

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ТЕЛЕКОНТРОЛЬ И ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ ЛЕКЦИЯ №7 «Каналы связи»

Лектор:
доцент каф. ЭАФУ ФТИ
Горюнов А.Г.

Томск 2013 г.

План лекции

- ☐ Введение
- ☐ Частотное разделение каналов связи
- ☐ Временное разделение каналов связи
- ☐ Способы синхронизации и синфазирования при временном разделении каналов связи
- ☐ Временно-кодированное разделение каналов связи
- ☐ Фазовое разделение каналов связи

7.1. Введение

Под **каналом связи** подразумевают совокупность технических и программных средств, предназначенных для передачи информации от одного источника сообщений.

Разделение сигналов – это обеспечение независимой передачи и приема многих сигналов по одной линии связи или в одной полосе частот, при которой, сигналы сохраняют свои свойства и не искажают друг друга.

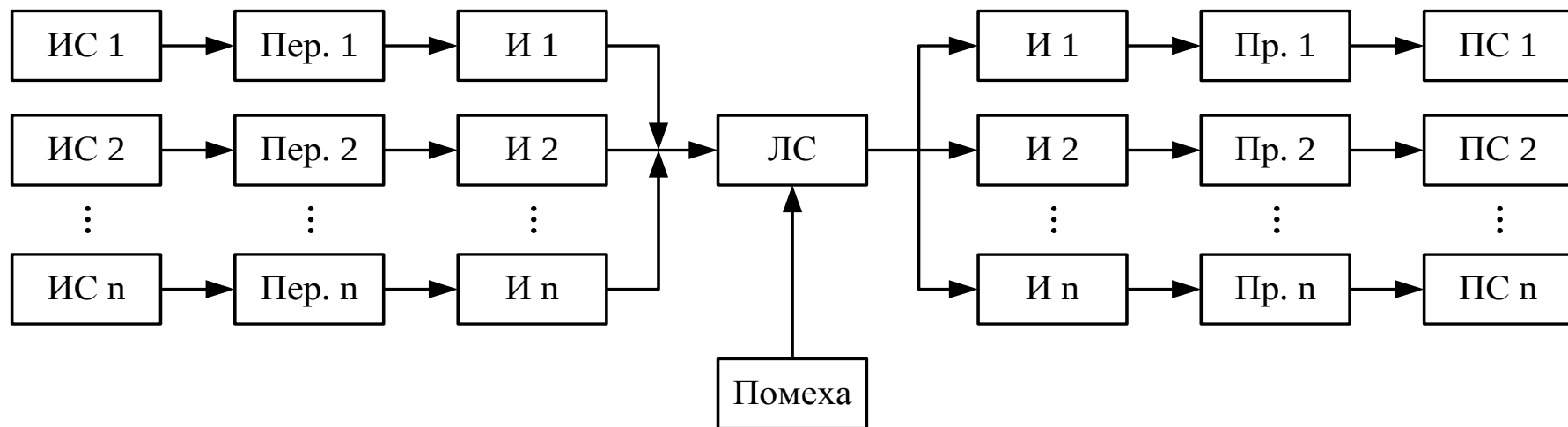


Рисунок 7.1 Общая схема многоканальной телемеханической системы с одной линией связи:

ИС – источник сообщения; Пер – передатчик; Пр – приемник; ПС – приемник сообщения; ЛС – линия связи; И – классификатор (идентификатор).

7.2. Частотное разделение каналов связи 4

При **частотном разделении** передача информации от нескольких источников сообщений по одной линии связи осуществляется одновременно на различных частотных диапазонах.

Каждому каналу связи отводится определённый участок общей полосы частот ($f_{\text{в}} - f_{\text{н}}$), передаваемых по линии связи (см. рисунок 7.2).

