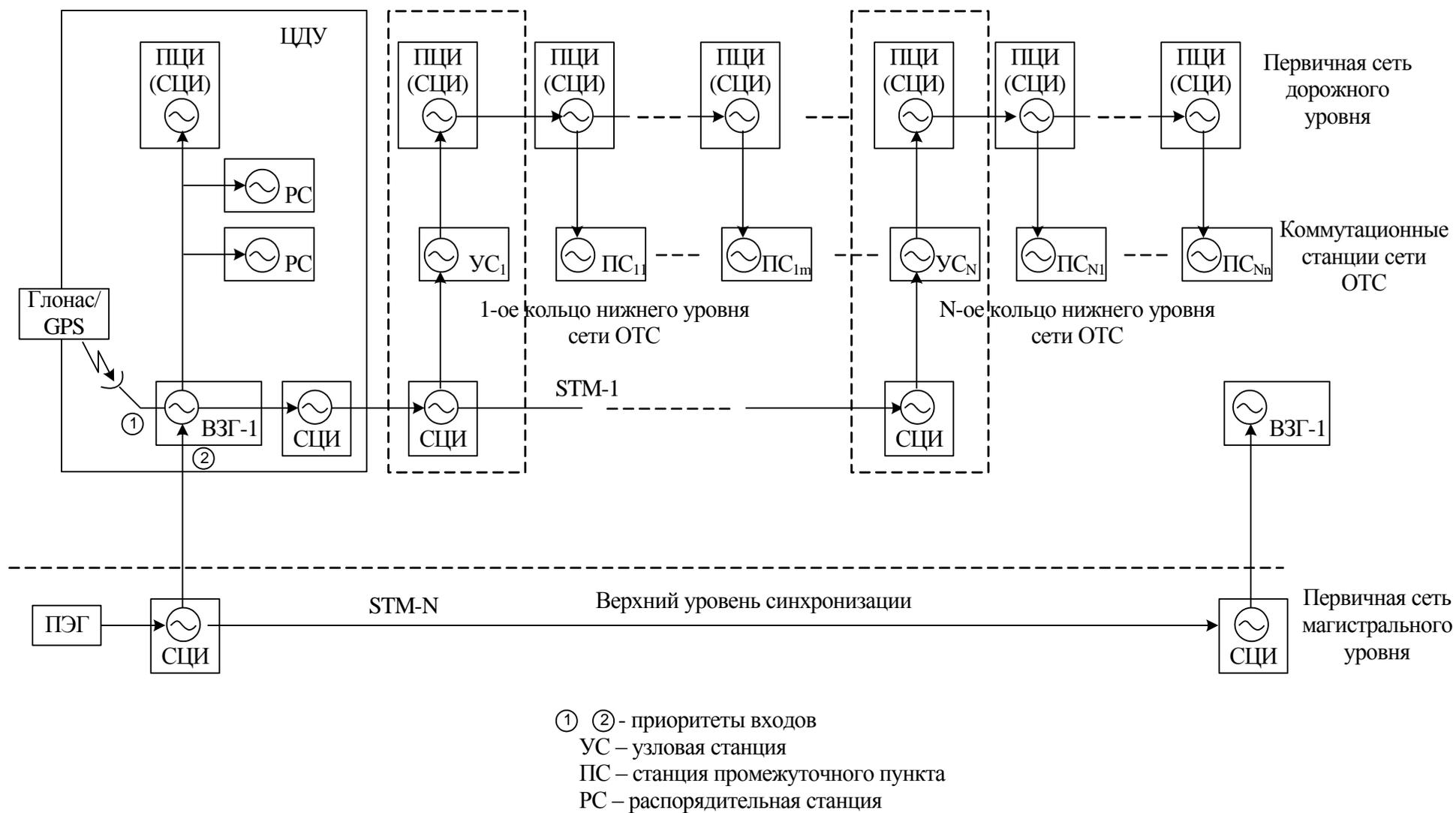


Рис. 2 Структурная схема участка сети синхронизации

4.3 Принципы организации сети ТСС на сети АКТС

4.3.1 Способы присоединения

Сеть ТСС АКТС присоединяется к первичной сети ТСС и использует сигналы синхронизации 2048 кбит/с (2048 кГц) с выходов следующей аппаратуры:

- ПЭГ;
- ВЗГ;
- мультиплексоров СЦИ (Т4 или ПСС);
- БСС коммутационных станций.

Сигналы синхронизации подаются на сеть АКТС с перечисленных выходов аппаратуры с помощью соединительных каналов.

4.3.2 Источники сигналов синхронизации для коммутационных станций

Система тактовой сетевой синхронизации АКТС должна обеспечить синхронной работой все цифровые коммутационные станции, установленные на сети АКТС, как правило, в границах национальных сетей стран-членов ОСЖД.

