

**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕМЕННЫХ РЕЗИСТОРОВ**

А. Ю. Доросинский, В. Г. Недорезов

Разработка и совершенствование различных изделий электронной техники в плане улучшения технических характеристик неизбежно связаны с необходимостью проведения комплексов трудоемких измерений, которые не всегда возможны с помощью стандартных измерительных устройств.

Это связано с тем, что использование комплекса стандартных измерительных приборов порождает ряд проблем, таких как:

- согласование устройств;
- неудобство управления;
- исключение возможности автоматизации процесса измерений и т.д.

Учитывая вышеперечисленные недостатки, в некоторых случаях целесообразно использовать специально разработанные устройства, ориентированные на выполнение широкого спектра специфических измерительных задач и реализуемые в виде информационно-измерительной системы. Поэтому многие предприятия ведут работы по разработке таких систем, которые впоследствии активно применяются на производстве. Основные концепции построения подобных измерительных систем подробно рассмотрены в [1]. Вышесказанное актуально и для отраслей производства, связанных с выпуском переменных резисторов. Проведенные исследования на примере ОАО «НИИЭМП» показали, что существует достаточно большое количество различных технологических приспособлений и устройств, предназначенных для частичной автоматизации необходимых испытаний. На основании этого актуальной является разработка информационно-измерительной системы, позволяющей не только автоматизировать, но и в значительной степени повысить достоверность проводимых исследований.

На основании анализа нормативных документов авторами настоящей статьи были выявлены наиболее трудоемкие виды испытаний, подлежащие автоматизации, представленные на рис. 1.



Рис. 1. Виды испытаний переменных резисторов, подлежащие автоматизации

На основании проведенного анализа авторами статьи была разработана информационно-измерительная система, позволяющая автоматизировать испытания, направленные как на измере-

ние электрических параметров переменных резисторов, так и испытания на износоустойчивость и проверку потери контактирования. Информационно-измерительная система была разработана с учетом следующих требований:

- проведение испытаний с учетом требований нормативной и технической документации;
 - автоматизация трудоемких испытаний, требующих значительных временных и аппаратных затрат;
 - возможность сохранения результатов на ПК для проведения дополнительных исследований.
- Внешний вид разработанной информационно-измерительной системы представлен на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид информационно-измерительной системы

Данная система внедрена в производство ОАО «НИИЭМП». Система проектировалась как универсальная для получения возможности проводить испытания широкого спектра изделий, таких как подстроечные резисторы, регулировочные резисторы и потенциометры.

Для испытаний серийно выпускаемых изделий в системе предусмотрено десять независимых измерительных каналов, а также контактно-зажимное устройство, совмещенное с устройством вращения на десять посадочных мест для испытуемых изделий (рис. 3).

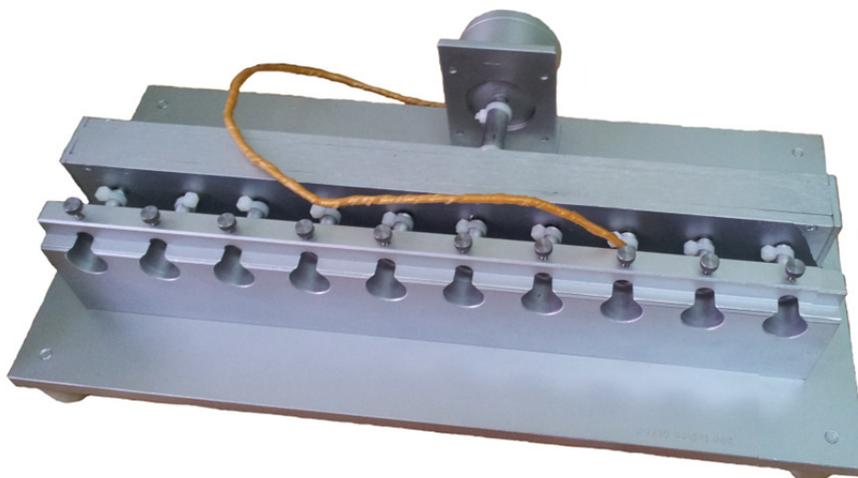


Рис. 3. Контактно-зажимное устройство

Для гибкого управления информационно-измерительной системой также было разработано прикладное программное обеспечение, позволяющее: визуализировать функциональную характеристику (ФХ) испытуемого переменного резистора; осуществлять перенастройку системы в зависимости от требований, предъявляемых к испытаниям; обеспечивать управление процессом испытаний, в том числе и удаленно; сохранять полученные экспериментальные данные в различных форматах (*.xls, *.mdl, *.txt).

