

Рисунок 2 – результат адаптивной фильтрации погрешности ускорения ny

Как показывают результаты моделирования, адаптивная фильтрация расширяет интервал получения приемлемого по точности решения БИНС, который в данном случае может составлять минуты.

УДК 681.518.22

МЕТОДЫ АНАЛИЗА МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ СБОРА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ NTC ТЕРМОРЕЗИСТОРОВ

А.О. Беляев

Рассматривается подход к разработке измерительного канала температуры информационно-измерительных систем на базе терморезисторов с отрицательным ТКС (NTC) основанный на сквозном моделировании его характеристик. Интегральная модель измерительного канала включает в себя дискретные модели процессов сбора и обработки сигналов чувствительных элементов, и для анализа результатов моделирования должны быть сформулированы методы их оценки

Ключевые слова: терморезистор, NTC, обработка, анализ, измерение, температура

Введение

Использование для создания радиоэлектронной аппаратуры САПР сквозного проектирования предполагает разработку устрой-

Результаты исследований изложенные в данной статье получены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках реализации проекта "Создание высокотехнологичного производства по изготовлению информационно-телекоммуникационных комплексов спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS/Galileo" по постановлению правительства №218 от 09.04.2010.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синютин С.А. Комплексный стенд для отладки автомобильной гибридной навигационной системы // Измерение. Контроль. Информатизация: материалы двенадцатой Международной научно-технической конференции. – Барнаул, АлтГТУ, 2011. – С. 131-135.
2. Уидроу Б. Адаптивная обработка сигналов / Б. Уидроу, С.Д. Стирнз. – М.: Радио и связь, 1989. – 440 с.: ил.
3. Щербань И.В. Алгоритм решения навигационной задачи БИНС И.В. Щербань, И.А. Литвяков, С.А. Толмачев // Измерение. Контроль. Информатизация: материалы двенадцатой Международной научно-технической конференции. – Барнаул, АлтГТУ, 2011. – С. 27-30.
4. Ледовской М.И. Моделирование алгоритма инерциальной навигации в MATLAB-SIMULINK // Ползуновский вестник. – 2011. – №3/1. – С. 9-11.
5. Адаптивные фильтры: Пер. с англ./ Под ред. К.Ф.Н. Коузена, П.М. Гранта. – М.: Мир, 1988. – 392 с.: ил.

Доцент Ледовской М.И. тел. 8-8634-32-80-25, ka@mps@tspark.ru - каф. микропроцессорных систем Технологического института Южного федерального университета в г.Таганроге

можных ошибок. Данный подход, однако, не позволяет включить в процесс проектирования задачи связанные с определением параметров цепей и используемых алгоритмов на основании технического задания. Решение этих задач является критическим при проектировании средств измерения (СИ), так как они определяют метрологические характеристики самого СИ и информационно-измерительной системы, в которую оно включено. При разработке измерительного канала СИ ключевым является тип используемого чувствительного элемента, поскольку его характеристики определяют как требования в съему измерительного сигнала, так и схемотехнику цепей его аналоговой обработки, а также численные методы цифровой обработки.

В статье [1] был предложен интегральный подход к анализу характеристик измерительного канала, где в качестве чувствительного элемента используется NTC терморезистор, по сути этот подход представляет собой метод сквозного расчета характеристик элементов измерительного канала, на основании анализа их моделей

Модели процессов сбора и обработки сигналов NTC терморезисторов

Интегральный подход подразумевает разработку параметрических дискретных моделей (рис. 1) процессов сбора и обработки сигналов NTC терморезисторов, каждая из которых является моделью отдельного процесса, определяющего метрологические характеристики измерительного канала температуры:

- модель терморезистора, отражающая процесс преобразования температуры в сопротивление;
- модель измерительной цепи, отражающая процесс преобразования зависимости $R(T)$ в зависимость $U(T)$;
- модель процесса аналого-цифрового преобразования;
- модель процессов цифровой обработки (вычисление по квантованным значениям $U(T)$ температуры в шкале Цельсия или Кельвина).

На рисунке 1 представлена структурная схема измерительного канала температуры в составе информационно-измерительной системы, в которой каждый из блоков выполняет определенный процесс. Для реализации интегрального подхода должны быть разработаны модели каждого из процессов, с необходимым набором параметров.