Сигналы синхронизации, формируемые в ВЗГ, должны передаваться цифровым автоматическим коммутационным станциям, в зависимости от их расположения, как непосредственно на входной интерфейс, без промежуточных элементов сети, так и по цифровой сети. Коммутационные станции в части синхронизации должны выполнять следующие функции:

- принимать сигналы синхронизации, переданные по СП ПЦИ и СЦИ;
- передавать сигналы синхронизации другим коммутационным станциям;
- обеспечивать в аварийных ситуациях синхронную работу с близлежащими УПАТС.

Для выполнения указанных функций в полном объеме коммутационные станции должны:

- комплектоваться блоками приема внешних сигналов синхронизации 2048 кбит/с;
- формировать сигналы синхронизации 2048 кбит/с с параметрами в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.703 пункт 9 [6];
- иметь режим запоминания частоты входного сигнала с точностью, необходимой для обеспечения временной плезиохронной работы, при которой частота проскальзываний не превышает допустимые пределы.

Подключение коммутационных станций к сети ТСС, определяется характеристиками блока сетевой синхронизации, входящего в состав станции и соответствует следующим вариантам, при которых БСС станции обеспечивает:

- прием сигналов синхронизации 2048 кбит/с, переданных в потоке E1;
- прием сигналов синхронизации как в потоке E1, так и в виде внешних сигналов синхронизации 2048 кбит/с;
- формирование сигналов синхронизации и передача их в потоке E1 другим коммутационным станциям по СП ПЦИ;
- формирование сигналов синхронизации при синхронном режиме работы станции и передача их для синхронизации мультиплексоров СЦИ в потоках S1 и E1;
- формирование сигналов синхронизации и передача их в потоке E1 или S1 для синхронизации мультиплексоров СЦИ в режиме запоминания частоты;
- формирование сигналов синхронизации и передача их в потоке E1 для синхронизации мультиплексоров СЦИ в режиме запоминания частоты.

По своим характеристикам БСС в коммутационных станциях классифицируются в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т и стандартами ETSI [1], [2], [3], [7].

По Рекомендации МСЭ-Т G.812 (06.1998 г) [2] и стандарту ETSI 300 462-4 (03.1998 г) [5] характеристики БСС в синхронном режиме и в режиме запоминания частоты должны обеспечивать прием сигналов синхронизации, их восстановление и передачу по СП ПЦИ и СП СЦИ другим коммутационным станциям, а также синхронизацию СП СЦИ:

- тип БСС-1А должен обеспечивать качество сигналов синхронизации G.812Т во всех режимах работы и отвечать требованиям Рекомендации МСЭ-Т G.812 тип I (06.1998 г) [2];

- тип БСС-1Б обеспечивает качество сигналов синхронизации G.812Т и отвечает требованиям Рекомендации МСЭ-Т G.812 тип I (06.1998 г) [2] только в режиме запоминания частоты;

- тип БСС-2А и БСС-2Б обеспечивает качество сигналов синхронизации G.812 L, в соответствии с требованиями стандарта ETSI 300 462-7-1 (03.1998 г) [7];

- тип БСС-5 обеспечивает качество сигналов синхронизации в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т G.812А тип V [2] во всех режимах и прием/передачу сигналов синхронизации другим коммутационным станциям только по СП ПЦИ, а также другие типы оборудования БСС в соответствии с перечисленными рекомендациями.

4.3.3 Построение сети синхронизации на цифровой сети АКТС дорожного уровня

Для целей синхронизации необходимо использовать не менее 2-х независимых потоков E1. Один поток E1 должен нести основную синхронизацию, а при его отказе должно происходить автоматическое переключение на другой поток E1, несущий резервную синхронизацию.

Если на дорожном узле сети РАВХ установлено оборудование синхронизации цифровой сети типа ПЭГ или ВЗГ, то основную синхронизацию на УПАТС через РАВХ желательно подавать специальным сигналом синхронизации 2048 кГц, который должен поступать от ПЭГ или ВЗГ на внешний вход синхронизации.

На дорожном узле сети АКТС, где установлена УПАТС, получить сигнал синхронизации можно с выхода Т4 (выход внешней синхронизации) мультиплексора СЦИ или используя поток E1, в котором восстановлен сигнал синхронизации с помощью аппаратуры преобразования сигнала синхронизации. Устройства ПСС используются в том случае, когда аппаратура УПАТС не имеет внешнего входа синхронизации и может синхронизироваться лишь от информационного потока E1.

При установке в дорожном узле станции РАВХ синхронизацию УПАТС можно осуществить от РАВХ по физическим линиям в потоках E1. На местные коммутационные станции, в случае, если они подключены к УПАТС по системам ПЦИ синхронизация должна подаваться в информационных потоках E1.

