

УДК 621.04.05

А.О. Беляев**ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЭЛЕМЕНТОВ
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ТЕМПЕРАТУРЫ НА БАЗЕ
NTC ТЕРМОРЕЗИСТОРА**

Описаны особенности построения измерительного канала температуры на базе NTC терморезистора и указаны предпосылки к разработке интегральных методов анализа элементов измерительных каналов температуры. Данные методы дают возможность производить оценку метрологических характеристик проектируемого канала на каждом из этапов проектирования, а также вклад каждого из узлов измерительного канала в суммарную погрешность измерения. Также дано описание принципов реализации интегрального подхода, решаемые при этом задачи и указаны ключевые моменты, требующие внимания при реализации этих методов.

Терморезисторы; NTC; температура; интегральные методы анализа.

A.O. Belyaev**INTEGRAL ANALYSIS METHODS OF ELEMENTS OF THE TEMPERATURE
MEASURING CHANNEL BASED ON THE NTC THERMISTOR.**

This article describes the design features of the temperature measuring channel based on the NTC thermistor and identifies preconditions for the development of integrated analyzing methods of the elements of the temperature measurement channels, and. These methods make it possible to evaluate the metrological characteristics of the designed channel on each of the stages of design, as well as the contribution of each of the nodes in the measuring channel to the total measurement error. In addition given a description of the principles of the implementation of an integrated approach, tasks to solve are listed and key issues requiring attention in the implementation of these methods are identified.

Thermistors; NTC; temperature; integral analysis methods.

Задача проектирования элементов измерительной цепи средств измерения [1] является комплексной и состоит из следующих этапов:

- ◆ выбор чувствительного элемента на основании требований по точности, устойчивости к внешним воздействиям, свойственным объекту измерения и характеристикам выходного сигнала;
- ◆ проектирование схем аналоговой обработки выходного сигнала чувствительного элемента;
- ◆ выбор типа аналого-цифрового преобразователя на основании требуемых характеристик;
- ◆ выбор алгоритмов обработки дискретизированного измерительного сигнала, алгоритмов линеаризации, аппроксимации и типа градуировочной характеристики.

Эти этапы не могут быть рассмотрены каждый по отдельности, поскольку выбор того или иного решения на каждом из этапов может привести к тому, что результаты предыдущих этапов станут неудовлетворительными. Таким образом, процесс проектирования сводится к последовательному приближению параметров элементов измерительной цепи к желаемым, с требуемыми метрологическими характеристиками.

В данной статье рассматриваются интегральные методы анализа элементов измерительного канала температуры, построенного на базе NTC терморезистора, которые позволили бы проводить оценку предполагаемых метрологических харак-

теристик проектируемого измерительного канала на основе заданных характеристик каждого из его элементов. Температура может выступать в качестве основного измеряемого параметра объекта, а также в качестве дополнительного параметра в интеллектуальных датчиках [2] и измерительных системах (ИС).

Полупроводниковые терморезисторы с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (NTC термисторы) обладают рядом преимуществ [3] перед другими типами термочувствительных элементов, что делает их использование в качестве чувствительного элемента предпочтительным в ряде конкретных измерительных задач. Однако NTC терморезисторы обладают следующими недостатками:

- ◆ нелинейность температурной зависимости сопротивления;
- ◆ разброс характеристик;
- ◆ широкий динамический диапазон.

Каждый из недостатков имеет свои методы решения [3, 4], однако зачастую использование этих методов приводит к ухудшению метрологических характеристик проектируемого измерительного канала. Так, например использование пассивных корректирующих цепей для линеаризации температурной зависимости сопротивления NTC терморезистора [4] позволяет сузить динамический диапазон измерительного сигнала и линеаризовать R-T зависимость на узком интервале температур, в то же использование корректирующей цепи ведет к уменьшению чувствительности, а линейный интервал оказывается узким (не более нескольких десятков градусов), что может оказаться недопустимым при проектировании измерительного канала ИС.

Интегральный подход к анализу элементов измерительного канала ИС подразумевает сквозное моделирование и расчет взаимного влияния используемых схемотехнических и алгоритмических решений, а также характеристик самого чувствительного элемента на предполагаемые метрологические характеристики канала в целом. Данный подход позволит находить наиболее эффективные, с точки зрения соотношения точность/сложность решения задачи проектирования измерительного канала температуры ИС.

Реализация интегральных методов анализа элементов измерительного канала состоит из двух этапов (рис. 1).



Рис. 1. Этапы реализации интегральных методов анализа элементов измерительного канала температуры на базе NTC терморезистора

На первом этапе определяются характеристики чувствительных элементов (NTC терморезисторов), выбираются типы схем аналоговой обработки измерительного сигнала терморезисторов и вычислительные алгоритмы.

Второй этап представляет собой итерационный процесс расчета характеристик схем аналоговой обработки, составления математических и алгоритмических моделей вычислительных процессов, производимых вычислительным устройством. На основе обобщенной методики проектирования определяются предпола-

гаемые метрологические характеристики (МХ) проектируемого канала измерения температуры. В случае если полученные МХ не удовлетворяют поставленным требованиям, производится перерасчет характеристик схем аналоговой обработки, а также уточняются параметры математических и алгоритмических моделей с целью улучшения МХ.