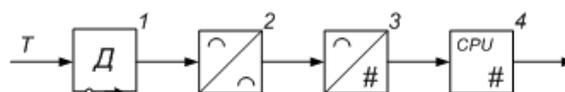


Рисунок 1 - Структура измерительного канала.

Модель процесса съема электрического сигнала

Преобразование температуры T в электрическое сопротивление R выполняется NTC терморезистором (1). Модель NTC терморезистора представляет собой параметрическую модель температурных зависимостей терморезистора, параметрами которой являются:

- номинальная статическая характеристика;
- погрешность номинального сопротивления;
- постоянная материала B ;
- коэффициент рассеяния терморезистора;
- теплоёмкость.

Параметры модели задаются на основании документации, предоставляемой производителем.

Критерии анализа модели

- сопротивление R терморезистора при температуре T без нагрузки;
- погрешность сопротивления терморезистора нагруженного измерительной цепью.

Модель процесса аналоговой обработки

В блоке (2) осуществляется аналоговое преобразование сопротивления NTC терморезистора R (1) в напряжение U , фактически ее параметров является функция преобразования:

$$U(T) = F(R_T) \pm \Delta U$$

где $F(T)$ - вид функции преобразования, ΔU - погрешность преобразования, R_T - сопротивление терморезистора при температуре T .

Критерием анализа является величина трансформированной погрешности ΔU .

Модель процесса аналого-цифрового преобразования

Квантование напряжения с выхода блока аналоговой обработки (2) выполняется при помощи АЦП (3). Поскольку реализация моделей будет производиться на базе ПК, то фактически процесс аналого-цифрового преобразования будет сводиться к масштабированию численных значений входного напряжения, представляемых в формате заведомо большей точности (разрядности), к формату заданной разрядности. Единственным пара-

РАЗДЕЛ III. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

метром АЦП используемым в данной модели является его разрядность, так как остальные характеристики можно считать не существенными. Критерием анализа модели АЦП является инструментальная погрешность преобразования.

Модель процессов цифровой обработки

Цифровая обработка, представленная блоком 4 на рисунке 1 и заключается в расчете по квантованным значениям отсчетов АЦП истинных значений температуры. Параметры модели:

- количество точек используемой градуировочной характеристики;
- характер аппроксимирующей функции;
- формат представления данных;
- параметры численных алгоритмов математических операций;
- параметры вычислительной платформы, на которой будет производиться расчет.

Критериями анализа модели цифровой обработки являются:

- погрешность измерения температуры;
- предполагаемая вычислительная сложность алгоритмов для заданной платформы.

Методы анализа интегральной модели

Как было показано в [1] интегральный подход к анализу элементов измерительного канала температуры представляет собой итерационный процесс уточнения параметров интегральной модели. Таким образом для каждой дискретной модели выполняется подбор параметров в заданных пределах, при

которых результат моделирования удовлетворяет поставленным требованиям. В то же время корректировка параметров каждой модели производится с учетом результата исполнения предыдущей модели.

На рисунке 2 представлена структурная схема реализации интегрального подхода к проектированию измерительного канала температуры на базе NTC терморезистора. Основными ее элементами являются модель терморезистора (3, рисунок 2), модели процессов сбора и обработки информации (блоки 4-6, рисунок 2) и обратная связь на выходе блока 7.

Блок 1 представляет собой перечень требований, к процессу моделирования (рабочий интервал температур, разрешающая способность, предельно допустимая погрешность и параметры измеряемого теплового процесса), на основании требований формируются начальные параметры дискретных моделей. Модель NTC терморезистора представлена блоком 3, и ее параметры определяются единожды в начале моделирования. Параметры модели процесса аналоговой обработки, представленной блоком 4 (соответствует блоку 2 на рис. 1), а так же моделей процессов АЦ преобразования и цифровой обработки (блоки 5 и 6, рис. 2), могут быть скорректированы по результатам комплексного моделирования. В случае, если полученное в результате моделирования значение погрешности измерения не удовлетворяет поставленным на начальном этапе требованиям, выполняется следующая итерация со скорректированными параметрами.