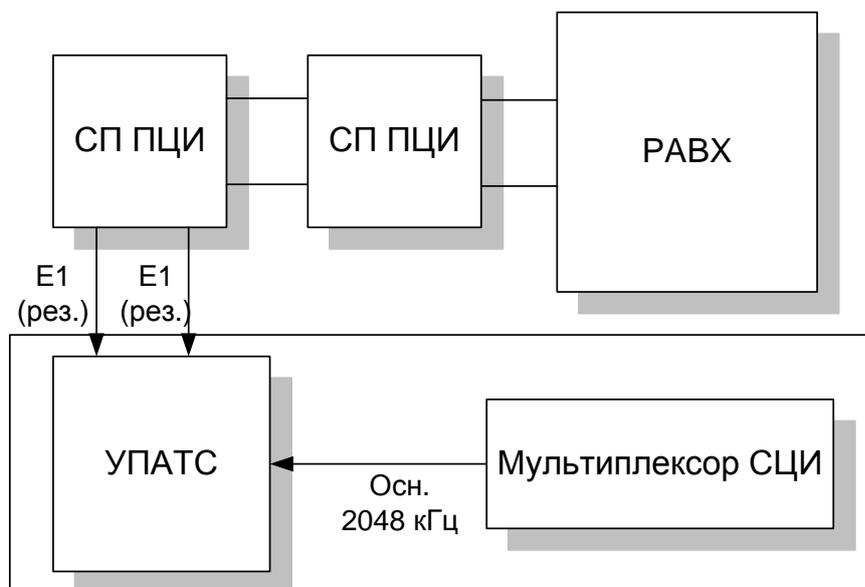


Рис. 3 Схема синхронизации УПАТС дорожного узла связи с PABX по системе передачи ПЦИ

Если от УПАТС на местные коммутационные станции будут подаваться информационные сигналы E1 по системам передачи СЦИ, то систему СЦИ необходимо синхронизировать внешним сигналом синхронизации 2048 кГц от систем передачи магистрального уровня или от станции PABX. Все УПАТС должны синхронизироваться от мультиплексора СЦИ, в том числе и местная коммутационная аппаратура, по схеме рис. 4.

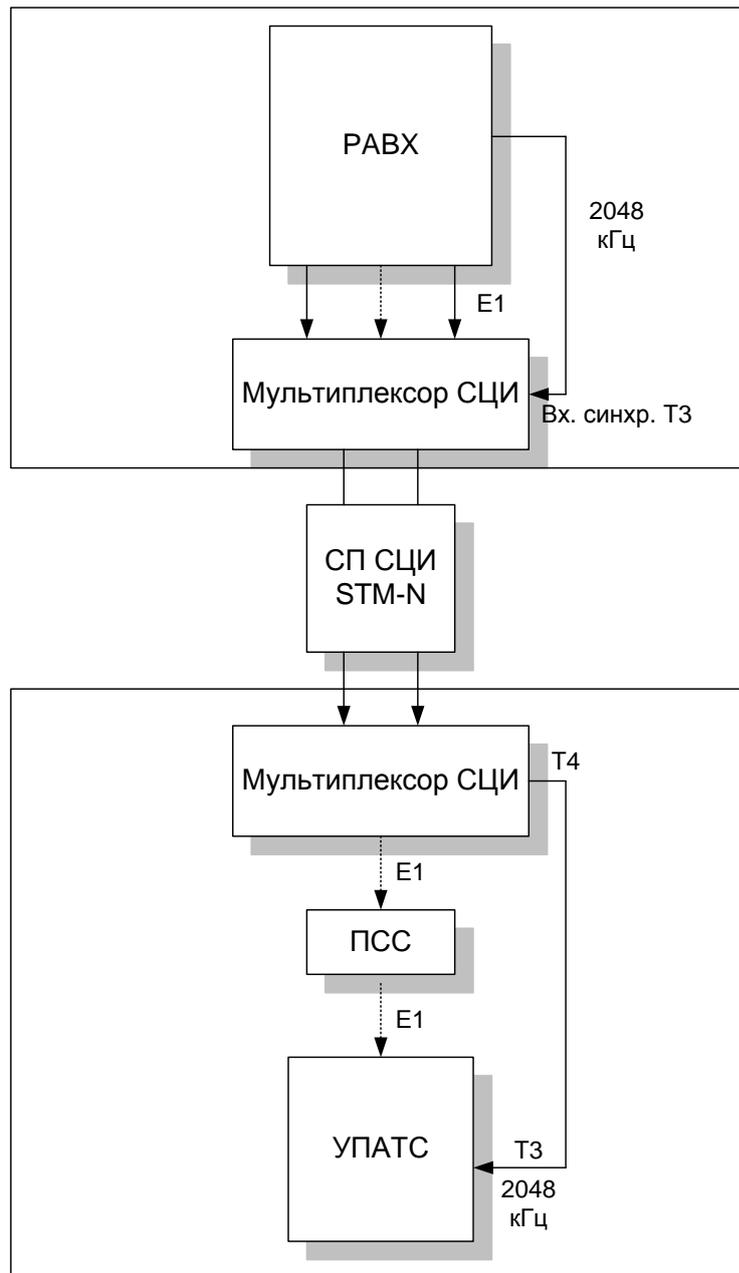


Рис. 4 Схема синхронизации УПАТС с РАВХ по системам передачи СЦИ

Пример схемы синхронизации дорожного узла приведен на рис. 5.

