

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

Романов А.Г.,

научный руководитель старший преподаватель Романов А.П.

Сибирский федеральный университет

Радионавигационные системы предназначены для обеспечения навигации воздушных объектов, ориентирования морских и наземных средств, топопривязки, мониторинга подвижных объектов, а также решения других задач. Для их работы необходимо обеспечить поиск сигнала.

За счёт неидеальности аппаратуры, изменения условий распространения, возможной произвольности момента начала работы системы, а также движения передатчика, приёмника или ретранслятора сигнал, приходящий в точку приёма, имеет неопределённые (неизвестные) амплитуду, задержку, частоту и фазу. Неопределённость указанных параметров оказывает различное влияние на схемы и достоверность приёма.

Рассмотрим применяемый сигнал и его составляющие.

В разрабатываемом устройстве применяется псевдослучайный сигнал с частотной манипуляцией.

Структура псевдослучайного сигнала с частотной манипуляцией имеет следующий вид:

$$S(t) = \sum_{l=1}^L A \cdot \text{rect}(t - t_{pi} + (l-1) \cdot \tau) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t + \pi \cdot d_l)$$

где  $l$  – номер элемента сигнала;  $L$  – число составляющих сигнала;  $A$  – амплитуда сигнала;  $\text{rect}[*]$  – импульс единичной амплитуды, длительностью  $\tau$ , равной длительности элементов псевдослучайного сигнала, так что

$$\text{rect}[t - (l-1)\tau] = \begin{cases} 1 & \text{при } (l-1)\tau \leq t \leq l\tau, \\ 0 & \text{при } (l-1)\tau > t > l\tau; \end{cases}$$

$\{d_l\}$  – двоичная ПС последовательность символов, формируемая генератором М-последовательности,  $\{d_l\} = d_1, d_2, d_3, \dots, d_L$  и  $d_l \in 0;1$ ;  $t_{pi}$  – время распространения сигнала;  $\tau$  – длительность элемента сигнала;  $2\pi f_0$  – циклическая частота.

Алгоритм формирования псевдослучайной последовательности (ПСП) реализуется.

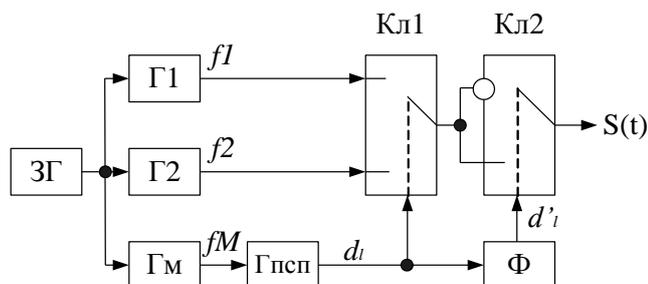


Рис. 1. Схема формирования ПСП

Задающий генератор служит для синхронизации генераторов Г1, Г2 и Гм. Генераторы Г1 и Г2 формируют сигналы с частотами  $f_1$  и  $f_2$  соответственно. Генератор Гм подаёт модулирующее колебание на Гпсп, формирующий кодовую последовательность  $d_i$ . Затем, ключ Кл1, управляемый этим кодом, переключается на канал с Г1 либо с Г2. Таким образом производится манипуляция частоты. Ключ Кл2, управляемый кодом  $d'_i$  с формирователя Ф служит для обеспечения непрерывности фазы формируемого сигнала.

На настоящее время существует 2 метода поиска псевдослучайных сигналов: это: последовательный и параллельный. Их схемы приведены на рис. 2 и 3.

