Тихоокеанский
Государственный
Университет

ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

Синхронизация систем сбора и передачи информации

Введение

- Синхронизация является важнейшей задачей, решение которой позволяет системе работать правильно.
- В первую очередь синхронизироваться должны передающие и приемные устройства обработки и регистрации информации.
- Передающее устройство формирует сигнал синхронизации, который задает необходимые временные интервалы.
- Система синхронизации приемной части выделяет и формирует сигналы синхронизации, необходимые для корректного приема информации.

Основные параметры синхронизации

- Частота несущих колебаний f_0;
- Тактовая частота $f_т$;
- Частота переключения каналов (частота следования слов) $f_к$;
- Канальный интервал (длительность слова) $t_{кан}$;
- Частота опроса каналов (частота следования кадров) $F_{оп}$.

Уровни синхронизации

- *1-й уровень*. Поэлементная тактовая синхронизация. Состоит в выделении сигналов тактовой частоты для фиксации моментов времени, соответствующих границам элементарных двоичных символов;
- *2-й уровень*. Групповая синхронизация. Происходит выделение частоты следования слов и кадров. Используется для выделения моментов начала соответствующих временных интервалов.

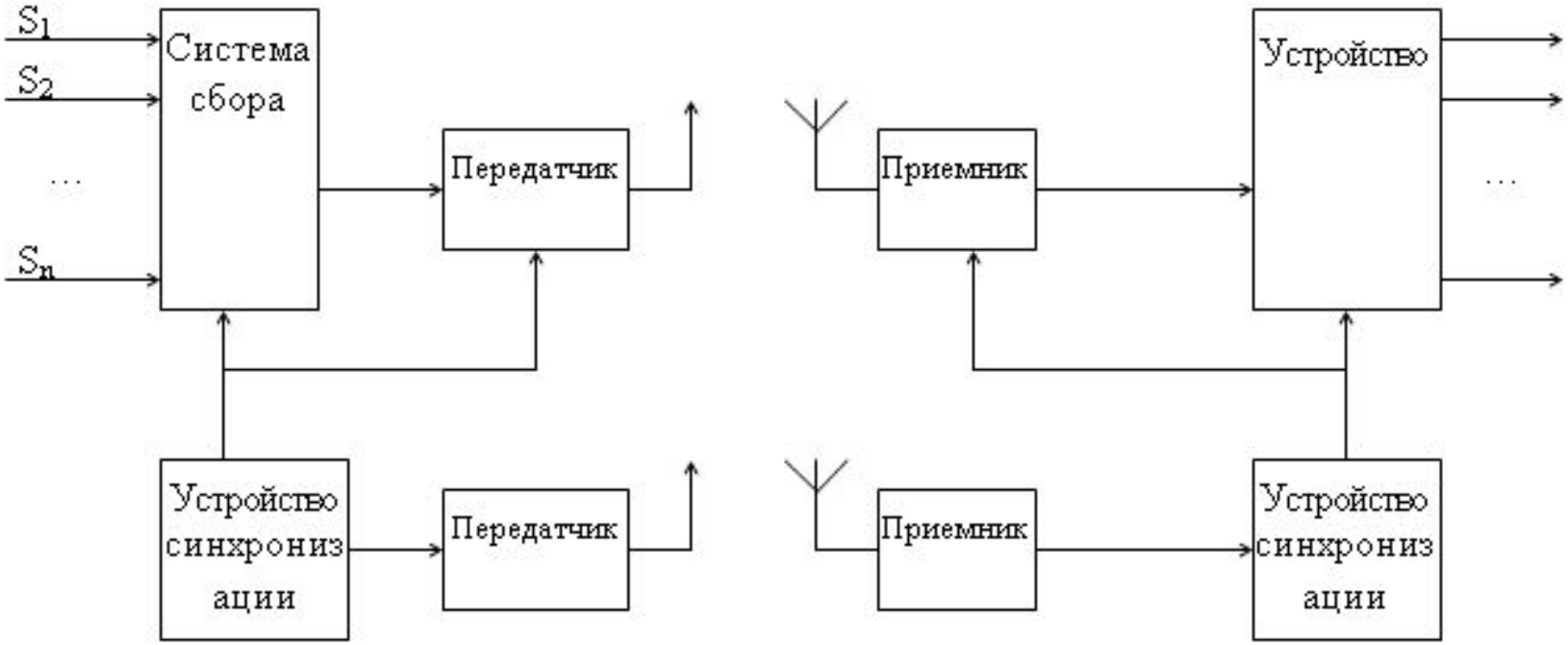
Способы построения систем синхронизации

- В первом способе выделяют отдельный канал связи специально под процесс синхронизации.
- Основное достоинство такого способа – простота реализации.
- Основные недостатки:

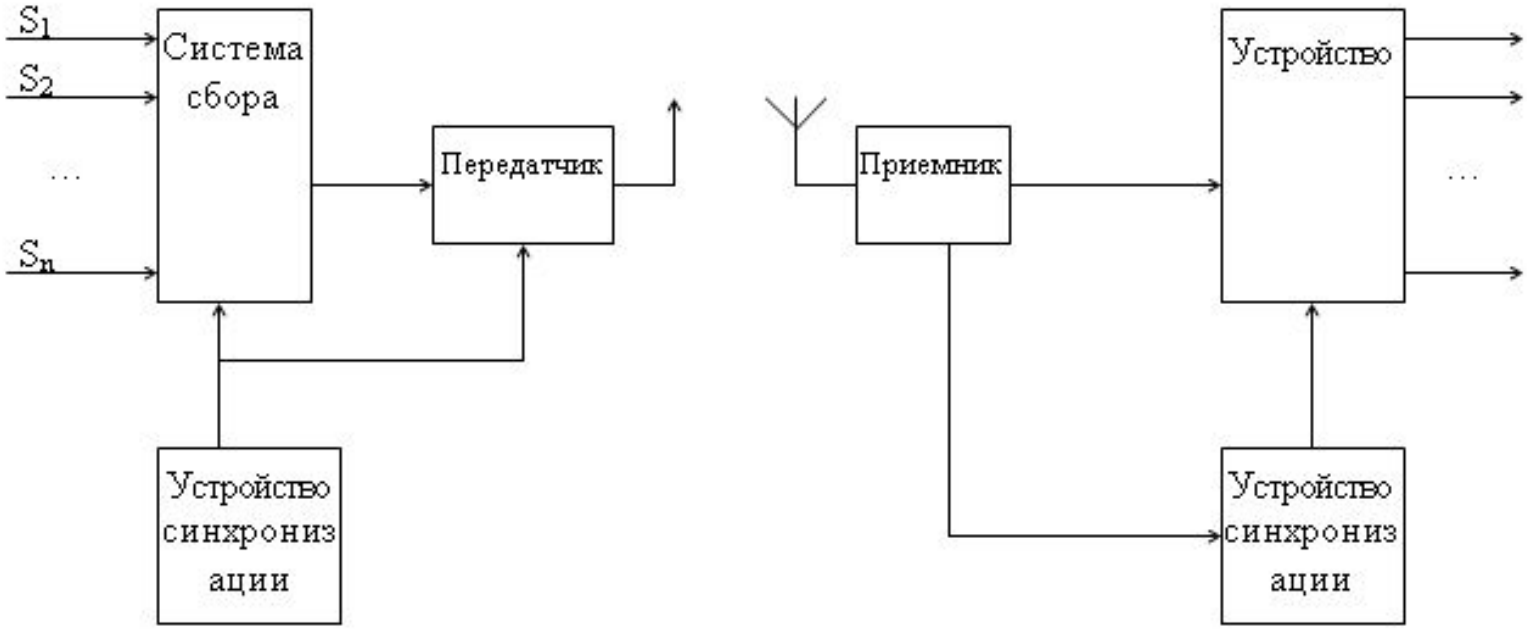
  - возможные перекрестные помехи между каналами;

  - неодинаковые искажения информационных символов из-за случайного характера временных и частотных замираний в канале.