Интерфейсы программ для информационно-измерительной системы представлены на рис. 4.

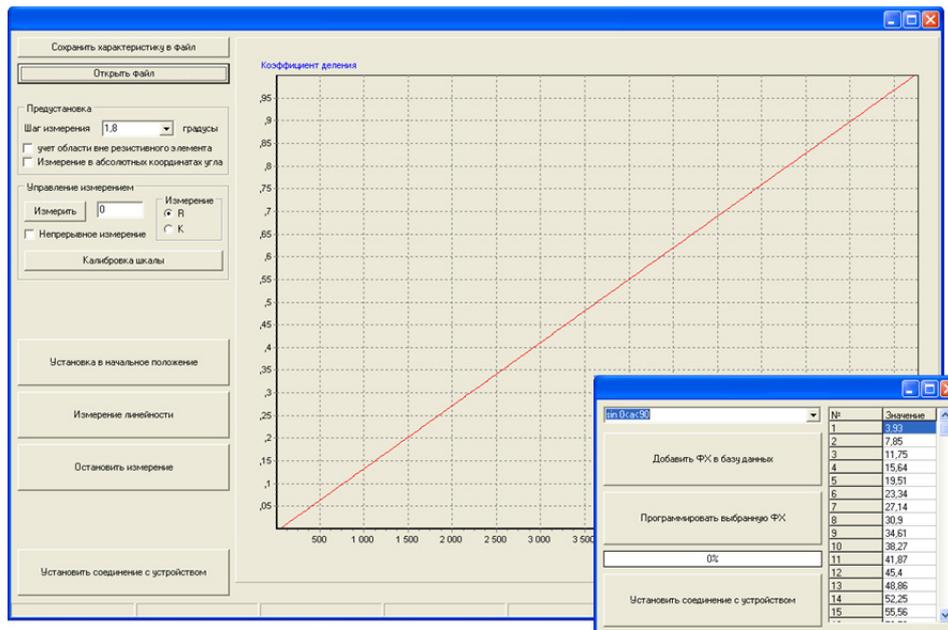


Рис. 4. Интерфейсы программ для информационно-измерительной системы

Оценка ФХ различается для потенциометров и подстроечных резисторов в силу их функционального назначения. Так, если для потенциометров контролируется отклонение ФХ относительно номинальной характеристики, то для подстроечных резисторов контролируется плавность ФХ. Эти два параметра, несмотря на схожесть в получении измерительных данных, имеют существенные различия, поскольку плавность ФХ подразумевает отсутствие смены знака первой производной и является качественным параметром, а отклонение ФХ относительно номинальной выражается в процентном отклонении, т.е. в количественном виде.

Причем если ФХ имеет линейную зависимость, то отклонение ФХ от номинальной линейной характеристики называют линейностью. Для получения возможности осуществлять контроль ФХ любой формы, программное обеспечение построено таким образом, что номинальные значения ФХ в заданных точках перезаписываются с помощью специально разработанной программы. Алгоритм обработки информации при этом не меняется.

Практика показывает, что определение параметров ФХ связано с определенными трудностями, а именно, с точки зрения построения алгоритмов обработки информации, обладающих высокой достоверностью.

Исследования, проведенные в этой области, показали, что оптимальным, с точки зрения достоверности, является применение математического аппарата бесконечнозначной логики, развитого В. И. Левиным [2]. Методика определения плавности ФХ подробно описана в [3].

Измерение отклонения ФХ от номинала требует несколько иного подхода в рамках предложенного математического аппарата бесконечнозначной логики. Авторами статьи были проведены работы по разработке алгоритма, вычисляющего отклонение ФХ от номинальной.

