

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь.

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ЗАДЕРЖКОЙ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОГО СИГНАЛА

Информационные радиосистемы с шумоподобными сигналами обеспечивают высокую помехозащищенность, кодовое разделение каналов при работе в общей полосе частот, совместимость приема информации и измерения параметров движения объекта с высокой точностью и разрешающей способностью, что обусловило в настоящее время их широкое применение.

В работе представлены результаты разработки и исследования имитационной модели цифровой системы слежения за задержкой (ССЗ) псевдослучайного сигнала (М-последовательности). Модель разработана в системе Matlab с использованием пакета имитационного моделирования Simulink.

Структурная схема модели приведена на рисунке 1.

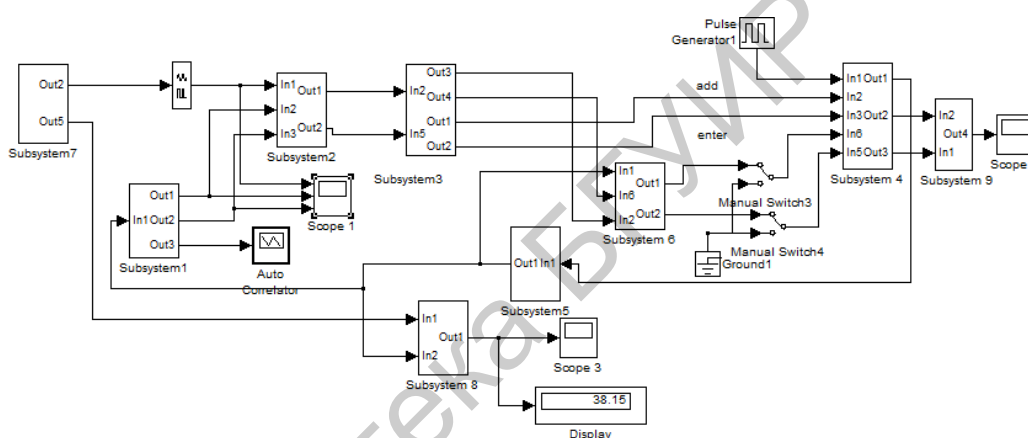


Рисунок 1 – Структурная схема модели ССЗ

Основные функциональные узлы модели ССЗ выполнены в виде следующих подсистем: генератора опорного сигнала (Subsystem 1), дискриминатора (Subsystem 2), усредняющего устройства, выполненного на реверсивном счетчике (Subsystem 3), устройства добавления и исключения (УДИ) импульсов (Subsystem 4), делителя частоты (Subsystem 5), интегратора (Subsystem 6), схемы формирования эталонного сигнала (Subsystem 7). Измерения ошибки слежения и переходной характеристики обеспечиваются устройствами, входящими соответственно в состав подсистем 8 и 9 (Subsystem 8, 9).

Генератор опорного сигнала выполнен на регистре сдвига с обратными связями; формирует последовательность максимальной длины с периодом  $N=63$  символов. Интегратор включает реверсивный счетчик, формирующий в виде кода интегральную составляющую сигнала управления, и синтезатор частот. Выходы интегратора коммутируются ко входам УДИ переключателями (Manual Switch 3,4), что позволяет формировать модели ССЗ с астатизмом первого и второго порядков.

Устройство измерения переходной характеристики состоит из реверсивного счетчика, схемы преобразования дополнительного кода в прямой код и цифроаналогового преобразователя. На вход устройства подаются импульсы с выходов усредняющего устройства. Принцип работы устройства состоит в вычислении разности числа импульсов, поступающих с выходов переполнения реверсивного счетчика по сложению и вычитанию, и последующем цифроаналоговом преобразовании результирующего двоичного кода числа.

Схема формирования эталонного сигнала состоит из генератора М-последовательности, сумматора, генератора шума, позволяющего оценить влияние помех на показатели качества системы.

Разработанная модель позволяет получить временные диаграммы работы ССЗ, измерить динамическую и флюктуационную ошибки слежения ССЗ с астатизмом первого и второго порядков, исследовать автокорреляционные функции, по переходной характеристике определить показатели качества переходного процесса, оценить влияние помех на показатели качества системы.

Результаты моделирования приводятся ниже в виде переходных характеристик и динамических ошибок для ССЗ первого (а) и второго (б) порядков астатизма в переходном и установившемся режимах при отсутствии и наличии расстройки генераторов тактовых частот эталонного и опорного сигналов.