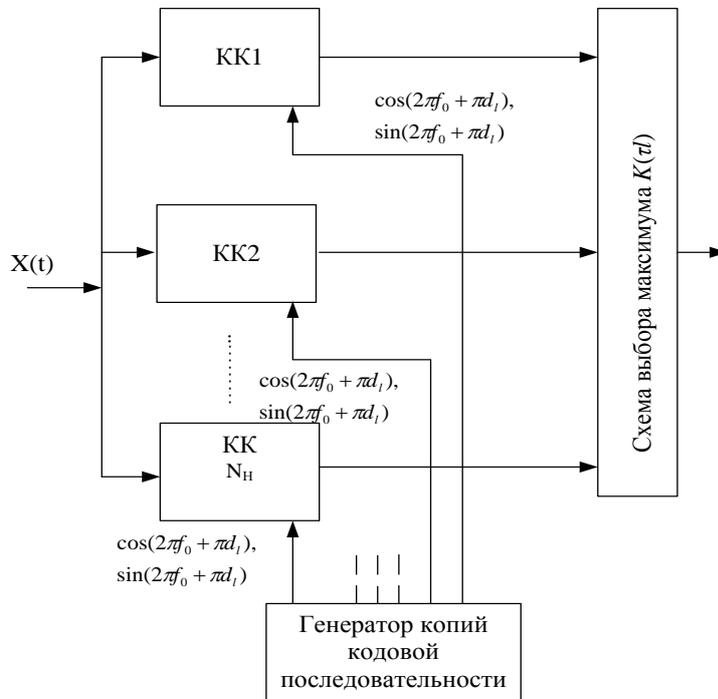


Рис. 2 Параллельный метод

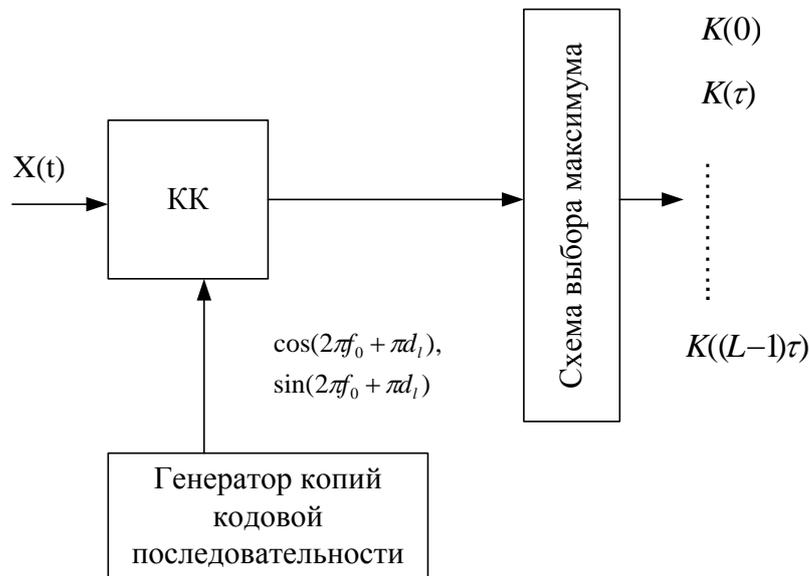


Рис. 3. Последовательный метод

В состав обеих схем входит квадратурный коррелятор, изображённый на рис. 4.

Приведённые выше методы поиска псевдослучайных сигналов имеют ряд недостатков: при последовательном методе время принятия решения во много превосходит длительность сигнала, при параллельном требуются большие аппаратные затраты.

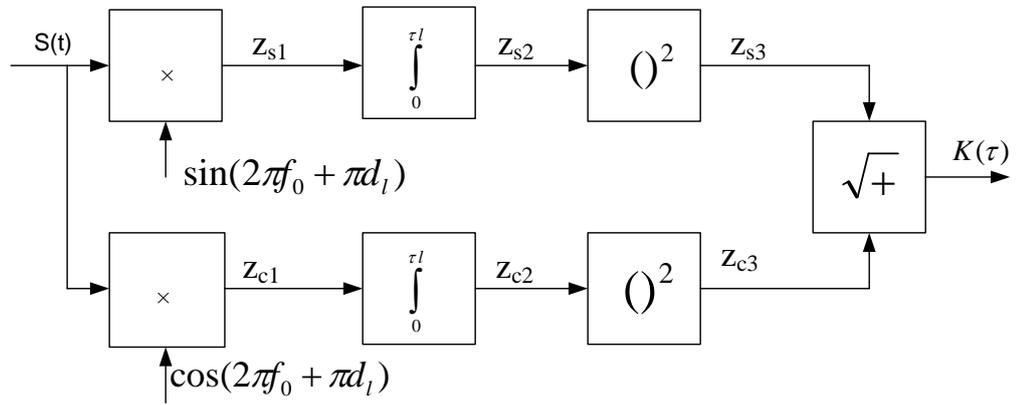


Рис. 4. Квадратурный коррелятор

Предлагаемое техническое решение заключается в следующем (рис. 5).