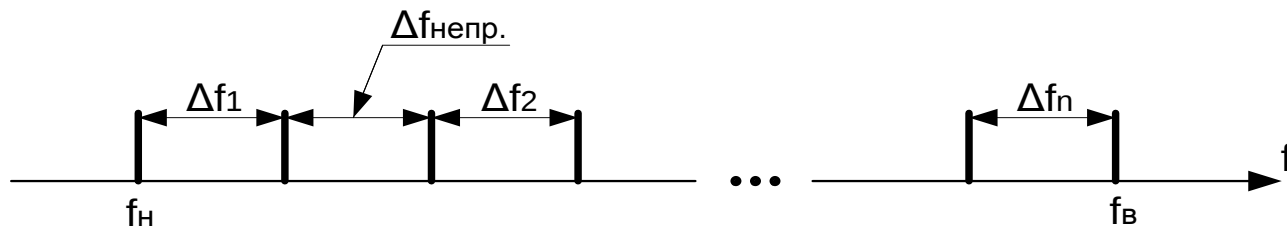


Рисунок 7.2 Интервалы частот при частотном разделении каналов связи

Для первого канала связи выделяется полоса Δf_1 , для второго – Δf_2 и т.д. Соседние каналы связи разделяются между собой полосами непропускания $\Delta f_{\text{непр}}$, ширина которых зависит от качества фильтров, применяемых для разделения каналов (см. рисунок 7.3).

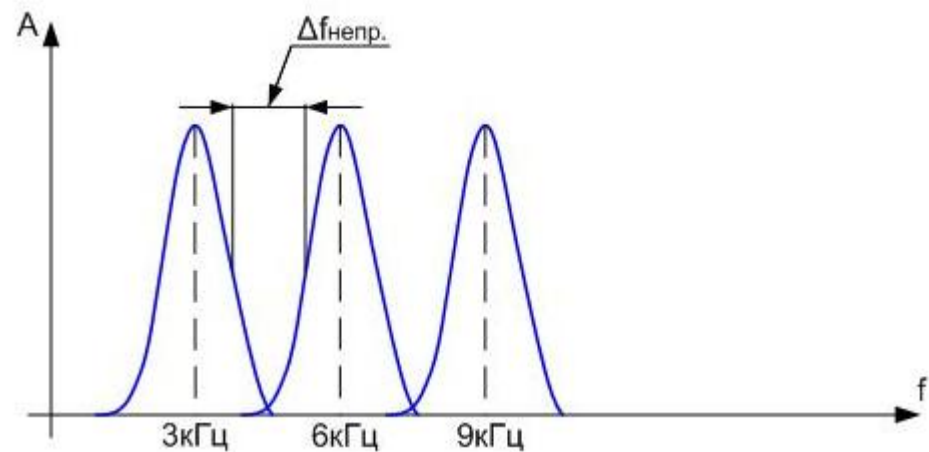


Рисунок 7.3 Амплитудно-частотная характеристика каналов связи

Полоса частот определяется выражением:

$$\Delta F = \sum_{i=1}^n (f_i + \Delta f_{\text{непр}}) \quad (7.1)$$

Пример структуры телемеханической системы с частотным разделением каналов связи представлен на рисунке 7.4.

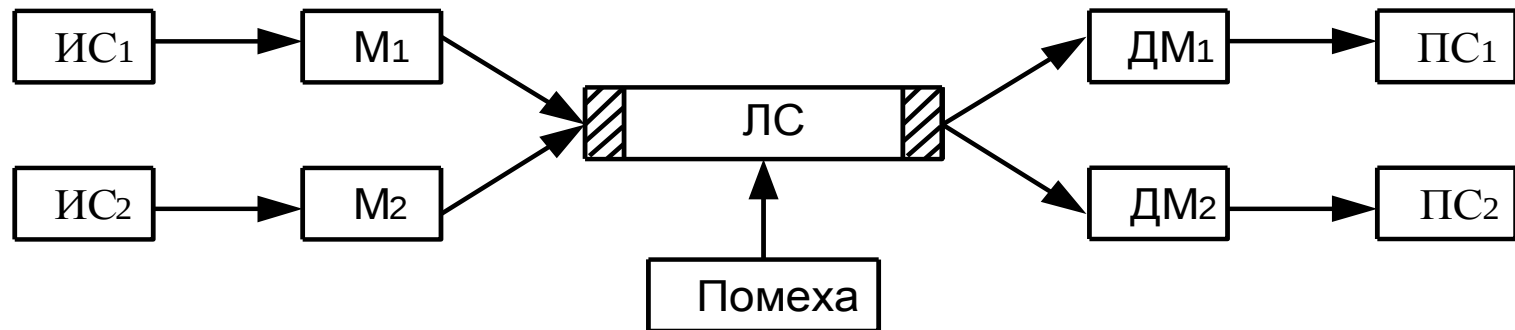


Рисунок 7.4 Структура телемеханической системы с частотным разделением каналов связи:

М – модулятор; ДМ – демодулятор.

