

УДК 65.011.56

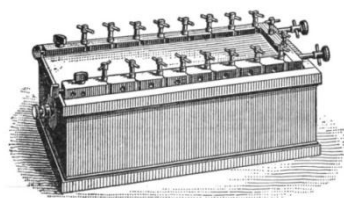
А.С. Серов<sup>1</sup>, С.А. Манцеров<sup>1</sup>, С.Г. Синичкин<sup>1</sup>, В.Ю. Максимов<sup>2</sup>**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ПОВЕРИТЕЛЯ  
МНОГОЗНАЧНЫХ МЕР ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ**Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева<sup>1</sup>,  
Нижегородский центр стандартизации и сертификации<sup>2</sup>

Рассмотрена проблема автоматизации рабочего места поверителя многозначных мер электрического сопротивления (ММЭС). Введение автоматизации позволяет значительно повысить производительность труда и уменьшить время проведения поверки. В статье рассматривается задача внедрения устройств с цифровым и программным управлением и использование достижений от ведущих производителей. Предложены пути решения проблемы ручной поверки. Рассмотрена задача по повышению эффективности управления и совершенствование методов планирования процесса управления ММЭС.

*Ключевые слова:* средства управления, поверка, ММЭС.

Многозначные меры (магазины) электрического сопротивления уже долгое время используются в метрологии для поверки и калибровки измерителей электрического сопротивления. Фактически они представляют собой последовательно соединенный набор отдельных резисторов, которые можно включать или отключать от схемы, регулируя суммарно воспроизводимое сопротивление. Несмотря на кажущийся технический минимализм этого оборудования, внутри корпуса многозначных мер сокрыты целые технологии и оригинальные технические решения.

На рис. 1 представлен магазин сопротивлений со штепсельной системой коммутации, она предполагала непосредственное соединение выводов внутренних катушек с использованием дополнительных приспособлений – штепселей или вилок.



**Рис. 1. Магазин сопротивлений со штепсельной системой коммутации**

Повышение эффективности поверок ММЭС является основной целью при обеспечении унификации измерений [1].

На рис. 2 представлена схема основных этапов методики поверки ММЭС. Методика поверки многозначных мер электрического сопротивления изложена в методических указаниях МИ1695-87. Актуальный уровень развития приборостроения задал достаточно высокую планку для метрологического обслуживания современных измерителей сопротивления. Повсеместно используемые цифровые измерители параметров электробезопасности используют в процессе проведения измерений кратковременное протекание больших значений тока в измерительных цепях, что не предполагает применения для их поверки широко распространенных мер с небольшими значениями допустимой мощности рассеивания. Нельзя не отметить и тот факт, что конструкция магазинов сопротивлений, подразумевающая использова-

ние механических переключателей декад для установки целевого значения сопротивления, не позволяет придать какую-либо автоматизацию процессу поверки.

