

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА LAN-КАБЕЛЯ В ВИДЕ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

Головко В.С., Федосеева С.А.,
научный руководитель докт. техн. наук Чостковский Б. К.
Самарский государственный технический университет

Технологический процесс экструзии при производстве электрических кабелей связи (LAN-кабелей) представляет научный интерес с точки зрения теории управления [1]. Он протекает в окружающей среде, влияние которой препятствует выполнению цели управления и представляется в форме возмущающего воздействия. Конкретный вид возмущающего воздействия непредсказуем, так как оно имеет характер случайного процесса.

В задачу моделирования возмущающего воздействия входит получение передаточной функции формирующего фильтра. Исследуются реализации входного (диаметр изоляции) и выходного (погонная емкость) сигналов датчиков экструзионной линии TDL-35 Самарской Кабельной компании. Диаметр и емкость являются частными параметрами качества кабеля.

Формирующим фильтром называется линейное динамическое звено, формирующее из белого шума $V(t)$ случайный процесс с заданными корреляционно-спектральными характеристиками – окрашенный шум $X(t)$ [2].

Цель моделирования – получить окрашенные шумы с заданными корреляционными функциями.

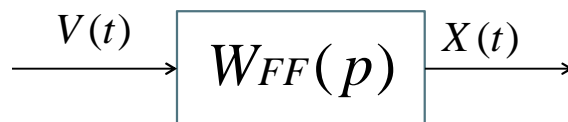


Рисунок 1 – Структура ФФ

Передаточная функция формирующего фильтра может быть найдена по формуле

$$W_{FF}(p) = \sigma_x \sqrt{2\alpha} \frac{b+p}{b^2 + 2\alpha p + p^2}, \quad (1)$$

где $\omega_0 = 2\pi f$, α - коэффициент затухания, σ_x - среднеквадратическое отклонение, $b = \sqrt{\omega_0^2 + \alpha^2}$.

Перечисленные выше параметры находятся из аналитических моделей вида (2), которыми аппроксимируются оценки корреляционных функций исследуемых сигналов.

$$R_X(\tau) = \sigma_x^2 \cdot e^{-\alpha|\tau|} \cos \omega_0 \tau, \quad (2)$$

Аналитические модели оценок корреляционных функций диаметра изоляции (3) и погонной емкости (4) были получены в [3].

$$R_D(\tau) = 558 \cdot e^{-0,013|\tau|} \cos 0,030\tau; \quad (3)$$

$$R_C(\tau) = 640 \cdot e^{-0,012|\tau|} \cos 0,025\tau. \quad (4)$$

В результате вычислений в среде MATLAB были найдены передаточные функции ФФ диаметра изоляции (5) и погонной емкости (6).

$$W_{FFD}(p) = \frac{3,040p + 0,103}{p^2 + 0,031p + 1,147 \cdot 10^{-3}}; \quad (5)$$

$$W_{FFC}(p) = \frac{2,412p + 0,069}{p^2 + 0,020p + 0,829 \cdot 10^{-3}}. \quad (6)$$

Дальнейшее моделирование производилось в Simulink с помощью полученных передаточных функций (5), (6) и генератора белого шума. Выходные сигналы, представляющие собой окрашенные шумы – модели возмущающих воздействий – сравнивались с экспериментальными реализациями случайных сигналов (рис. 2,3).