Недостатки частотного разделения каналов связи:

- сложность фильтров,
- большие полосы непропускания,
- неэффективное использование частотного диапазона.

7.3. Временное разделение каналов связи

6

При **временном разделении каналов** сообщения дискретизируются и передаются только их мгновенные значения, один раз за период повторения (см.рисунок 7.5).

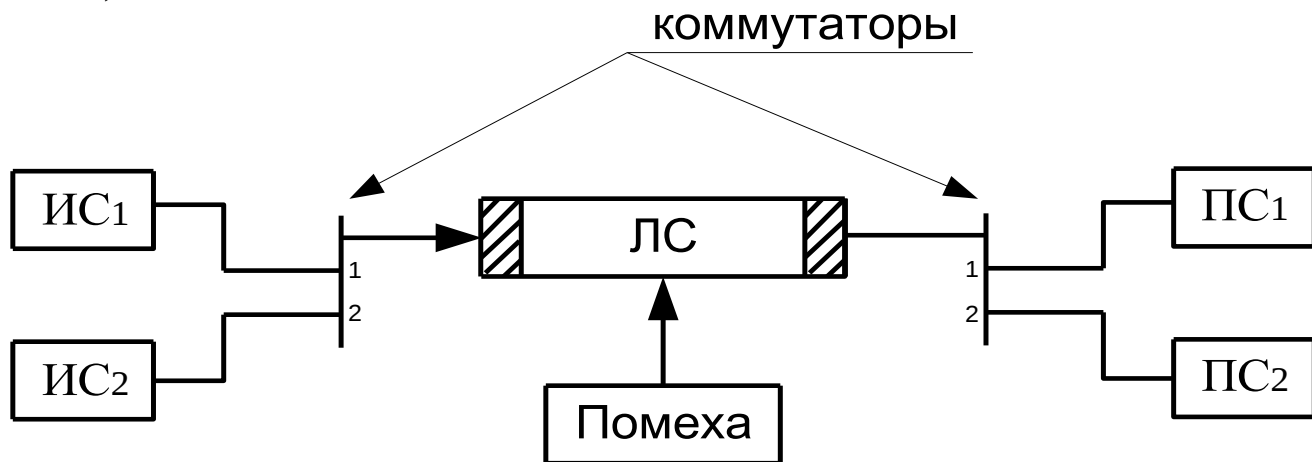


Рисунок 7.5 Телемеханическая система с временным разделением каналов связи

Мгновенные значения каждого сообщения передаются короткими импульсами, поэтому по одной линии связи можно передавать последовательно во времени несколько сообщений.

Для каждого канала связи выделяется определённый промежуток времени, являющийся частью периода повторения, в течение которого высылаются импульсы, модулированные информацией, передаваемой по данному каналу.

Модуляция импульсов осуществляется по амплитуде, длительности или по фазе.

Для схемы рисунок 7.5 коммутаторы должны работать синхронно и синфазно. Пример временной диаграммы сигналов сообщений при временном разделении каналов связи показан на рисунке 7.6.