Способы построения систем синхронизации



Способы построения систем синхронизации



- Синхронные радиолинии. Сигналы передаются по тому же каналу, что и информация. Сигналы синхронизации выделяются из принимаемого сигнала.

Приемник двоичных фазоманипулированных сигналов

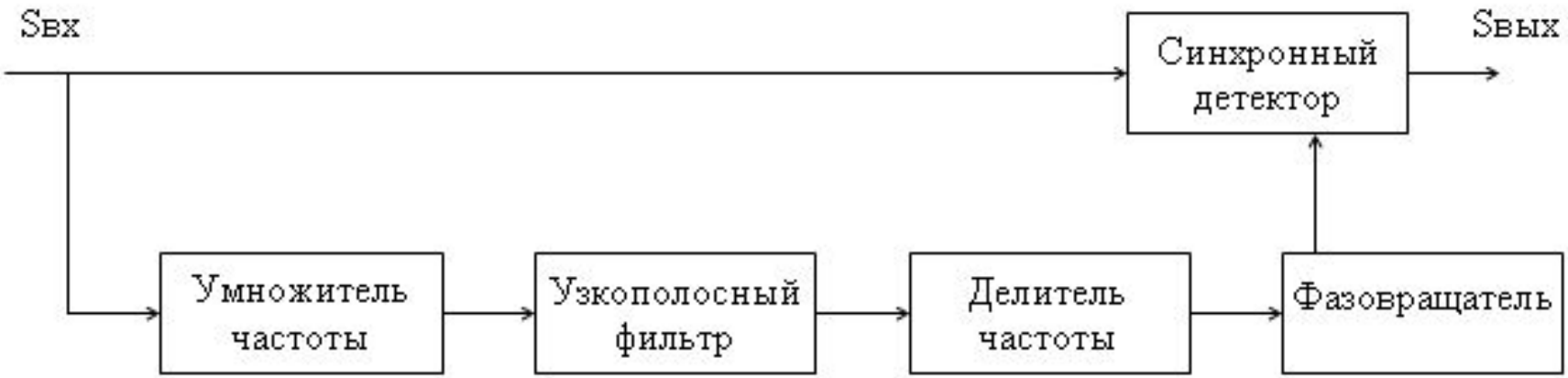
- Чтобы оптимально принимать цифровые сигналы, необходимо чтобы опорное напряжение было когерентно колебаниям несущей частоты принимаемого сигнала. Минимальную вероятность ошибки при приеме двоичной информации обеспечивает приемник двоичных фазоманипулированных сигналов

Схема А. А. Пистолькорса

- Классическая схема формирования опорного гармонического немодулированного напряжения (А.А.Пистолькорс, 1933 г.).
- Если частоту входного сигнала, проманипулированного по фазе на π, умножить на два, то фазовая манипуляция исчезнет. На выходе умножителя сигнал примет вид:

$$S(t) = S_0 \cdot \sin(4\pi f_0 t + 2\varphi_0)$$

Схема А. А. Пистолькорса



- Узкополосный фильтр снижает уровень помех и улучшает форму синусоидального сигнала.
- На выходе делителя частоты имеем немодулированное напряжение с частотой, равной частоте входного сигнала.