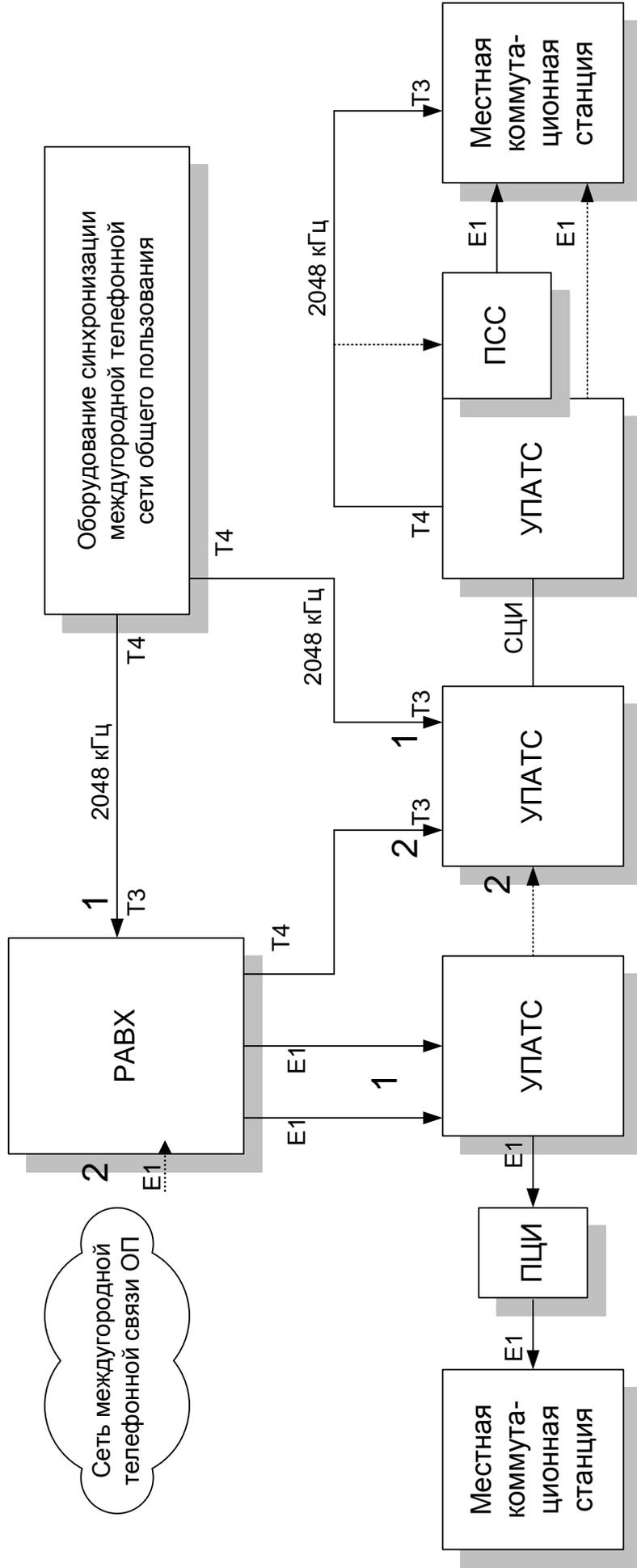


Рис. 5 Схема синхронизации дорожного узла

5. СПОСОБЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ СЕТЕЙ СИНХРОНИЗАЦИИ СТРАН-ЧЛЕНОВ ОСЖД К СЕТЯМ ТСС, ИМЕЮЩИМ ПЭГ