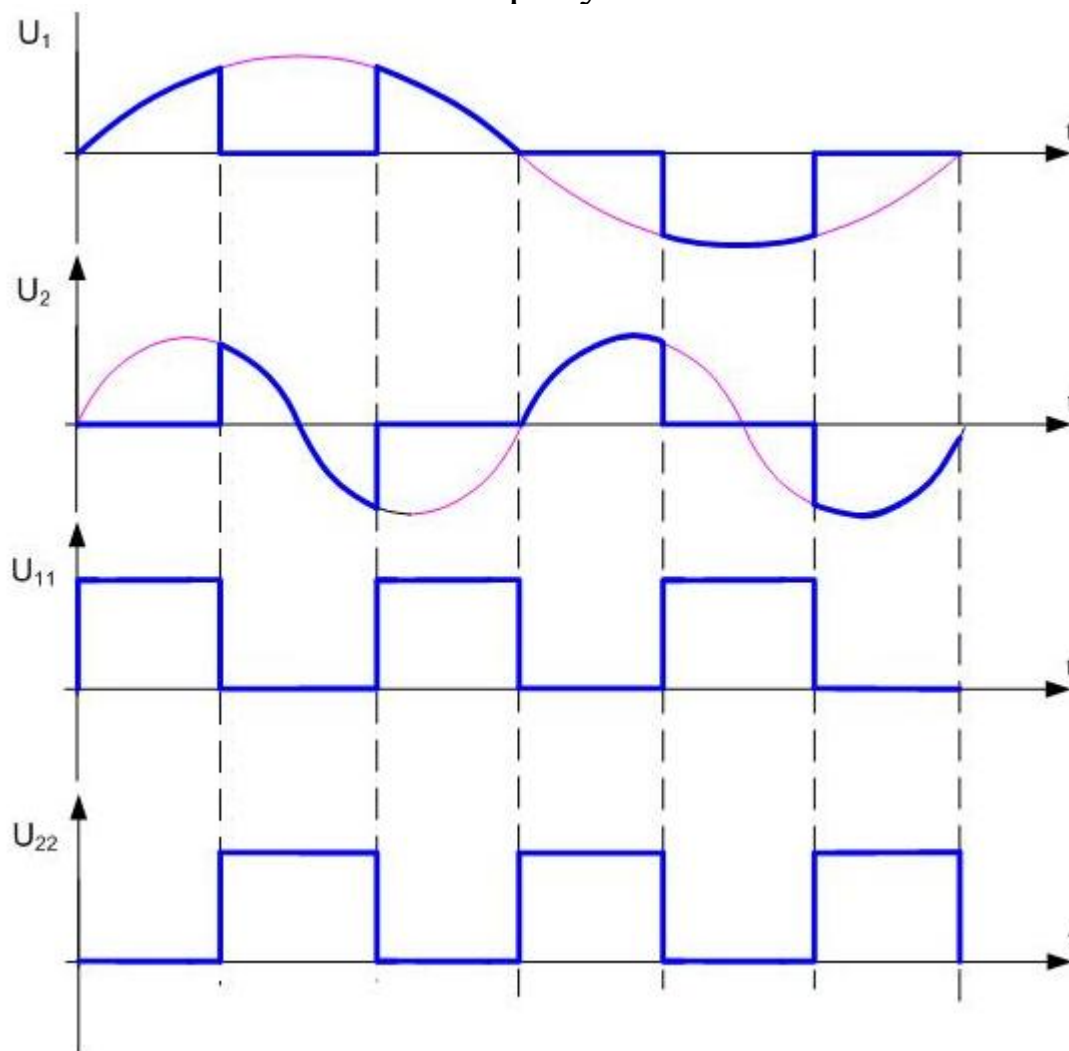


Рисунок 7.6 Временное разделение каналов связи: U_1 – напряжение на выходе первого канала; U_2 – напряжение на выходе второго канала; U_{11} – импульсы синхронизации для первого канала; U_{22} – импульсы синхронизации для второго канала.

Введем следующие обозначения: $T_{\text{ц}}$ – время опроса всех каналов;
 $f_{\text{ц}}$ – частота опроса каналов; $\tau_{\text{р}}$ – время работы одного канала (см. рисунок 7.7);
 $\tau_{\text{з}}$ – защитный интервал.

В результате чего получаем:

$$T_{\text{ц}} = N \cdot \tau_{\text{к}} \quad (7.2)$$

где N – число каналов,

$$\tau_{\text{к}} = \tau_{\text{р}} + 2 \cdot \tau_{\text{з}} \quad (7.3)$$

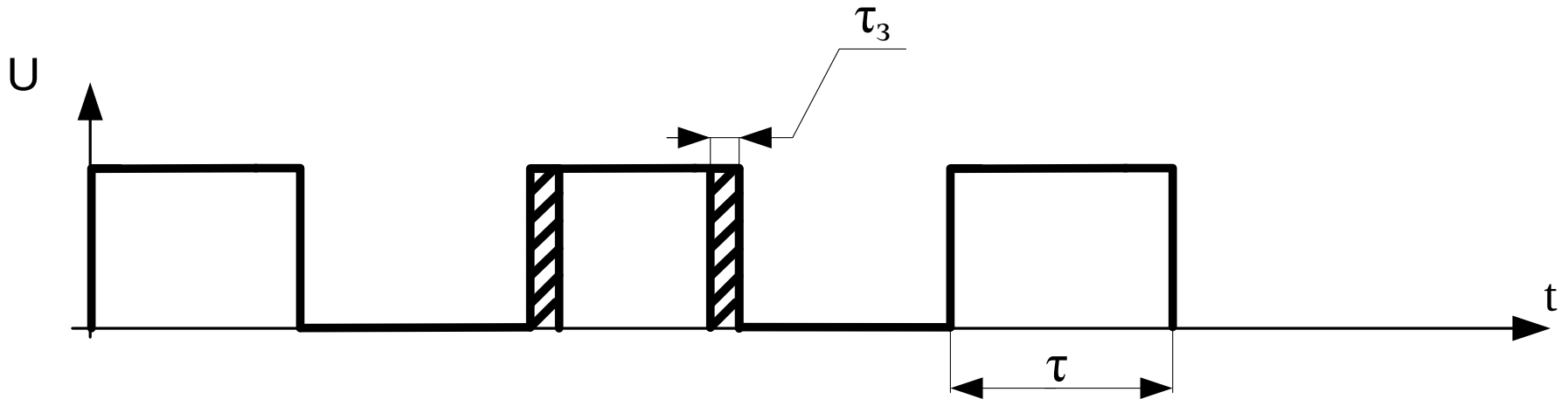


Рисунок 7.7 Защитные интервалы

Коэффициент защиты для канала связи определяется по выражению:

$$K_{\text{з}} = \frac{\tau_{\text{к}}}{\tau_{\text{р}}} \approx 1,3 \quad (7.4)$$

Достоинства временного разделения каналов связи:

- Использование цифрового сигнала при передаче сообщения.
- Возможность передачи избыточной информации для восстановления полученного сигнала.
- Высокая помехоустойчивость систем (отсутствуют переходные помехи нелинейного происхождения).
- Более простая реализация систем.
- Повышенная защищенность каналов от несанкционированного доступа.

Недостатки временного разделения каналов связи:

- Нелинейные искажения, возникающие за счет ограниченности полосы частот и неидеальности амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик системы связи, нарушают импульсный характер сигналов.
- Взаимные помехи могут возникать за счет несовершенства синхронизации тактовых импульсов на передающей и приемной сторонах.

7.4. Способы синхронизации и синфазирования при временном разделении каналов связи

1) **Пошаговый.** В этом способе генератор устанавливается на передающей стороне, а переключение производится на приёмной стороне по импульсу с передатчика (см. рисунок 7.8).