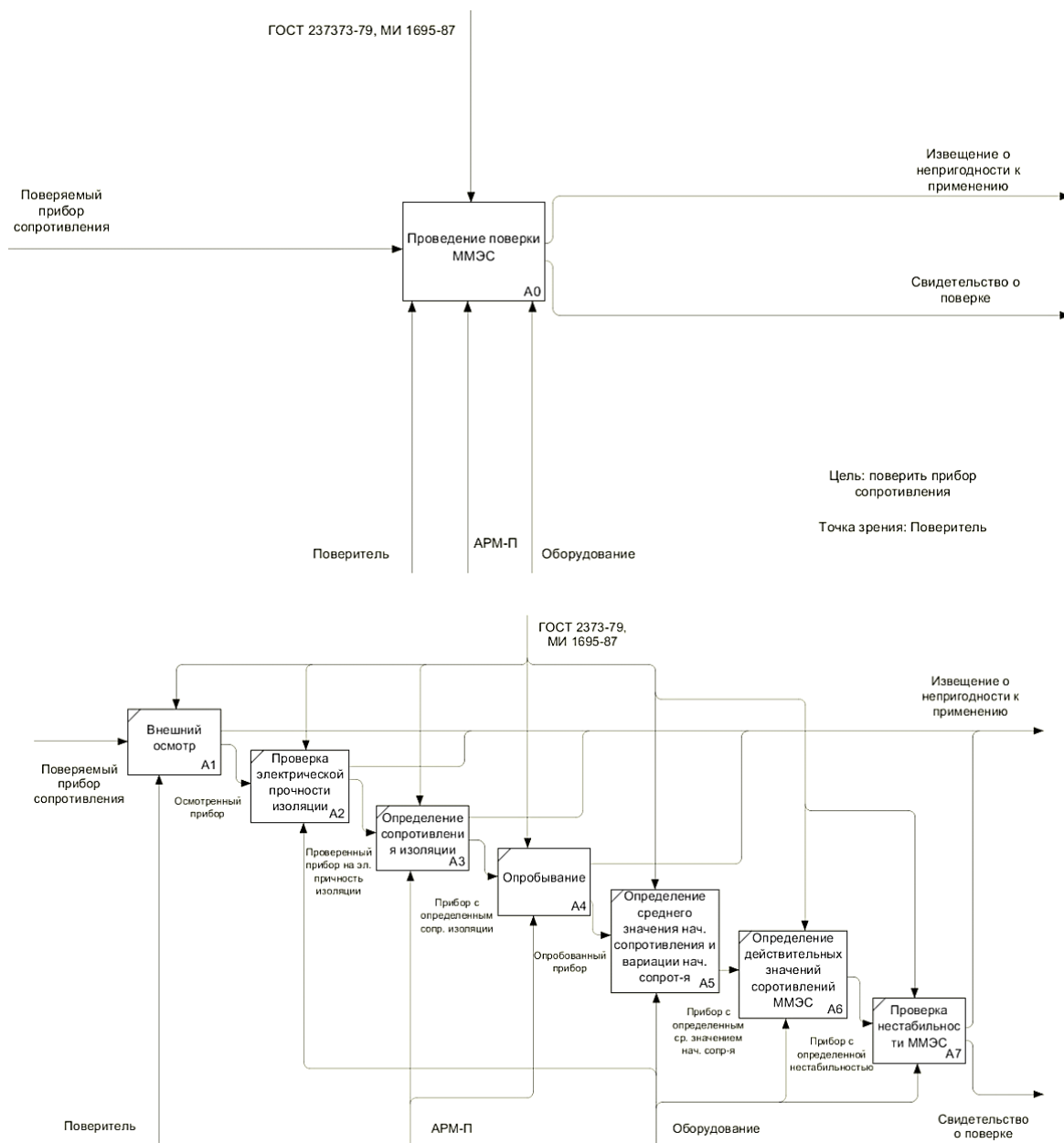


Рис. 2. Схема методики поверки ММЭС

Мерами электрического сопротивления называют образцовые резисторы, если они для этой цели сконструированы, изготовлены и прошли государственную поверку. Их подразделяют на две группы:

- 1) меры электрического сопротивления однозначные (ОМЭС) - катушки сопротивления;
- 2) меры электрического сопротивления многозначные (ММЭС) - магазины сопротивлений.

Деятельность работников сферы управления в настоящее время ориентирована на использование развитых информационных технологий.

Организация и реализация управленческих функций требует радикального изменения, как самой технологии управления, так и технических средств обработки информации, среди которых, главное место занимают персональные компьютеры. Они все более превращаются из систем автоматической переработки входной информации в средства накопления опыта управленческих работников, анализа, оценки и выработки наиболее эффективных экономи-

ческих решений. Тенденция к усилению децентрализации управления влечет за собой; распределенную обработку информации с децентрализацией применения в средства вычислительной техники и совершенствованием организации непосредственно рабочих мест пользователей.

Создание автоматизированного рабочего места (АРМ) предполагает, что основные операции по накоплению, хранению и переработке информации возлагаются на вычислительную технику, а поверитель выполняет часть ручных операций при подготовке управленческих решений.