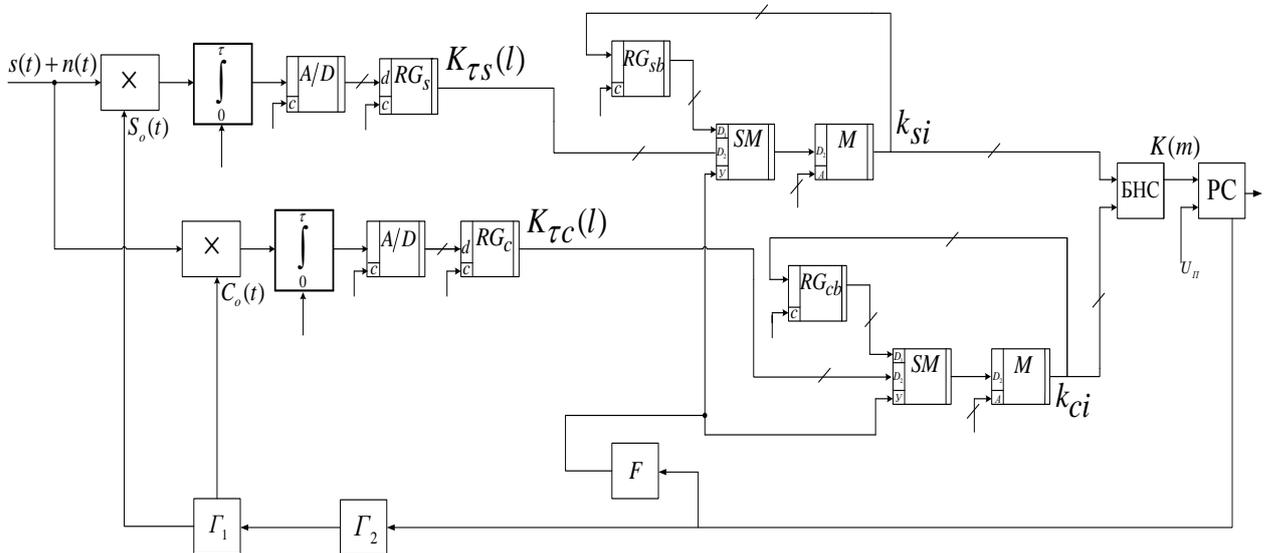


Рис. 5. Схема предлагаемого устройства

Работа схемы основана на вычислении квадратурных корреляций  $k_{s(c)i}$  в ячейках памяти  $M$  через формирование  $L$  значений последовательно во времени, поэлементных квадратурных корреляций  $K_{\tau s(c)}(l)$  на выходах регистров  $RG_{s(c)}$  посредством перемножения анализируемого ПС сигнала

$$S(t) = \sum_{l=1}^L A_s \cdot \text{rect}[t - (l-1)\tau] \cdot \sin[\omega_0 t + \pi d_l]$$

с квадратурными опорными сигналами

$$S_0(t) = \sum_{l=1}^L d_l \cdot A_0 \cdot \text{rect}[t - (l-1)\tau] \cdot \sin(\omega_0 t)$$

и

$$C_0(t) = \sum_{l=1}^L d_l \cdot A_0 \cdot \text{rect}[t - (l-1)\tau] \cdot \cos(\omega_0 t),$$

которые формируются генератором  $\Gamma_1$ , управляемым в соответствии с двоичным кодом опорного ПС сигнала  $d_l$  единичной амплитуды, формируемого генератором кода  $\Gamma_2$ , ин-

тегрирования в интеграторах, аналого-цифрового преобразования в А/Д и хранение в регистрах  $RG_{s(c)}$  полученных результатов в течении времени  $\tau$  при формировании  $L$   $i$ -ых квадратурных корреляций  $k_{s(c)i}$  посредством буферных регистров  $RG$ , сумматоров  $SM$  и ячеек памяти  $M$ . Формирователь знаковой функции  $F$  управляет знаком суммируемых данных регистра  $RG$ .