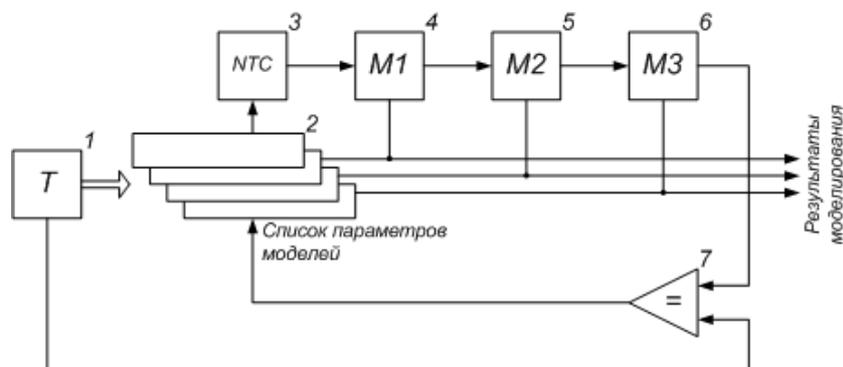


Рисунок 2 - Пример обработки запроса на получение данных одним процессом от другого.

Процесс моделирования можно считать завершенным в случае, если погрешность измерения, полученная при моделировании процессов сбора и обработки сигнала NTC терморезистора не превышает значение предельно допустимой погрешности, определен-

ной на этапе составления технического задания.

Выводы

Основной целью создания подхода являлась необходимость определения параметров измерительных цепей и численных ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2/1, 2012

методов, для достижения поставленных требований по точности измерения. Описанный подход, позволяет произвести моделирование и расчет параметров измерительного канала, использующего в качестве чувствительного элемента NTC терморезистор, при этом каждая из дискретных моделей имеет собственные параметры и характеристики, может быть скорректирована независимо от других.

На данном этапе разработаны дискретные параметрические модели NTC терморезистора, и измерительной цепи построенной на основе терморезисторного делителя напряжения, а так же методы расчета параметров численных методов для аппроксимации температурной зависимости, что уже позволило автоматизировать процесс определения параметров элементов измерительной цепи и расчет коэффициентов аппроксимирующего полинома.

Результаты исследований изложенные в данной статье получены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках реализации проекта "Создание высокотехнологичного производства по изготовлению информационно-телекоммуникационных комплексов спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS/Galileo" по постановлению правительства №218 от 09.04.2010.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев, А.О. Интегральные методы анализа элементов измерительного канала температуры на базе NTC терморезисторов// А.О. Беляев, Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск "Компьютерные технологии в науке, инженерии и управлении" - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. № 5. - С. 106-109

Беляев А.О., мл. науч. сотрудник, тел.: (8634) 311-143, e-mail: alexys@pisem.net, Научно-технический центр "Техноцентр" Южного федерального университета

УДК 531.7

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ НА ДАННЫХ С ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ

Н.П.Ординарцева

Рассмотрены вопросы моделирования в предметной области, связанной с измерениями. Отмечена специфика результатов измерений как данных нечисловой природы с интервальной неопределённостью без вероятностной меры. Предложенный метод регрессионного моделирования на данных с интервальной неопределённостью актуален в практических задачах нахождения функциональных зависимостей, в частности, при построении градуировочных кривых средств измерений

Ключевые слова: интервальный анализ, регрессионная модель, данные с интервальной неопределённостью, градуировочные кривые

Актуальность постановки вопроса и его состояние

Во многих практических задачах возникает потребность построения функциональных зависимостей $Y = f(X)$ по экспериментальным данным $\{X_i\}$. Результат измерения физической величины (ФВ) представляет собой отображение реального физического свойства X на числовую ось Y . «Измерение – гомоморфное отображение некоторой эмпирической системы с отношениями ξ на числовую систему с отношениями N , т.е.

$$\xi = [\xi, R_\xi] \rightarrow N = [N, R_N],$$

где $\xi = [\xi, R_\xi]$ - эмпирическая система с отношениями (ξ - множество эмпирических объектов; R_ξ - множество эмпирических отношений); $N = [N, R_N]$ - числовая система отношениями (N -множество числовых объектов, R_N - множество отношений)» [1]. Отображение $[\xi, R_\xi] \rightarrow [N, R_N]$ является обязательной моделью любой измерительной процедуры. Любое измерение представляет собой отображение наблюдаемого фрагмента действительности в модельном метрологическом пространстве.