Идея заключается в том, что интервал, на котором задана функция $y = f(x)$, разбивается на $n - 1$ равных подынтервалов. В результате чего функция становится приближенно заданной системой n точек (при этом n – количество контрольных точек, в которых осуществляется контроль ФХ):

$$M_1(x_1, y_1); M_2(x_2, y_2); \dots; M_n(x_n, y_n).$$

На первом этапе необходимо представить измеренную ФХ в виде отклонения от номинальной характеристики, для чего множество точек $\{y\}$ отображается в множество точек $\{\Delta\}$ с помощью выражения $\Delta_i = y_i - y_i^{\text{НОМ}}$.

Так как в большинстве случаев количественное отклонение ФХ определяется относительно модулей наибольших положительного и отрицательного отклонений [4, 5], в множестве точек $\{\Delta\}$ достаточно найти максимальное и минимальное значения.

При этом

$$\Delta_{\text{макс}}^+ = \bigvee_{i=1}^n \Delta_i, \text{ а } \Delta_{\text{мин}}^- = \bigwedge_{i=1}^n \Delta_i,$$

где \vee – операция дизъюнкции, результатом которой является значение переменной, имеющей наибольшее значение из множества; \wedge – операция конъюнкции, результатом которой является значение переменной, имеющей наименьшее значение из множества.

После определения максимальных и минимальных значений необходимо проверить, находится ли $\Delta_{\text{мин}}^-$ в отрицательной области. Для этого используется следующая функция:

$$\Delta_{\text{мин}}^- = \begin{cases} |\Delta_{\text{мин}}^-| & \text{если } \Delta_{\text{мин}}^- < 0 \\ 0 & \text{если } \Delta_{\text{мин}}^- \geq 0 \end{cases}.$$

Далее на основании полученных максимальных отклонений в положительной и отрицательной области вычисляется значение линейности.

Алгоритм вычисления отклонения реальной ФХ от номинальной ФХ представлен на рис. 5.