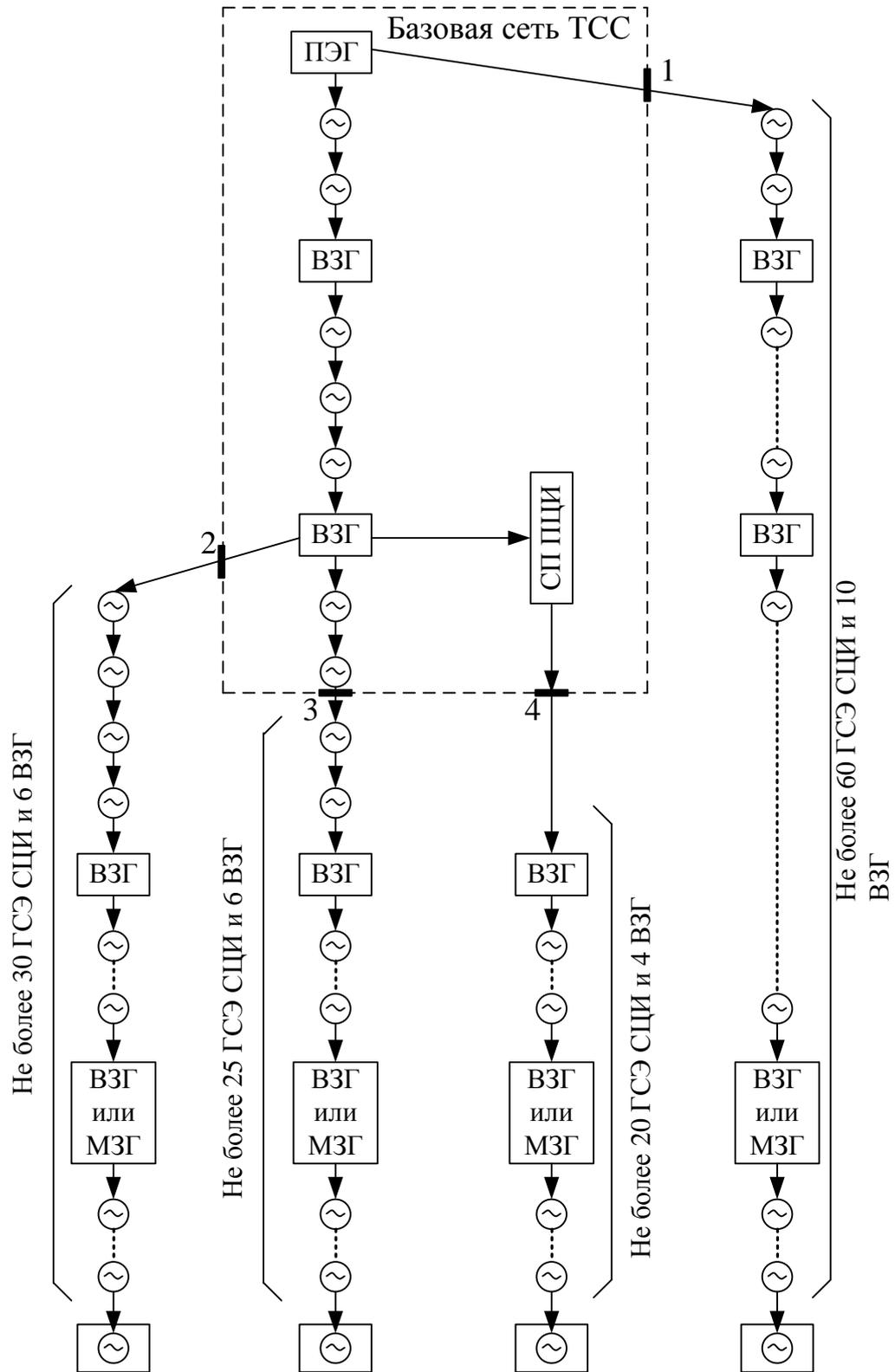
Присоединение сетей ТСС стран-членов ОСЖД, не имеющих ПЭГ в ТСС может осуществляться четырьмя основными способами (рис. 6).

При присоединении по первому способу сеть ТСС должна строиться по Рекомендациям МСЭ-Т G. 803 и требованиям ETSI EN 300 462-2 [4], т.е. иметь на сети не более 60 последовательно включенных мультиплексов СП СЦИ и не более 20 между двумя ВЗГ. Количество последовательно включаемых ВЗГ должно быть не более 10. При этом необходимо учитывать, что допустимое в любом конкретном случае количество последовательно включаемых генераторов сетевых элементов в мультиплексах СП СЦИ зависит от типа используемого оборудования, количества регенераторов в ВОЛП (волоконно-оптические линии передачи) и т.п.

При присоединении по второму способу сеть ТСС должна содержать не более 30 последовательно включенных мультиплексов СП СЦИ, причем количество включаемых мультиплексов между двумя ВЗГ не может превышать 20. Количество ВЗГ, включаемых последовательно, не должно превышать 6.

При присоединении по третьему способу сеть ТСС должна содержать не более 20 последовательно включенных мультиплексов СП СЦИ, причем до первого ВЗГ должно включаться не более 5 мультиплексов. Количество ВЗГ, включаемых последовательно, не должно превышать 4.

Присоединение по четвертому способу должно проводиться непосредственно или через системы передачи ПЦИ к входам ВЗГ или к входам коммутационной станции. После ВЗГ должно включаться последовательно не более 20 мультиплексов СП СЦИ.



⊂ - генератор сетевого элемента СЦИ или коммутационного оборудования

Рис. 6 Возможные способы присоединения сетей синхронизации стран-членов ОСЖД к сети ТСС

6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ТАКТОВОЙ СЕТЕВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Для обеспечения надежной и безотказной работы сеть тактовой сетевой синхронизации (ТСС) должна иметь систему мониторинга и управления, состоящую из центра технического управления сетью ТСС магистрального уровня (ЦУ ТСС), центров технического управления сетью ТСС дорожного уровня (ЦТУ) и центров технического обслуживания регионального уровня (ЦТО) (рис. 7). В зависимости от протяженности технологической сети связи в каждой из стран-членов ОСЖД может быть принята своя (упрощенная) структура сети мониторинга и управления ТСС.