Итерационный процесс продолжается до тех пор, пока предполагаемые МХ проектируемого измерительного канала температуры не достигнут желаемых значений, или же будет определено, что их невозможно достичь заданными средствами (неверно выбран ЧЭ, схемотехнические решения или алгоритмы).

На каждом шаге итерационного процесса выполняются следующие действия:

1. Определение рабочего диапазона температур для канала измерения температуры.
2. Определение предельно допустимой погрешности измерения температуры для канала измерения температуры.
3. Выбор чувствительного элемента, на основании заданного диапазона температур и требований к его конструктивному исполнению.
4. Выбор измерительной схемы канала измерения температуры на основании оптимального соотношения трансформированной погрешности измерительной схемы и её сложности. Оптимальность выбора характеризуется выполнением следующих условий:
 - a) измерительная схема обеспечивает работу канала измерения температуры в заданном диапазоне температур;*
 - b) вклад трансформированной погрешности в значение предельно допустимой погрешности измерения температуры не превышает допустимых пределов;*
 - c) измерительная схема обладает минимальной сложностью реализации, необходимой для обеспечения пп. 1.4.a, 1.4.b.*
5. Вычисление динамического диапазона выходного сигнала выбранной измерительной схемы при заданном диапазоне измерения температур при заданной разрешающей способности.
6. Расчет максимального значения инструментальной погрешности.
7. Характеристическая оценка составляющих инструментальной погрешности вносимых:
 - a) аппаратными средствами;*
 - b) алгоритмическими средствами.*
8. Определение разрядности и быстродействия аналого-цифрового преобразователя соответствующего рассчитанному динамическому диапазону, расчет аддитивной составляющей инструментальной погрешности.
9. Выбор алгоритмических средств для обеспечения измерения температуры. Выбор производится по следующим параметрам:
 - a) алгоритмические средства позволяют производить измерение (вычисление) температуры в заданном диапазоне температур;*
 - b) аддитивная составляющая инструментальной погрешности, обусловленная несовершенством алгоритмических средств, не превышает максимального расчетного значения;*
 - c) выбранные алгоритмические средства обладают минимальной сложностью реализации, необходимой для выполнения пп. 1.9.a, 1.9.b.*
10. Формирование требований к вычислительной платформе на основании пп. 1.8 и 1.9.
11. Проверка суммарной погрешности измерения температуры измерительного канала температуры на соответствие заданной предельно допустимой погрешности.

Использование современных программно-аппаратных средств разработки и проектирования, таких, как LabView позволяет автоматизировать данный процесс, а также выборочно заменять математические модели реальными элементами. Применение интегральные методов анализа элементов измерительного канала температуры на базе NTC терморезисторов при проектировании ИС позволяет ускорить процесс разработки, улучшить метрологические характеристики, а также находить наиболее эффективные, с точки зрения соотношения точность/сложность решения задачи проектирования измерительного канала температуры ИС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шишмарев В.Ю.* Электрорадиоизмерения: Учебник для сред. проф. образования / В.Ю. Шишмарев, В.И. Шанин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
2. Прецизионные интеллектуальные тензометрические датчики давления. Методы, модели, алгоритмы и архитектуры / Пьявченко О.Н. [и др.] / Под ред. д.т.н. профессора О.Н. Пьявченко. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2009. – 152 с.
3. *Мэглин Э.Д.* Терморезисторы: Пер. с англ. / Под общей ред. К.И. Мартюшова. – М.: Радио и связь, 1983. – 208 с.
4. *Беляев А.О.* Схемотехнические методы линеаризации температурных характеристик NTC терморезисторов. Пассивные корректирующие цепи // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 2 (91). – С. 112-119.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.Е. Панич.

Беляев Алексей Олегович

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: alexys@pisem.net.

347900, г. Таганрог, ул. Петровская, 81.

Тел.: 88634328052.

Belyaev Alexey Olegovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: alexys@pisem.net.

81, Petrovskaya Street, Taganrog, 347900, Russia.

Тел.: +78634328052.

УДК 004.021

В.В. Борисов

АНАЛИЗ СТЕПЕНИ УЯЗВИМОСТИ ВИРТУАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА БАЗЕ ИНФОРМАЦИИ О КОЛИЧЕСТВЕ И ТИПАХ НАЙДЕННЫХ УЯЗВИМОСТЕЙ

Представлен алгоритм определения степени уязвимости виртуальных сообществ. Синтез алгоритма защиты информации в веб-ресурсе реализуется на базе методики анализа информационных рисков, которая впервые применена для сайтов виртуальных сообществ. Разрабатываемый алгоритм определения степени уязвимости веб-ресурсов предоставляет возможность незамедлительного практического руководства по устранению выявленных недостатков. Предложенный алгоритм позволяет дать экспертную оценку степени уязвимости анализируемого веб-ресурса на базе информации о количестве и типах найденных уязвимостей.

Виртуальное сообщество; информационная безопасность; алгоритм; экспертная оценка; уязвимость; веб-ресурс.