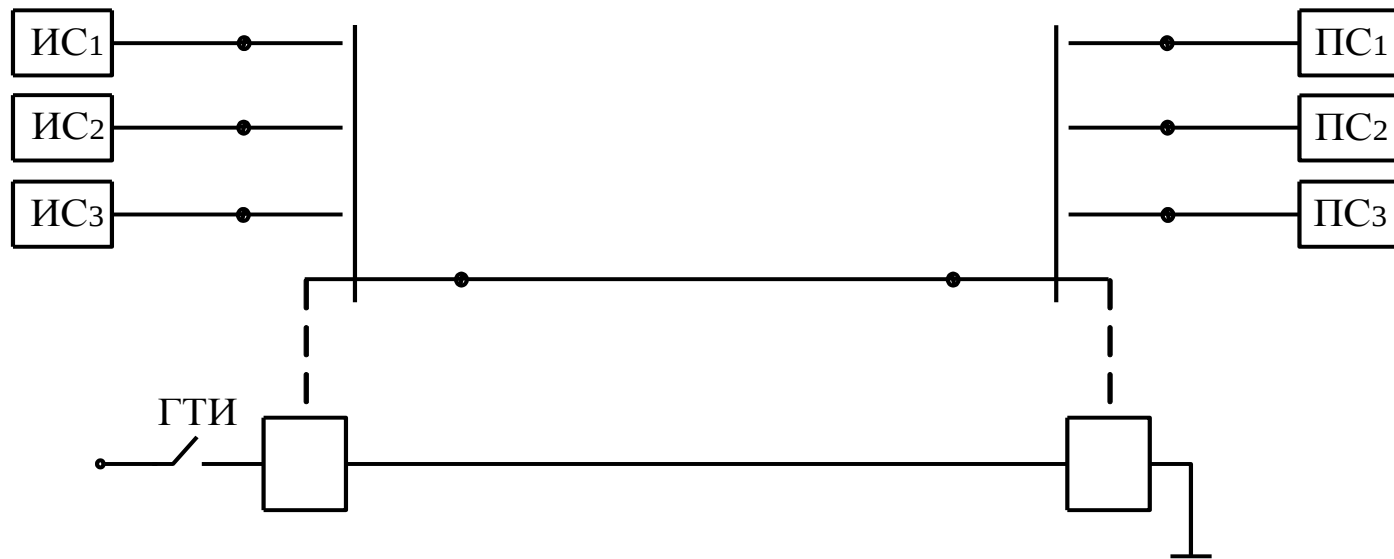


Рисунок 7.8 Телемеханическая система с пошаговым способом синхронизации

Достоинства: простая реализация.

Недостатки: самая низкая помехоустойчивость.

2) **Циклический** (старт-стопный). В этом способе на обоих концах имеются свои генераторы, работающие в ждущем режиме. За цикл работы приходит только один запускающий импульс (см. рисунок 7.9).