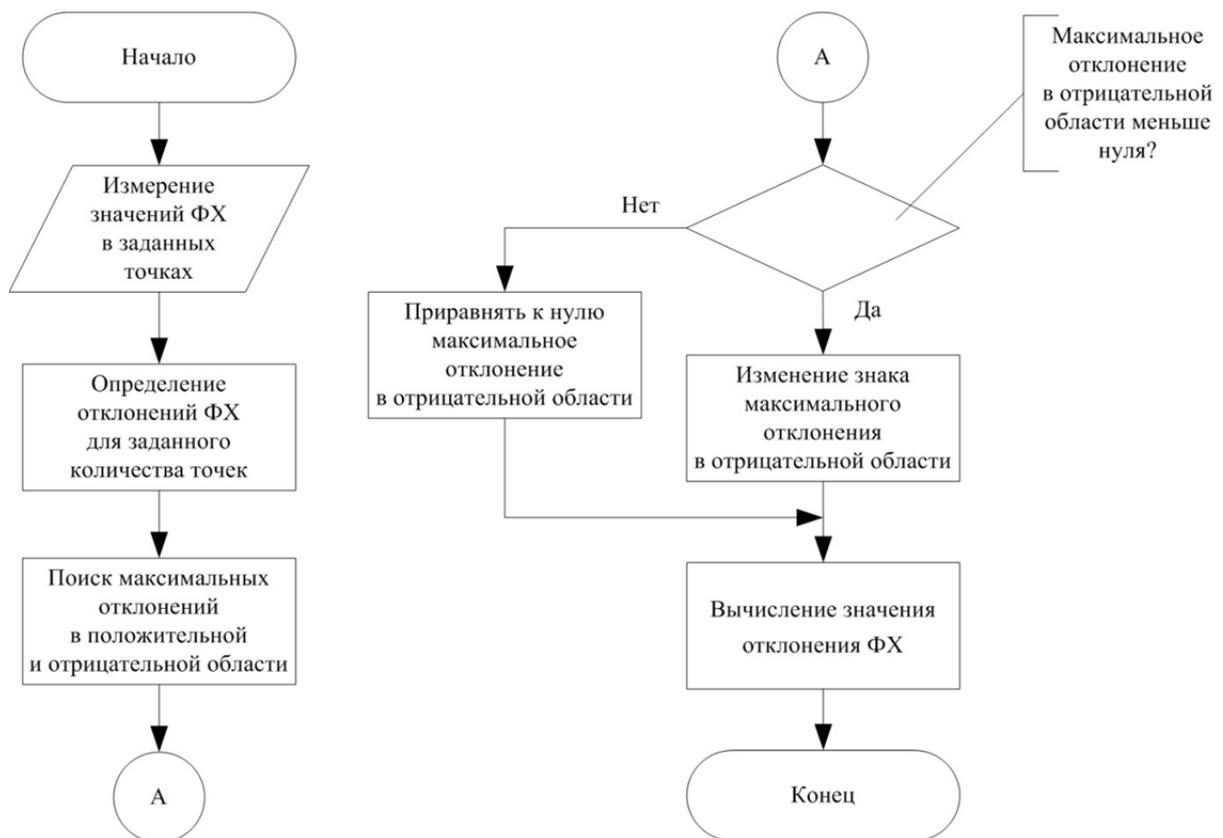


Рис. 5. Алгоритм определения отклонения реальной ФХ от номинальной

Еще одной сложностью при разработке программного обеспечения является определение рабочего угла, который является электрическим углом. В связи с этим определение конечной точки ФХ связано с некоторыми сложностями, вызванными неоднозначностью определения данной точки с помощью стандартных методов.

В результате исследований, проведенных в этой области, был разработан алгоритм, основанный на аффинном преобразовании области ФХ, содержащей конечную точку.

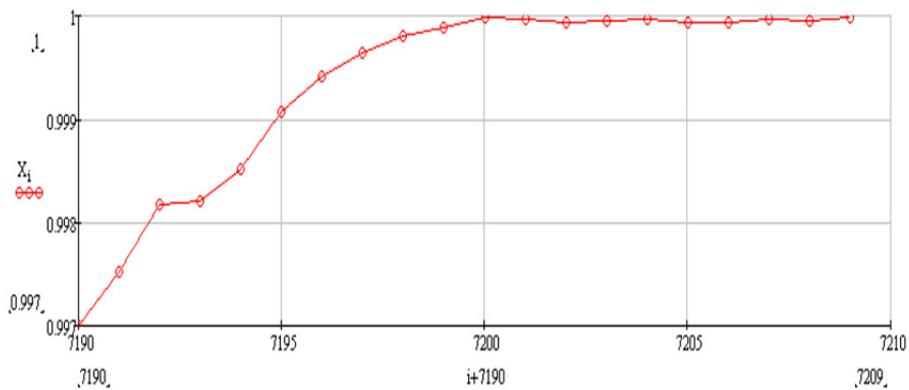
Аффинное преобразование области ФХ, содержащей конечную точку:

$$\frac{X_i - i \cdot \frac{X_n}{n}}{\sqrt{\left(\frac{X_n}{n}\right)^2 + 1}} : X_i \rightarrow Y_i,$$

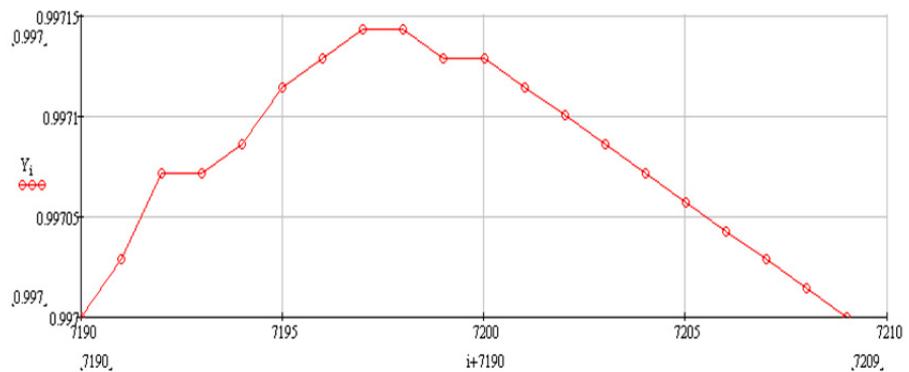
где X_i – точки конечной области ФХ; Y_i – точки конечной области ФХ после аффинного преобразования.