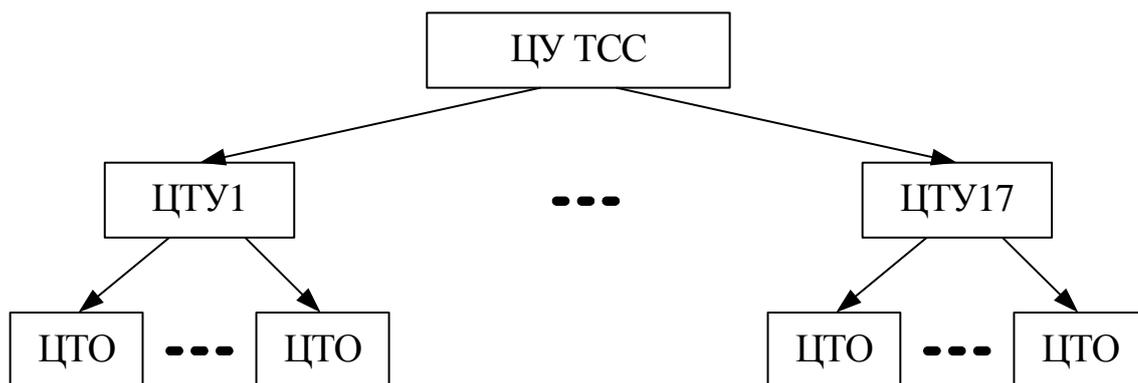


Рис. 7 Организационная структура системы управления

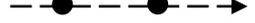
Система управления включает в себя автоматизированные рабочие места (АРМ) и сервера системы управления. Сервера систем управления с базами данных, включающими данные о структуре сети ТСС, основных технических параметрах, инвентаризации оборудования и т.д. должны устанавливаться в ЦУ и ЦТУ, в зоне ответственности которых находится данное оборудование сети ТСС. Для передачи сигналов управления сети ТСС может использоваться выделенная сеть передачи данных, сеть передачи данных общетехнологического назначения, сеть передачи данных оперативно-технологического назначения или прямые закрепленные каналы в зависимости от принятой структуры организации и эксплуатации связи в странах ОСЖД.

Схема подключения оборудования сети ТСС для передачи информации к серверам системы управления и обратно от серверов системы управления к оборудованию сети ТСС показана на рис. 8.

СИСТЕМА УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Ниже приведены дополнительные элементы условных обозначений, которые должны отображаться на схемах.

Цепи синхронизации

	-	Основное направление синхронизации по СП СЦИ
	-	Резервное направление синхронизации по СП СЦИ
	-	Основное направление синхронизации по СП ПЦИ
	-	Резервное направление синхронизации по СП ПЦИ
	-	Основное направление синхронизации, передаваемой по ЦРРЛ
	-	Резервное направление синхронизации, передаваемой по ЦРРЛ
	-	Цепи синхронизации, исключаемые из существующей схемы
	-	Цепи синхронизации, отсутствующие в настоящее время.

Примечание: При коррекции существующих схем синхронизации вводятся дополнительные обозначения:

Для цепей синхронизации, использующих внутри одной площадки оптический интерфейс STM-1, он обозначается как STM-1o, или указывается признак оптического интерфейса.

Например: 

- Стрелка должна быть короткой, а её острие располагаться у того сетевого элемента, который синхронизируется по данной сети.

- Приоритеты

① Первый приоритет сигнала на входе синхронизации генератора сетевого элемента (ГСЭ)

② Второй приоритет сигнала на входе синхронизации генератора сетевого элемента

Ⓝ N-ый приоритет сигнала на входе синхронизации генератора сетевого элемента

□ 1 Первый приоритет сигнала для передачи на выход T4, минуя ГСЭ

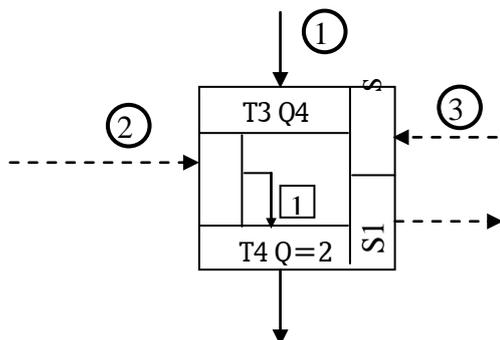
□ 2 Второй приоритет сигнала для передачи на выход T4, минуя ГСЭ

- Знак устанавливается у конца стрелки, показывающей направление синхронизации.