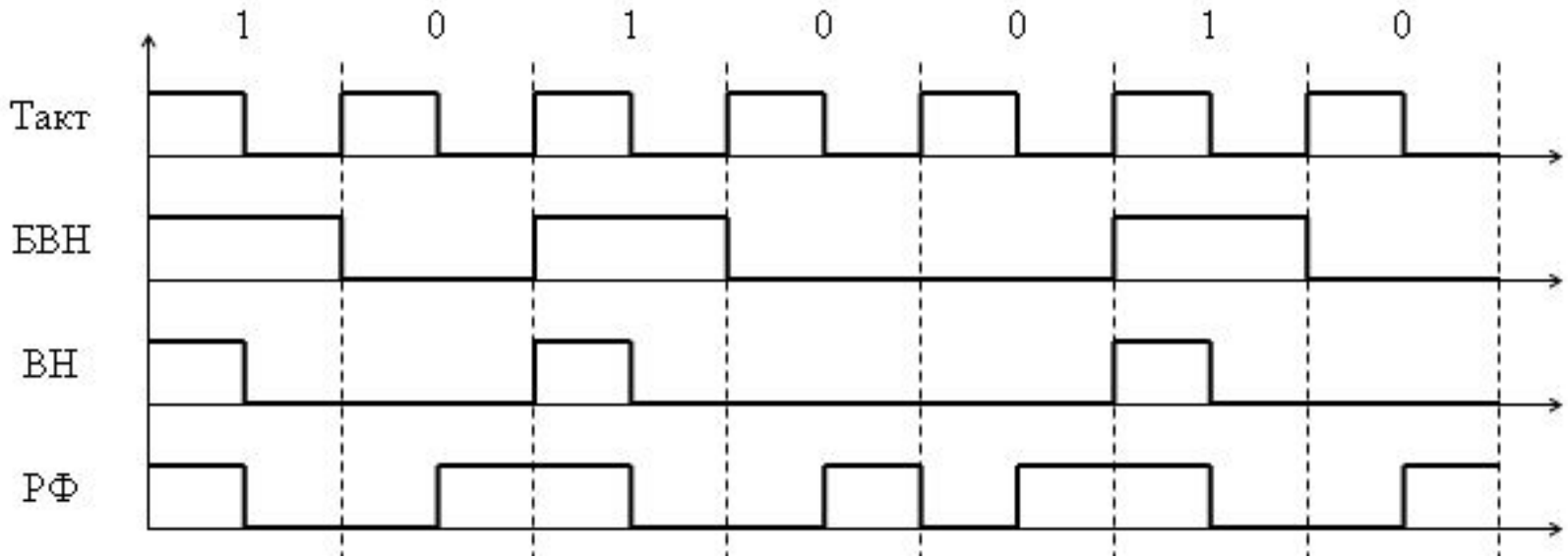
Схема А. А. Пистолькорса

- На выходе делителя частота сигнала определена с точностью до π. Т.е. равновероятно любое из двух устойчивых состояний. Следовательно, на выходе синхронного детектора полярность сигналов может меняться на обратную, по сравнению с истинной. Такое явление носит название *обратной работы*.
- Помехи повышают вероятность перескока фазы опорного напряжения. Для снижения такого влияния используют узкополосный фильтр.
- На практике часто частота входного сигнала подвергается изменениям (например, из-за эффекта Допплера), поэтому используют активный следящий фильтр в виде системы с автоподстройкой частоты.

Первый уровень синхронизации

- *Тактовая синхронизация*. Состоит в выделении из принятого сигнала импульсного напряжения, когерентного частоте следования элементарных двоичных символов.
- В настоящее время в цифровых системах используются три группы структур двоичных кодов:
  - без возвращения к нулю;
  - с возвращением к нулю;
  - метод расщепленной фазы.