Критерием поиска полученного массива является выражение $\max(Y_i) \rightarrow i$, по которому определяется рабочий угол.

Фрагменты ФХ, содержащей конечную точку рабочего угла до аффинного преобразования и после него, представлены на рис. 6.



а)



б)

Рис. 6. Фрагменты ФХ, содержащей конечную точку рабочего угла:
а – до преобразования; б – после преобразования

Рисунок 6,б наглядно характеризует эффективность данного алгоритма, так как конечная точка ФХ, по которой определяется рабочий угол, является экстремумом участка функции.

Таким образом, применение данной информационно-измерительной системы на производстве обеспечило снижение трудоемкости при проведении различных видов испытаний (см. рис. 1), сокращение времени, необходимого на контроль электрических параметров потенциометра, повышение достоверности, а также получение возможности исследования ФХ потенциометров путем сохранения данных на ПК.

Помимо этого, предусмотрена гибкость настройки оборудования под требования испытаний по сравнению с использованием стандартных СИ.

Список литературы

- 1 Доросинский, А. Ю. Системы контроля параметров прецизионных резисторов / А. Ю. Доросинский, В. И. Андреев, Ю. В. Варламов // Труды международного симпозиума Надежность и качество, 2009. – Т. 2. – С. 71–75.
- 2 Левин, В. И. Бесконечнозначная логика в задачах кибернетики / В. И. Левин. – М. : Радио и связь, 1982. – 176.
- 3 Доросинский, А. Ю. Метод оценки монотонности функции преобразования с применением математического аппарата бесконечнозначной логики / А. Ю. Доросинский // Труды международного симпозиума Надежность и качество, 2007. – Т. 1. – С. 281–282.
- 4 Доросинский, А. Ю. Повышение точности намотки резистивного элемента многооборотного прецизионного потенциометра / А. Ю. Доросинский, В. Д. Зуев // Труды международного симпозиума Надежность и качество, 2014. – Т. 2. – С. 158–159.
- 5 Модуль сопряжения многоканальной виброиспытательной установки с программной средой управления исследованиями / Н. К. Юрков, А. В. Затылкин, Д. А. Голушко // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 3 (7). – С. 62–66.
- 6 Проектирование технических систем с элементами настройки / О. В. Абрамов // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 2 (6). – С. 51–55.

Доросинский Антон Юрьевич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра информационных технологий и систем,
Пензенский государственный
технологический университет
(440039, Россия, г. Пенза, ул. Гагарина, 13)
(8412) 42-35-69
E-mail: antik_r13@mail.ru

Недорезов Валерий Григорьевич

доктор технических наук, профессор,
кафедра сварочного, литейного производства
и материаловедения,
Пензенский государственный университет,
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
(8412) 36-84-53
E-mail: nedval@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются проблемы метрологического обеспечения при производстве переменных резисторов. Показана и теоретически обоснована актуальность разработки автоматизированной информационно-измерительной системы, предназначенной для контроля параметров переменных резисторов. Описаны особенности ее разработки. Рассмотрены ключевые вопросы разработки программного обеспечения.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, переменный резистор, функциональная характеристика, рабочий угол, испытание.

Dorosinskiy Anton Yur'evich

candidate of technical sciences, associate professor,
sub-department of information technologies
and systems,
Penza State Technological University
(440039, 13 Gagarin street, Penza, Russia)

Nedorezov Valeriy Grigor'evich

doctor of technical sciences, professor,
sub-department of welding, founding manufacture
and materials science,
Penza State University
(440026, 40 Krasnaya street, Penza, Russia),

Abstract. Problems of metrological support by production of variable resistors are considered. Relevance of development of the automated information measuring system intended for monitoring of parameters of variable resistors is shown and theoretically justified. Features of its development are described. Key questions of software development are considered.

Key words: information-measuring system, a variable resistor, functional characteristics, operating angle, the test.

УДК 004.02

Доросинский, А. Ю.

Информационно-измерительная система контроля параметров переменных резисторов /
А. Ю. Доросинский, В. Г. Недорезов // Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 1 (9). – С. 91–96.