

Методы и средства интеллектуальной поддержки процессов проектирования контура управления движением летательных аппаратов

УДК 621.372.8

Зайцев В.В., Занин В.И., Мостовой Я.А., Чайкин Ю.В.

СИСТЕМА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МУЛЬТИПЛЕКСНОГО КАНАЛА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА ДЛЯ БОРТОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Повышение требования к надежности функционирования бортовых измерительных систем летательных аппаратов могут быть реализованы лишь при устойчивой работе канала обмена данными между многочисленными измерительными и управляющими устройствами, датчиками и бортовой ЭВМ. Этим определяется необходимость математического моделирования прохождения сложных информационных сигналов по каналу обмена. Моделирование проводится с целью оптимизации структуры канала и определения предельно допустимых значений разбора параметров элементов системы, обеспечивающих безотказное функционирование измерительного комплекса.

Мультиплексный канал обмена представляет собой разветвленную структуру, состоящую из магистральной линии связи, работающей на сравнительно высокой частоте, к которой через шлейфы (ответвители) подключены оконечные устройства, работающие в режиме приема-передатчиков. С электродинамической точки зрения канал обмена является волновой системой с распределенными параметрами и сосредоточенными неоднородностями. Наличие неоднородностей приводит к появлению отраженных волн. Результатом их интерференции с прямой сигнальной волной могут быть существенные искажения формы передаваемого сигнала, приводящие к потере части информации на приемниках, что по условиям применения канала недопустимо. Кроме того, как показывают результаты экспериментов, при длине канала между передатчиком и приемником в несколько десятков метров заметные изменения в форму принимаемого сигнала вносит связанная с потерями дисперсия волнового процесса.

Рассмотрим алгоритм и программную реализацию системы математического модели-

рования прохождения сигнала по мультиплексному каналу обмена. Алгоритм моделирования разработан на основе теории электрических цепей с распределенными параметрами [1].

Основой алгоритма является процедура пересчета импедансов пассивных элементов линии и эдс передатчика в плоскость включения приемника. Алгоритм состоит из следующих основных этапов.

Первый этап – пересчет входных импедансов пассивных шлейфов (шлейфов с приемниками) в плоскости их включения в магистральную линию. Пересчет импедансов осуществляется по рекуррентной формуле

$$Z_{n+1} = Fz(Z_n, W_n, S_n), \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1. \quad (1)$$

Здесь Z_n - последовательность значений входного импеданса отрезка линии на сетке опорных частот, Z_{n+1} - последовательность значений импеданса отрезка линии, нагруженной сосредоточенным элементом (трансформатором, гермопереходом, промежуточным соединителем или защитными резисторами), S_n - признак элемента, W_n - длина отрезка линии, N - количество сосредоточенных элементов шлейфа.

Второй этап – пересчет импеданса и эдс источника сигнала (передатчика) активного шлейфа в плоскость его включения в магистральную линию. Пересчет импеданса осуществляется по формуле (1), пересчет эдс – по рекуррентной формуле

$$E_{n+1} = F\bar{e}(E_n, Z_n, W_n, S_n), \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1. \quad (2)$$

Результатом первого и второго этапов является эквивалентное представление магистральной линии в форме неразветвленной (линейной) структуры с включениями двухполюсников (эквиваленты шлейфов) и четырехполюсников (гермопереходы и промежуточные соединители). Плоскостью включения эквивалента шлейфа действующего приемника структура делится на две части – активную и пассивную. В активной части расположен эквивалент шлейфа с передатчиком.

Третий этап – последовательный пересчет импедансов активной и пассивной частей магистральной линии в плоскость включения действующего приемника. На данном этапе производится пересчет эдс активного двухполюсника в плоскость приемника. Преобразование импедансов и эдс проводится по формулам (1), (2) со значениями N , соответствующими количеству сосредоточенных элементов в активной и пассивной частях структуры.

Четвертый этап состоит в пересчете эдс и импеданса по шлейфу с действующим приемником в направлении от плоскости подключения к магистральной линии ко входу приемника. Результатом четвертого этапа являются значения частотной характеристики канала пе-

передатчик-приемник на сетке опорных частот.

На пятом, заключительном этапе проводится частотное разложение сигнала передатчика с использованием алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ), умножение спектра на частотную характеристику канала и восстановление временной зависимости при помощи обратного БПФ. Сетка опорных частот преобразования Фурье выбирается исходя из величины максимальной допустимой ошибки расчета.

Интерфейс пользователя системы моделирования мультиплексного канала обмена представляет собой совокупность вложенных экранных окон, позволяющих задавать структурную схему канала, схемы шлейфов, параметры элементов канала, код и параметры информационного сигнала. В экранное окно результатов моделирования выводятся временные зависимости сигналов в выбранных контрольных точках системы. Пользователю предоставляется возможность просмотра массивов значений базовых характеристик сигналов: запаздываний, времен пересечений заданного уровня, длительностей передних и задних фронтов импульсов, выбросов над плоскими вершинами импульсов.

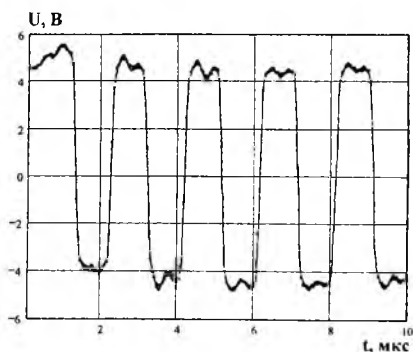


Рис. 1

На рис. 1 приведен фрагмент временной зависимости напряжения на входе приемника, полученной в результате моделирования прохождения биполярного фазоманипулированного сигнала (код Манчестер-2) в одном из вариантов конфигурации мультиплексного канала обмена. Передается слово данных из последовательности чередующихся единиц и нулей. Начальный участок графика — синхросигнал. Точками отмечены данные физического эксперимента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фелсен Л., Маркувиц Н. Излучение и рассеяние волн. М.: Мир, 1979.