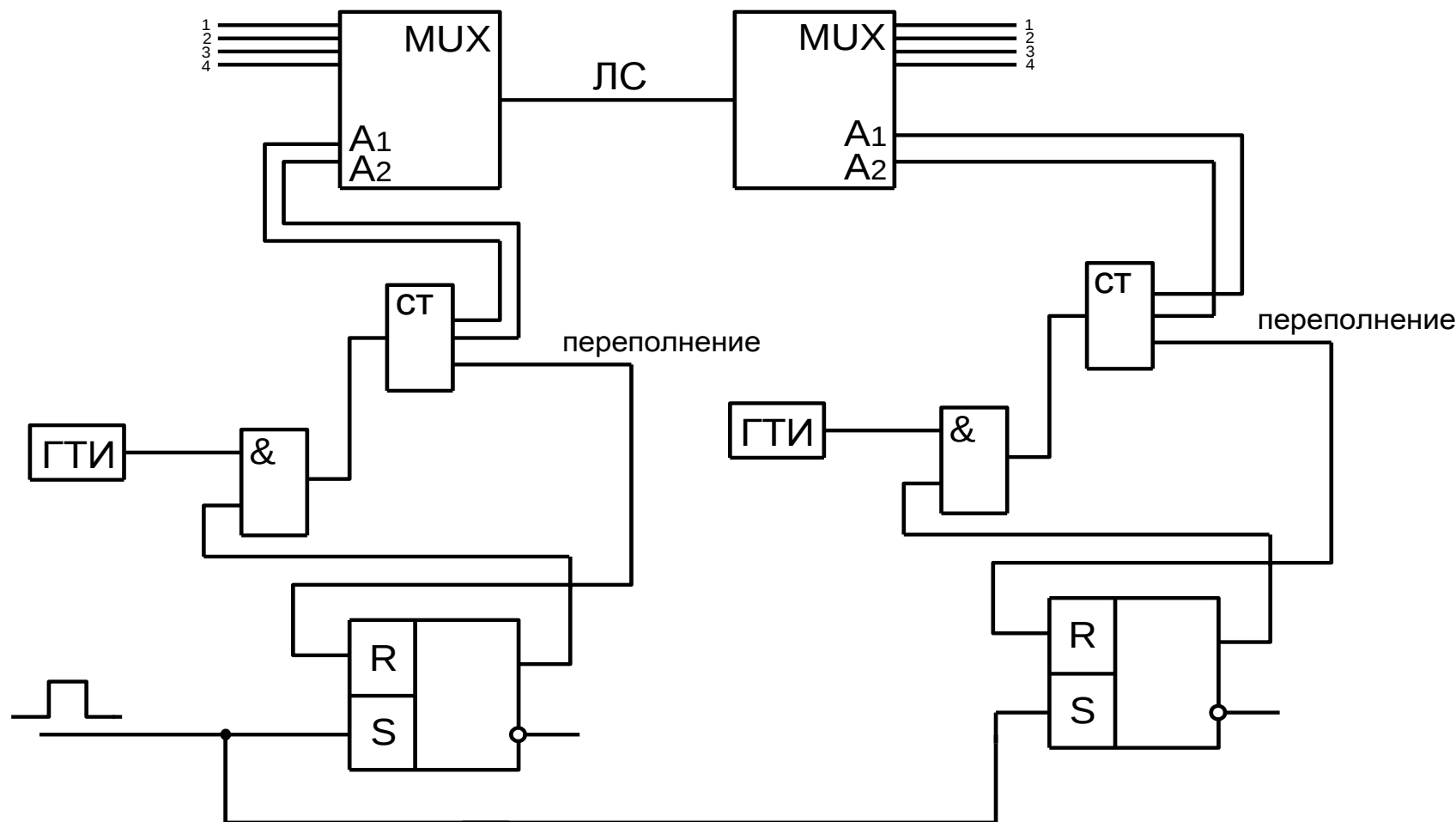


Рисунок 7.9 Телемеханическая система с циклическим способом синхронизации

Достоинства: более высокая помехоустойчивость; имеет возможность коррекции ошибки.

Недостатки: более сложная аппаратура; трудно обеспечить цикл каналов длительное время.

3) **Инерционный.** В этом методе генераторы устанавливаются на обоих каналах линии связи синхронные, синфазные и стабильные (см. рисунок 7.10).