АРМ, созданные на базе персональных компьютеров — наиболее простой и распространенный вариант автоматизированного рабочего места для работников сферы организационного управления. Такое АРМ рассматривается как система, которая в интерактивном режиме работы предоставляет конкретному работнику (пользователю) все виды обеспечения монополюсь на весь сеанс работы. Этому отвечает подход к проектированию такого компонента АРМ, как внутреннее информационное обеспечение, согласно которому информационный фонд на магнитных носителях конкретного АРМ должен находиться в монополюсь распоряжении пользователя АРМ. Пользователь сам выполняет все функциональные обязанности по преобразованию информации.

Создание АРМ на базе ПК обеспечивает:

- простоту, удобство и дружелюбность по отношению к пользователю;
- простоту адаптации к конкретным функциям пользователя;
- компактность размещения и невысокие требования к условиям эксплуатации;
- высокую надежность;
- сравнительно простую организацию технического обслуживания [2].

Для поверки мер электрического сопротивления и электродвижущей силы используются АРМ, включающие в себя такие приборы как мультиметр FLUKE 8508A, программируемый калибратор ПЗ21 и регулируемый термостат ТР-20. Главная цель поверки ММЭС это автоматизация всего процесса с момента осмотра состояния приборов и их связующих до момента выдачи результатов поверки.

При измерении сопротивлений на АРМ используется эталонный мультиметр FLUKE 8508A с помощью которого измеряются падения напряжения на образцовом и измеряемом сопротивлениях при прохождении через них одного и того же тока. Задание тока производится от программируемого калибратора ПЗ21. Затем по известному эталонному сопротивлению и измеренным напряжениям рассчитывается значение измеряемого сопротивления. Упрощенная схема измерения сопротивлений показана на рис. 3.

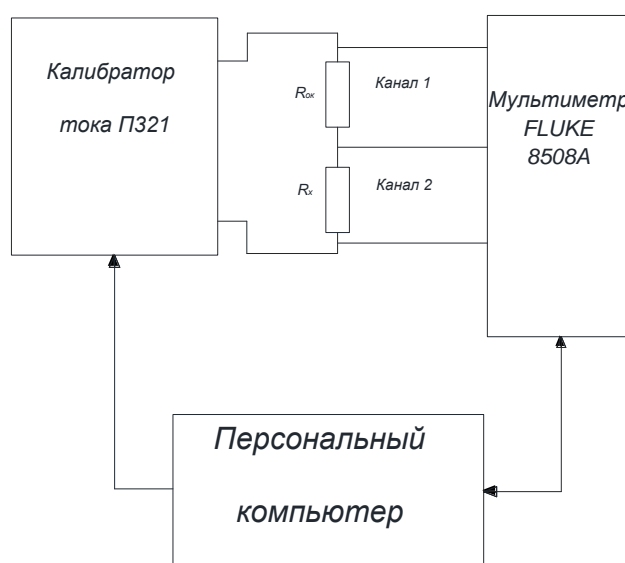


Рис. 3. Упрощенная схема измерения сопротивлений

Схема измерения сопротивлений может быть условно разделена на две части. К первой отнесем контур задания тока через сопротивление эталонной катушки  $R_{ок}$  и измеряемое сопротивление  $R_x$  включенные последовательно. Кроме указанных сопротивлений в него входит калибратор тока ПЗ21, обеспечивающий требуемое значение тока, которое задается от персонального компьютера. Вторая часть схемы представлена мультиметром Fluke 8508A. Для измерения сопротивлений используются клеммы HI и LO, к которым подключаются падения напряжений соответственно с сопротивлений  $R_{ок}$  и  $R_x$ . Измерение того или иного падения напряжения осуществляется внутренним коммутатором мультиметра, по командам от ПК. Первоначально производится измерение падения напряжения  $U_1$  на сопротивлении образцовой катушки (канал 1), а затем на измеряемом сопротивлении  $U_2$  (канал 2). Тогда, по известному значению сопротивления образцовой катушки  $R_{ок}$ , легко может быть определено измеряемое сопротивление по формуле:

$$R_x = \frac{U_2}{U_1} R_{ок}.$$

Таким образом, измерение сопротивления сводится по существу к измерению напряжений с помощью эталонного мультиметра FLUKE 8508A.