Первый уровень синхронизации

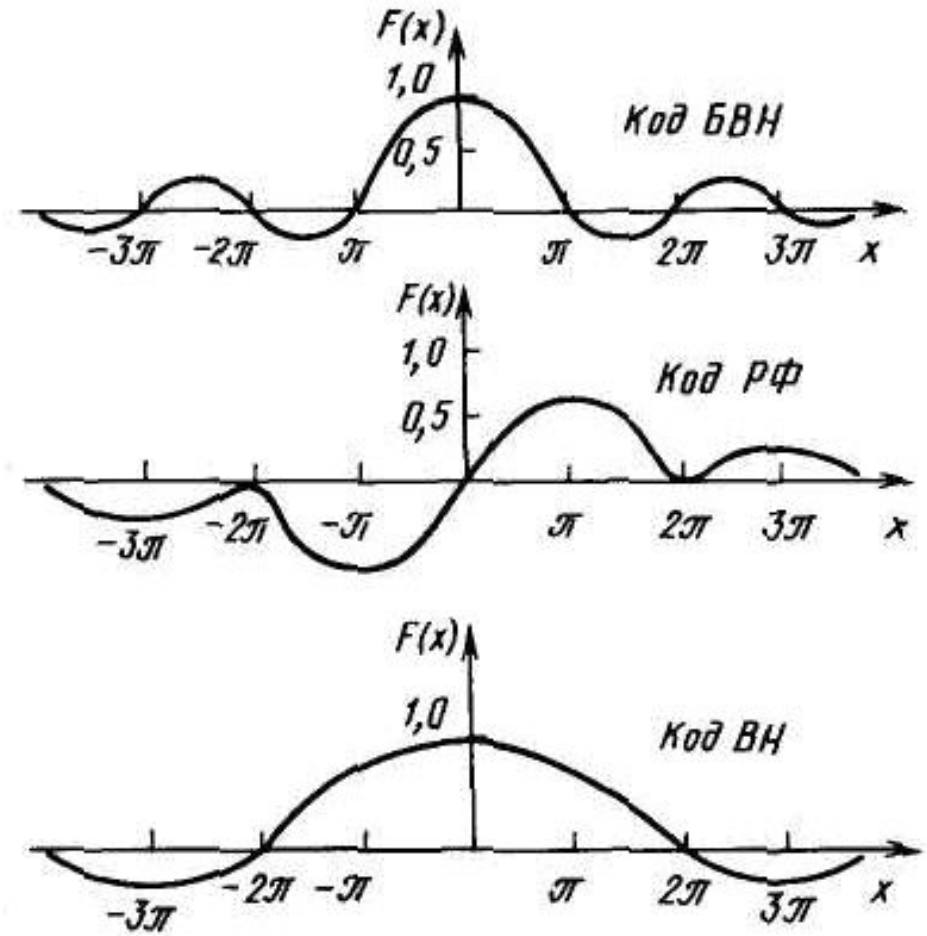


- Код БВН использует весь интервал для передачи информации. Код ВН – только половину интервала, а вторая всегда равна нулю. В коде РФ для передачи «1» используется высокий уровень в первой половине, а для передачи «0» - во второй.

Первый уровень синхронизации

- Сигналы тактовой синхронизации выделяются при помощи системы фазовой автоподстройки, которая следит за частотой сигнала, поэтому спектр группового сигнала - важный фактор.
- Для хорошей синхронизации спектр должен содержать ярко выраженную составляющую, необходимую для надежного захвата и слежения за частотой тактовой синхронизации.

Первый уровень синхронизации



- Код БВН не имеет в своем спектре составляющих с частотой, кратной тактовой, поэтому этот код неприменим для выделения сигналов тактовой синхронизации.
- Наибольший интерес представляет код РФ, у которого не только ярко выражена составляющая с тактовой частотой, но и отсутствует постоянная составляющая.

Второй уровень синхронизации

- *Групповая синхронизация* осуществляется после установления тактовой синхронизации и выполняется одним из двух способов:
  - Сначала выделяются синхросигналы с частотой следования слов, а потом осуществляется кадровая синхронизация;
  - На первом этапе обнаруживается кадровый синхросигнал, а потом производится выделение сигналов пословной синхронизации.

Пословная синхронизация

- В системах цифровой передачи данных слова имеют равную длину.
- В начале или конце слова передается синхросигнал, например, импульс определенной полярности. Для выделения этого импульса используется периодичность следования слов.
- Обнаружитель суммирует импульсы, расположенные через интервалы времени, равные длительности слов. Если обнаружитель будет работать достаточно долго, то напряжение на его выходе при попадании информационных символов будет почти в два раза меньше, чем при поступлении синхросигналов.