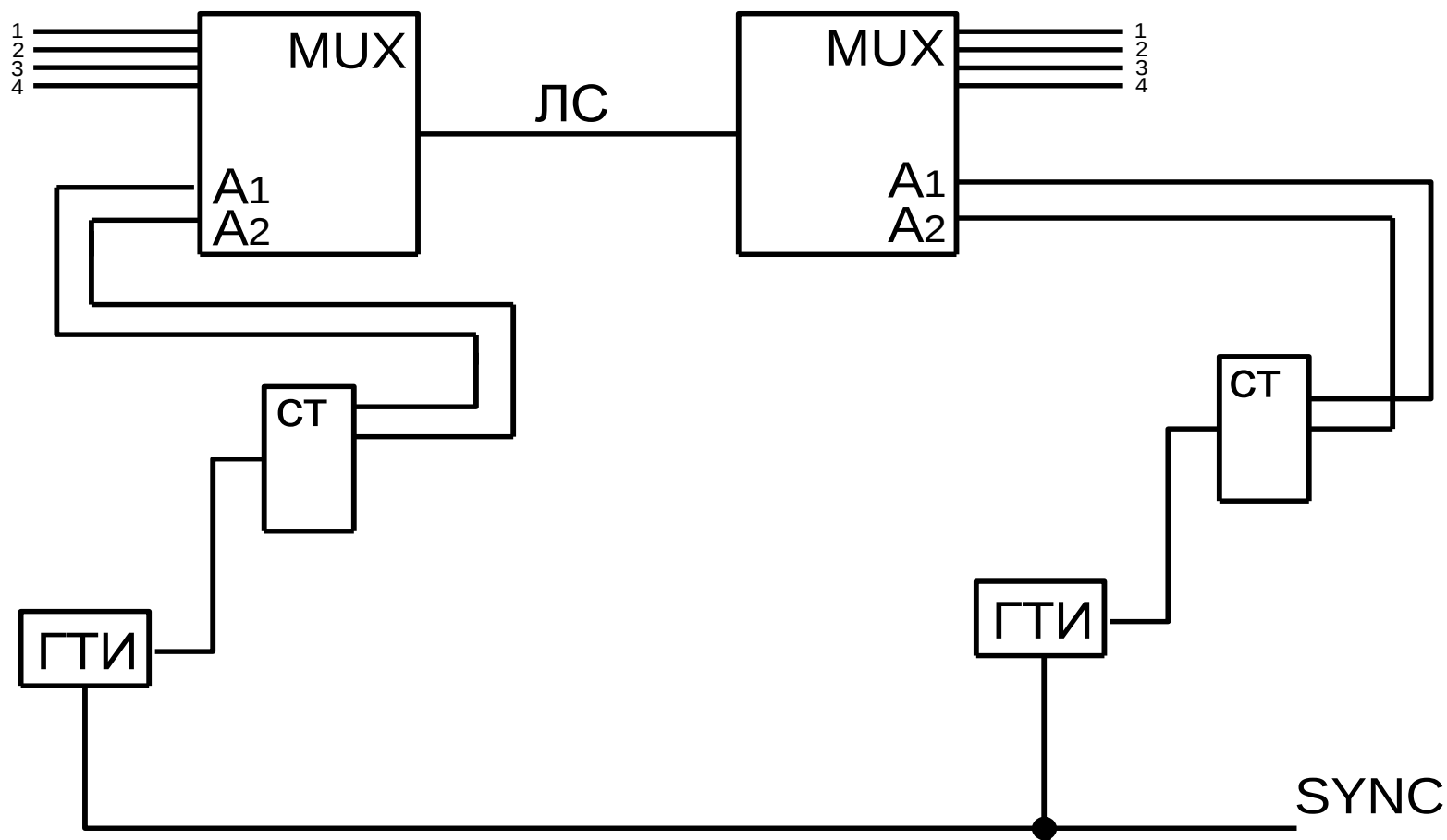


Рисунок 7.10 Телемеханическая система с инерционным способом синхронизации

Достоинства: повышенная помехоустойчивость.

В рассмотренных трёх способах нет избыточности в синхрокоде, следовательно – нет коррекции ошибок.

7.5. Временно-кодовое разделение каналов связи

Каждому сообщению от канала приписывается избирательный признак, называемый адресом. Передатчик опрашивает источники с переменным циклом, при наличии сообщения у какого-либо источника, передаётся адрес этого источника в виде кода и сообщение также в виде кода.

Высокая эффективность и помехоустойчивость каналов связи достигается за счёт применения разностно-дискретной модуляции или Δ -модуляции, корректирующих кодов, помехозащищённого кодирования, избыточности и т.д.

Недостатки: большой объём лишней информации.

Также различают следующие способы разделения каналов:

1. **Синхронная передача сигналов.** При синхронной передаче каждому каналу выделяется своё время. Имеется временной таймер.
2. **Асинхронная передача сигналов.** При асинхронной передаче на текущей временной позиции может быть любой канал, который требуется.
3. **Спорадическая (случайная) передача сигналов.** Спорадическая – передача при накоплении нужного объёма информации или в заранее заданные интервалы времени. Остальное время переносчик выключен. В этом случае нет возможности контролировать исправность системы.

7.6. Фазовое разделение каналов связи 14

При фазовом разделении на одной частоте передаётся несколько сигналов в виде радиоимпульсов с различными начальными фазами.

Для этого используется относительная или фазоразностная манипуляция. Таким образом, в одном частотном канале создаётся несколько каналов передачи двоичных сигналов.

Рассмотрим двухкратную фазовую манипуляцию (ДФМ).



Таблица 7.1

Канал/сообщение	«1»	«0»
1 канал	0°	180°
2 канал	90°	270°

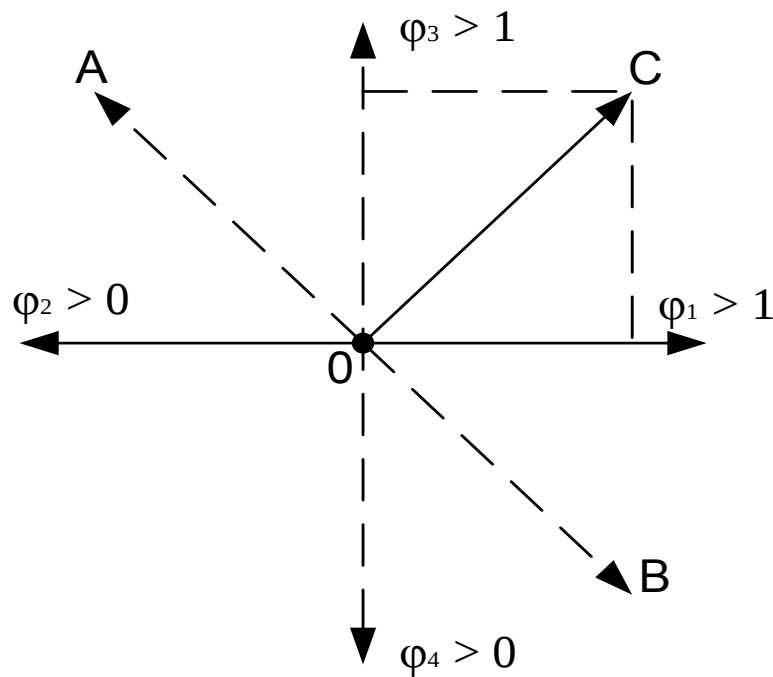


Рисунок 7.11