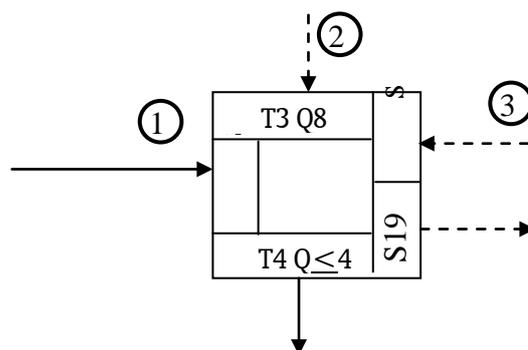
Примечание - Если генератор СЭ не синхронизируется от сигнала STM-N, а используется только для получения выходного сигнала T4, тогда к мультиплексору подводится линия без стрелки и приоритет не обозначается.

ОБОЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ НА СХЕМАХ СИНХРОНИЗАЦИИ

а) в обход внутреннего генератора



б) через внутренний генератор



- На входах T2 и T3 мультиплексов СЦИ приводится обозначение качества источников синхросигналов (Q_x). При составлении схем синхронизации обычно используются значения качества источников синхросигнала 2, 4, 8 и, в отдельных случаях, 15 (когда это имеет принципиальное значение для работы схемы).

Для сигнала T4 в виде равенства или неравенства указывается уровень качества сигнала, при котором не происходит его отключение на выходах T4 мультиплексов СЦИ. Например: $Q=2$ или $Q\leq 4$.

В тех мультиплексах, где отсутствует функция отключения выхода сигнала синхронизации в зависимости от качества принимаемого сигнала, или синхросигнал на выходе должен присутствовать всегда, условия отключения не указываются.

- Обозначения сигналов приведены в таблице А.1.

- Таблица А.1

№№ п/п	Варианты условных обозначений сигнала	Характеристика сигналов
1	T0	Внутренний синхросигнал, формируемый генератором СЭ, используемый для синхронизации передаваемых потоков STM-N, (в схемах ТСС не указывается).
2	T1	Синхросигналы, передаваемые в потоке STM-N (на схемах ТСС может не указываться).
3	T2	Сигнал 2048 кбит/с, используемый для синхронизации мультиплексора СЦИ. Обычно поступает от коммутационной станции. (Шаблон по Рек. МСЭ-Т G.703 пункт 9.3).
4	T3	Сигнал 2048 кГц на входах мультиплексора СЦИ или ВЗГ (шаблон импульсов по Рек. МСЭ-Т G.703 пункт 13.3).
5	T4	Сигнал синхронизации 2048 кГц или 2048 кбит/с на выходе ВЗГ, БСС цифровой коммутационной станции или мультиплексора СЦИ, соответствующий шаблону Рек. МСЭ-Т G.703 пункты 13.2 или 9.2, соответственно.
6	E1	2048 кбит/с, несущий коммутируемую информацию, не рекомендуемый для синхронизации от СП СЦИ.
7	E1/T	2048 кбит/с, несущий коммутируемую информацию и пригодный для синхронизации, согласно G.703 9.3. Формируется из E1 путем ресинхронизации сигналов от СП СЦИ (retiming), т.е. с выхода ПСС.

**ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ СИНХРОНИЗАЦИИ,
ПРИМЕНЯЕМОГО НА СЕТЯХ СВЯЗИ РЖД**

Таблица Б.1

№№ п/п	Вид оборудования	Наименование оборудования	Технические возможности
1	Вторичный задающий генератор (ВЗГ)	SASE5548B производство фирмы «Осциллокварц»	Обеспечивает характеристики по Рек. МСЭ-Т G.812 тип I
2	Вторичный задающий генератор (ВЗГ)	HP 55400A производства фирмы «Симметриком»	Обеспечивает характеристики по Рек. МСЭ-Т G.812 тип I
3	Вторичный задающий генератор (ВЗГ)	TSG 3800 производства фирмы DATUM	Обеспечивает характеристики по Рек. МСЭ-Т G.812 тип I
4	Местный задающий генератор (МЗГ)	SDH 5533C производства фирмы «Осциллокварц»	Обеспечивает характеристики по Рек. МСЭ-Т G.812 тип II
5	Местный задающий генератор (МЗГ)	HP 55409 производства фирмы «Симметриком»	Обеспечивает характеристики по Рек. МСЭ-Т G.812 тип II
6	Аппаратура размножения синхросигналов (АРСС)	АРСС производства ООО «АЛТО»	Основные требования Рек. МСЭ-Т G.813 тип I Электрические характеристики соответствуют требованиям к АРСС
7	Аппаратура размножения синхросигналов (АРСС)	SDH 5530B производства фирмы «Осциллокварц»	Электрические характеристики соответствуют требованиям к АРСС
8	Аппаратура размножения синхросигналов (АРСС)	УПТС производства ООО «АЛТО»	Соответствует основным характеристикам АРСС
9	Аппаратура размножения синхросигналов (АРСС)	РСТСС производства ЛОНИИС	Соответствует основным характеристикам АРСС Не имеет ПСС (retimer) ^{x)} .

^{x)} *Примечание.*

Все остальные виды оборудования, указанные в перечне, могут комплектоваться устройствами ПСС (retimer).

ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКОВ СЕТЕВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ СТАНЦИЙ EWSD, DEFINITY, ПРОТОН-Т, ОНИКС, ЛАДОГА М-100

Характеристики блока сетевой синхронизации станции EWSD

Таблица В.1

Перечень параметров генератора	Наименование БСС Коммутационной станции	
	Блок синхронизации генератора	CCG 11A
Уход частоты за сутки \pm	$2 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-10}$
Уход частоты за год \pm	$3 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8}$
Уход частоты за 20/25лет \pm	$4 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-7}$
Полоса синхронизации \pm	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$
Частота среза передаточной характеристики Fс, Гц	0,00038	
Погрешность запоминания частоты (hold over) \pm	$3 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^{-10}$
Количество: -внешних входов 2048 кГц, 2048 кбит/с; -выходов 2048 кГц;	2 2 4	

Результаты проверки встроенного генераторного оборудования УПАТС Definity, Протон-Т, Оникс, Ладога М-100 на соответствие рекомендациям МСЭ-Т приведены в таблице Б.3.

Примечание.

УПАТС Протон-Т может комплектоваться внешним модулем сетевой синхронизации МСС, выполняющим функции системы синхронизации в соответствии с требованиями к блокам сетевой синхронизации 1-го и/или 2-го типов. Модуль разработан НИИ Спецстрой-Связь и выполнен в виде отдельной кассеты в конструктиве 6U (19”).

Таблица В.2

Параметр качества		БСС УПАТС			
		Протон-Т *	Definity	«Оникс»	«Ладога М-100»
Погрешность начальной установки, δ_0		$\pm 2 \times 10^{-8}$	$+2 \times 10^{-7}$	$+8.69 \times 10^{-7}$	$+10.0 \times 10^{-7}$
Полоса захвата, $\pm dF$		$\pm 1.5 \times 10^{-5}$	$\pm 55 \times 10^{-6}$	$\pm 120 \times 10^{-6}$	$\pm 105 \times 10^{-6}$
Частота среза передаточной характеристики, F_c (Гц)		0.1 соответствует Рек. G.551	0.56 Не соответствует Рек. G.551	1.2 Не соответствует Рек. G.551	0.2 Не соответствует Рек. G.551
Усиление в полосе пропускания, ≤ 0.2 дБ		Соответствует Рек. G.812 (≤ 0.2 дБ)	Соответствует Рек. G.812, G.551	Соответствует Рек. G.812, G.551	Соответствует Рек. G.812, G.551
Количество	Внеш. входы 2048 кГц	2	нет	1	Нет
	2048 кбит/с	от 12 **	2	2	2
	Выходы 2048 кГц	2	нет	нет	нет
Дрейф фазы выходного сигнала синхронизации в синхронном режиме работы БСС		Соответствует Рек. G.812 тип V-VI	Соответствует Рек. G.812 тип V-VI	Соответствует ОСТ 32.180-2001	Соответствует ОСТ 32.180-2001
Блуждания фазы выходного сигнала 2048 кбит/с при входном сигнале с привнесённым синусоидальным вандером		Соответствует Рек. G.812 тип V-VI	Соответствует Рек. G.812 тип V и VI	Соответствует ОСТ 32.180-2001	Нет данных
Форма импульса сигнала синхронизации на выходе 2,048 Мбит/с		Соответствует Рек. G.703 п 9	Соответствует Рек. G.703 п 9	Соответствует Рек. G.703 п 9	Соответствует Рек. G.703 п 9

* - данные представлены согласно ТУ

** - зависит от количества входящих в УПАТС потоков Е1

Библиография

1. Рекомендация МСЭ-Т G.810 (1996) «Определения и терминология для сетей синхронизации»
2. Рекомендация МСЭ-Т G.812 (1998) «Временные требования на выходах ведомых задающих генераторов, пригодных для обеспечения плезиохронной работы международных цифровых трактов»
3. Рекомендация МСЭ-Т G.811 (1997) «Временные требования на выходах первичных эталонных генераторов, пригодных для обеспечения плезиохронной работы международных цифровых трактов»
4. Стандарт ETSI EN 300 462-2 (1999) «Передача и мультиплексирование (ТМ); общие требования для сетей синхронизации. Часть 2: Архитектура сетей синхронизации»
5. Стандарт ETSI EN 300 462-4 (1998) «Передача и мультиплексирование (ТМ); общие требования для сетей синхронизации. Часть 4: Временные характеристики ведомых генераторов для обеспечения синхронизацией оборудования синхронной цифровой иерархии (SDH) и плезиохронной цифровой иерархии (PDH)»
6. Рекомендация ИТУ-Т G.703 (1991) «Физические/электрические характеристики цифровых иерархических стыков»
7. Стандарт ETSI EN 300 462-7 (2001) «Передача и мультиплексирование (ТМ); общие требования для сетей синхронизации; Часть 7-1: Временные характеристики ведомых генераторов, подходящих для обеспечения синхронизацией оборудования на местных узлах»