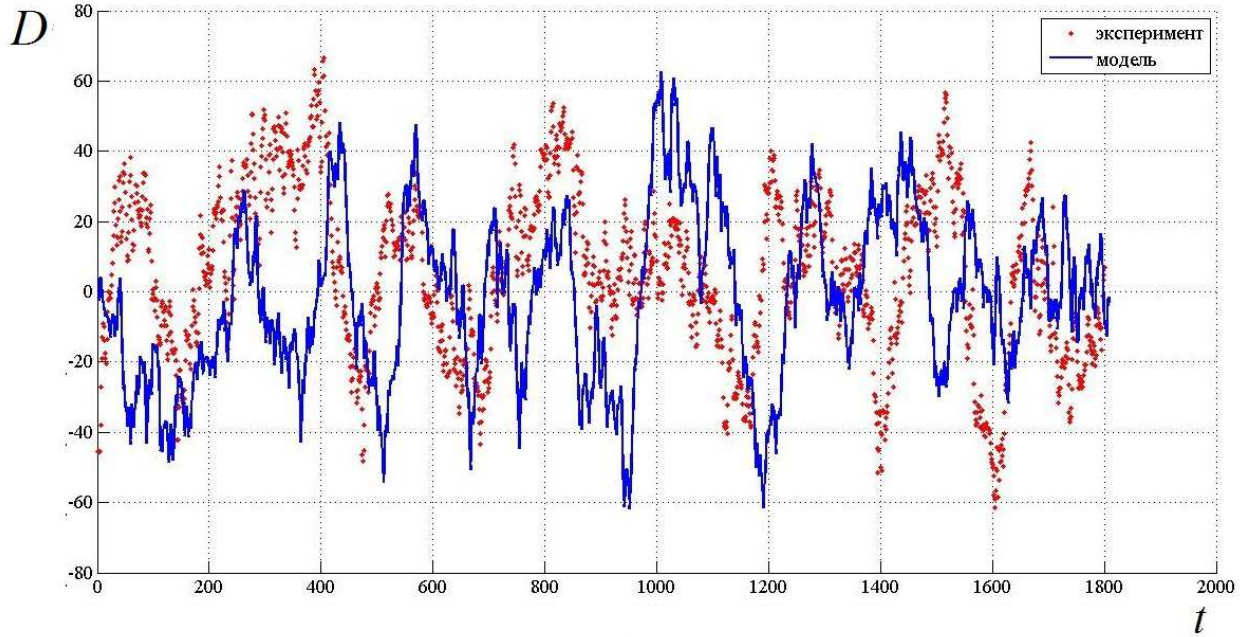


Рисунок 2– Проверка формирующего фильтра диаметра изоляции на адекватность

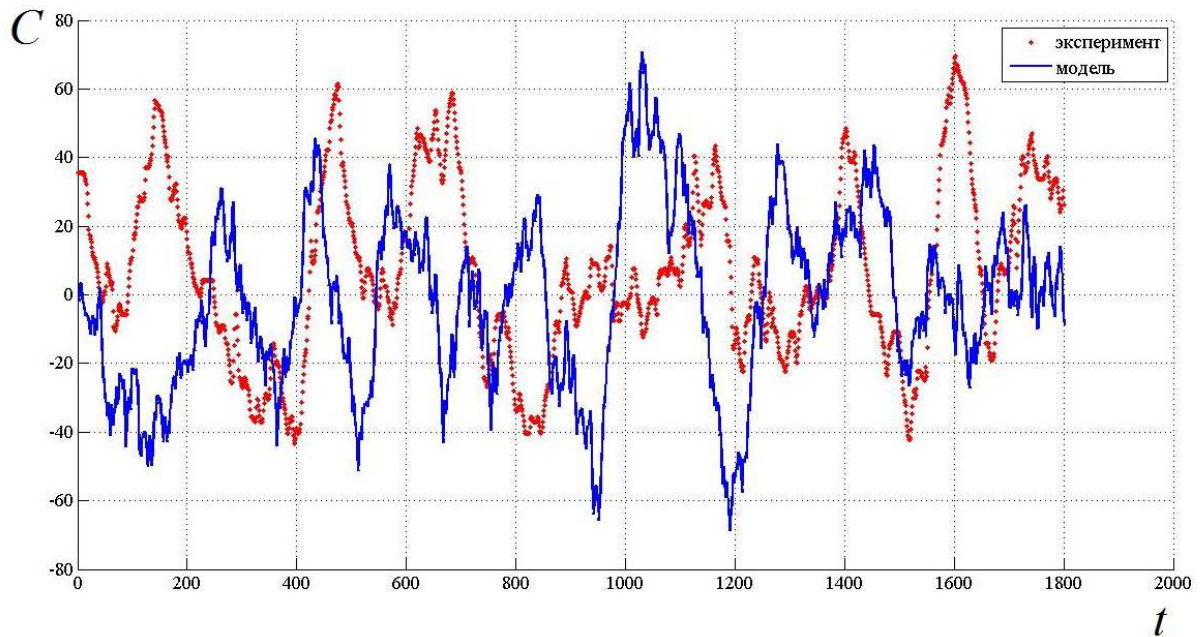


Рисунок 3 – Проверка формирующего фильтра погонной емкости на адекватность

Из рис. 2-3 видно, что результат является адекватным, хотя и содержит погрешности – кривые окрашенных шумов идентичны кривым экспериментально снятых реализаций исследуемых параметров. Данные погрешности могут быть обусловлены погрешностями параметрических моделей корреляционных функций (3), (4). Более точное сравнение может быть получено путем сопоставления графиков оценок корреляционных функций экспериментальных реализаций с оценками, полученными по модельным реализациям с помощью алгоритма

$$R_X(\tau) = \frac{1}{N - \tau} \sum_{k=1}^{N-\tau} x(k) x(k + \tau) , \quad (7)$$

где N - число отсчетов реализации, x - центрированный вектор отсчетов реализации случайного процесса. Результаты сравнения показаны на рис. 4,5. Они подтверждают адекватность полученных моделей случайных сигналов.