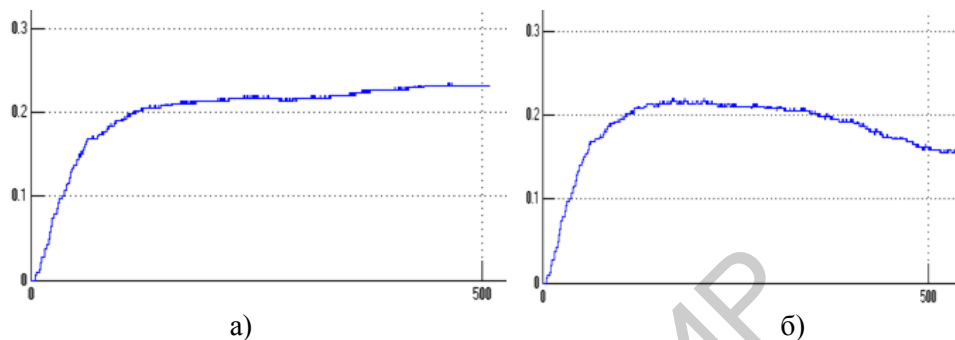


Рисунок 2 – Переходные характеристики

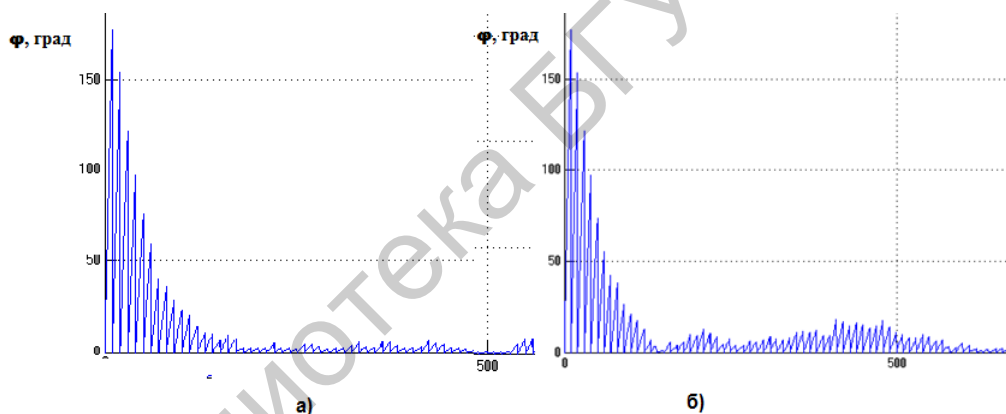


Рисунок 3 – Динамические ошибки при нулевой частотной расстройке

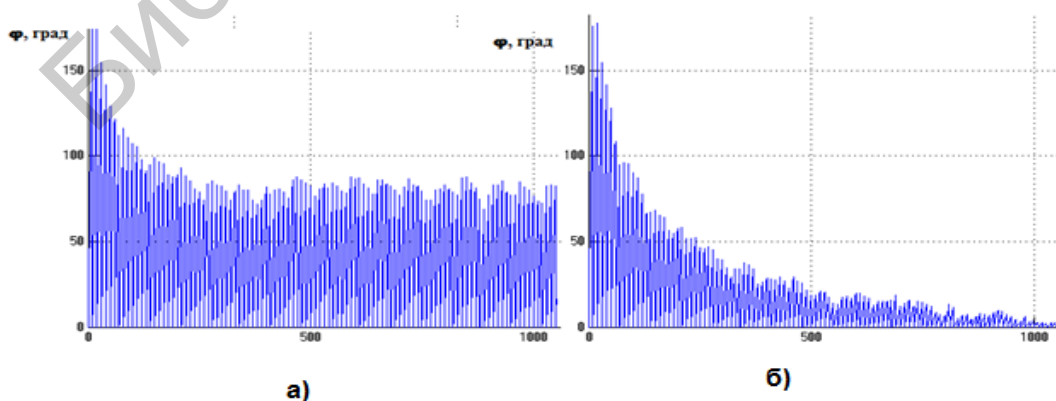


Рисунок 4 – Динамические ошибки при относительной частотной расстройке  $5 \cdot 10^{-3}$

Разработанная модель может быть использована при проектировании ССЗ на современной элементной базе и в лабораторном учебном практикуме при изучении принципов построения и функционирования узлов ССЗ, системы в целом и ее показателей качества.