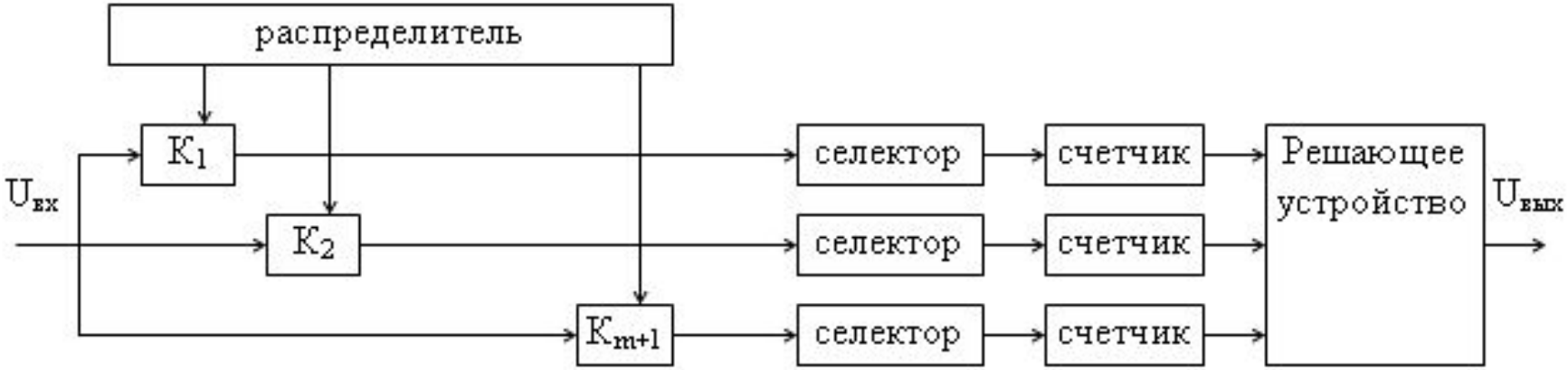
Пословная синхронизация

- Для обнаружения пословной синхронизации используются параллельные и последовательные методы.
- При последовательном анализе производится суммирование импульсов, отстоящих на длительность слова. Если принимается решение, что это информационные символы, то происходит сдвиг на длительность элементарного символа и процесс повторяется.

Пословная синхронизация

- При параллельном анализе используется многоканальный обнаружитель, который производит одновременный анализ пачки из n импульсов.
- Число каналов обнаружителя равно $m+1$, где m – число символов в слове *без синхроимпульса*.

Параллельный анализатор



- На каждом входе с тактовой частотой выделяются символы, занимающие одно и то же положение в слове. За $m+1$ такт на выходах коммутатора по очереди появятся все символы, стоящие на всех возможных позициях слова, причем по одному из каналов будет проходить синхроимпульс заданной полярности. Селектор выделяет импульсы только такой полярности, а счетчик подсчитывает число таких импульсов.

Пословная синхронизация

- Существуют возможности выделения сигналов пословной синхронизации непосредственно из кодовой комбинации, предназначенной для передачи информации.
- Для этого используются самосинхронизирующиеся коды, в которых любая кодовая комбинация содержит информацию о границах кодового слова.
- Пример - код с синхронизирующемся префиксом. Каждая m-элементная последовательность такого кода имеет префикс из k элементов, причем остальные m-k элементов не должны содержать блоки из k элементов, совпадающих с префиксом.