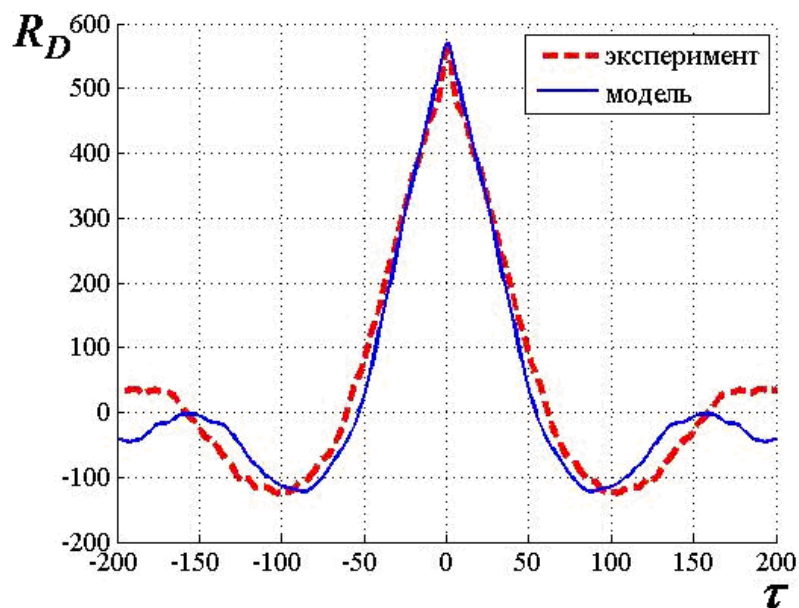


Рисунок 4 –Сравнение оценок корреляционных функций диаметра изоляции

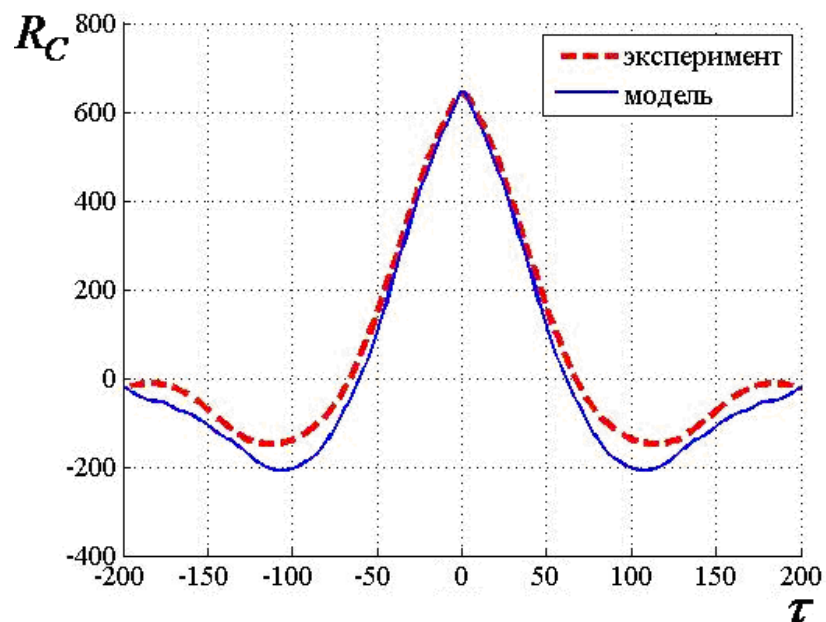


Рисунок 5 –Сравнение оценок корреляционных функций погонной емкости

Возможен также путь получения передаточных функций ФФ методом факторизации спектральной плотности [4].

Полученные модели случайных сигналов будут использованы при моделировании и оптимизации системы стабилизации параметров качества LAN-кабеля. Предполагается получить передаточную функцию объекта управления и оптимальные настройки регулятора по критерию минимума дисперсии.

Список литературы

1. Чостковский Б.К. Методы и системы оптимального управления технологическими процессами производства кабелей связи. Монография. – М.: Машиностроение, 2009. – 190с.
2. Чостковский Б.К. Моделирование и алгоритмизация процессов управления в стохастических системах с цифровыми регуляторами: учеб. пособие. Самара: СамГТУ, 2005 – 134с.
3. Головки В.С., Федосеева С.А. Применение корреляционно-спектрального анализа к управлению технологическим процессом экструзии и его оптимизации // НАУКА | RASTUDENT.RU: эл. науч.-практ. журн. №3 (03-2014). С. 62-68.
Режим доступа: <http://nauka-rastudent.ru/3/>, свободный.
4. Чостковский Б.К., Волков С.А. Математические методы в задачах оптимизации стохастических систем: учеб. пособие. Самара: СамГТУ, 2007. – 72с.