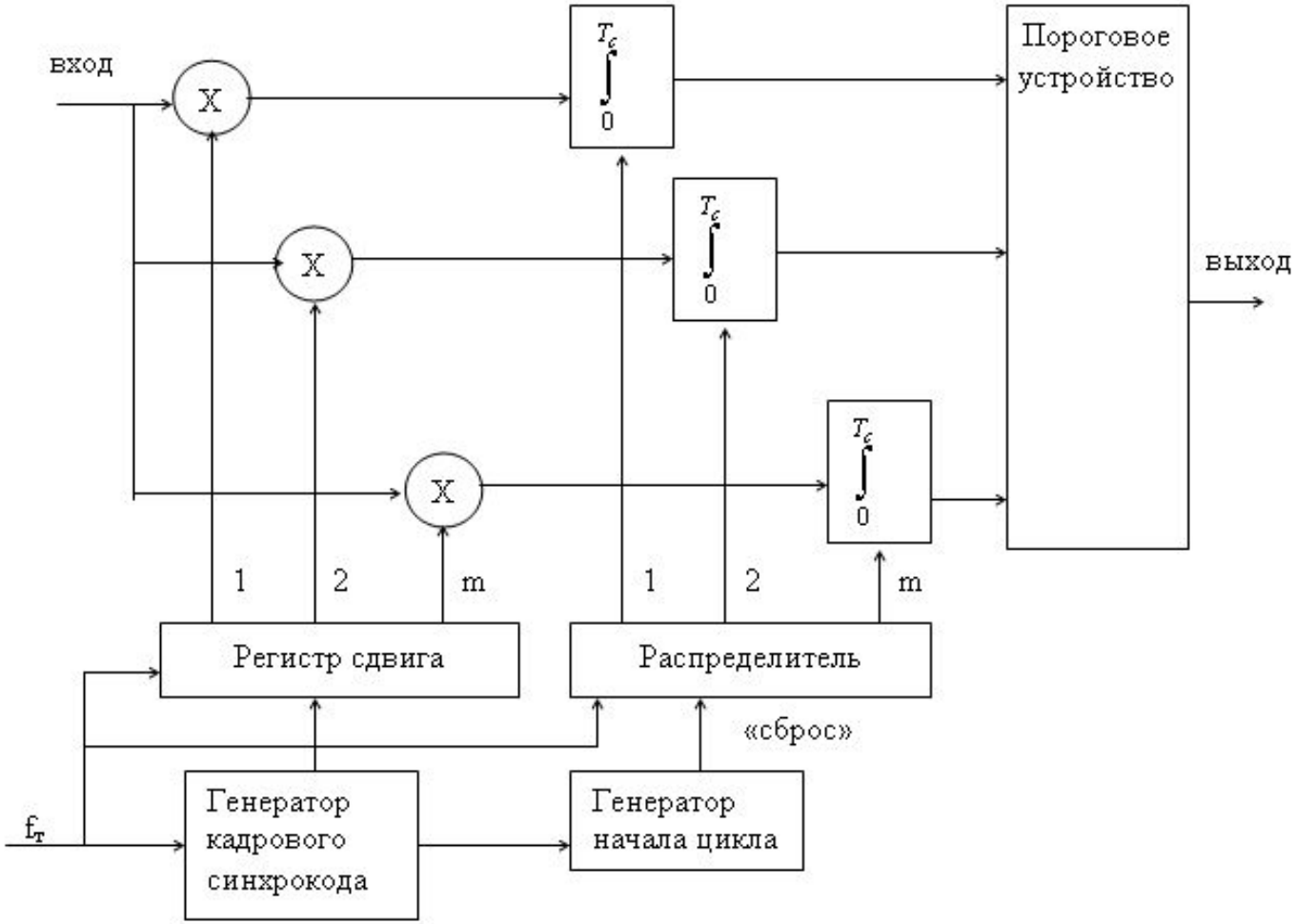
Пословная синхронизация

- Состояние синхронизации определяется в результате корреляционной обработки входного сигнала. В обнаружителе осуществляется вычисление значений функции взаимной корреляции информационного сигнала с опорными сигналами в виде образцов кодов со всеми возможными фазами. В момент синхронизации напряжение на выходе определителя будет максимальным.

Покадровая синхронизация

- Процесс кадровой синхронизации при наличии тактовой синхронизации заключается в том, что в сигнал включается специальная кодовая синхрогруппа, обозначающая начало кадра.
- Для повышения помехоустойчивости для выделения синхросигналов обычно применяют согласованные фильтры.
- Для обеспечения покадровой синхронизации часто используют многоканальный коррелятор.

Многоканальный коррелятор



Многоканальный коррелятор

- Достоинство устройства - отсутствие линий задержек.
- Входной сигнал одновременно подается на m фазовых коммутаторов, которые изменяют полярность выходного сигнала в соответствии с полярностью опорного напряжения (со сдвигового регистра).
- Информация в регистре сдвигается с тактовой частотой. Генератор кода синхронизации кадра непрерывно выдает синхрокод на вход регистра сдвига. Число разрядов регистра равно длине синхрокода.
- После коммутаторов напряжение интегрируется, причем напряжения на выходах интеграторов пропорциональны значениям корреляционной функции. Превышение заданного порогового уровня говорит о начале кадра.