Эталонный мультиметр Fluke 8508A (рис.4) разработан специально для решения задач, которые стоят перед метрологами. Прибор не только обладает функциональностью, необходимой для решения сложных измерительных задач, но и чрезвычайно удобен в использовании. Кроме того, характеристики прибора позволяют пользователям полностью оценивать погрешности проводимых ими измерений.



Рис. 4. Эталонный мультиметр Fluke 8508A

Мультиметр *Fluke 8508A* позволяет решать широкий круг задач и обеспечивать высокое качество измерений с помощью одного прибора, что помогает сохранить время и деньги. Кроме измерений напряжения постоянного и переменного тока, силы постоянного и переменного тока, сопротивления и частоты мультиметр 8508A также выполняет множество других функций, позволяющих расширить диапазон проводимых измерений. Измерение сопротивления с использованием функции изменения направления тока повышает точность измерения сопротивления.

Функция измерения малых сопротивлений обеспечивает компенсацию температурной составляющей погрешности. Функция измерения отношения двух величин под управлением GPIB, позволяет использовать мультиметр *Fluke 8508A* в качестве удобного, быстрого, автоматического эталона-переносчика. Измерение больших токов (до 20 А) расширяет рабочий диапазон, позволяют проводить поверку широкой базы средств измерений. Измерения сопротивления производятся на напряжениях до 200 В, что позволяет точно измерять большие значения [3].



Рис. 5. Термостат регулируемый TP-20

Основная задача регулируемого термостата (рис. 5) состоит в том, чтобы задать и поддерживать определенную температуру эталонных катушек электрического сопротивления. В качестве теплоносителя используется трансформаторное масло, удовлетворяющее требованиям ГОСТ 982-80. При определенной температуре эталонной катушки обеспечивается максимальная точность поверки.

Калибратор тока (рис. 6) с ручным и программным управлением предназначен для применения в автоматизированных поверочных установках, а также в качестве самостоятельного прибора для поверки аналоговых и цифровых амперметров постоянного тока классов точности 0,1 и менее точных в лабораторных и цеховых условиях, в поверочных организациях, НИИ, на промышленных предприятиях.

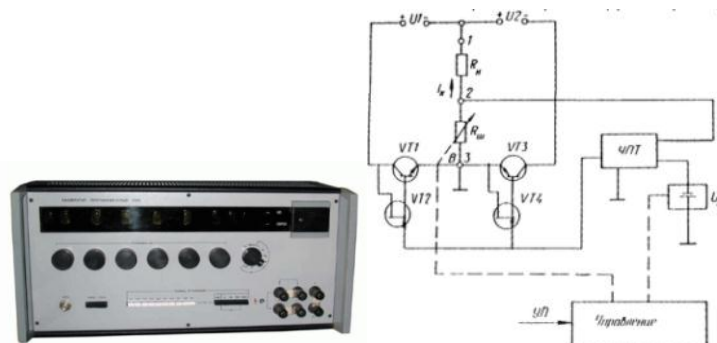


Рис. 6. Калибратор тока программируемый типа ПЗ21 и его функциональная схема

Калибратор выполнен по схеме компенсационного стабилизатора с непрерывным регулированием. Регулировка выходного тока осуществляется управляемым источником опорного напряжения. Масштабное преобразование опорного напряжения реализуется шестидекадным импульсным делителем и ключевыми схемами, которыми обеспечивается широтно-импульсная модуляция (ШИМ) напряжения опорного источника. Метрологические характеристики калибратора определяются свойствами ШИМ, временной стабильностью стабилизатора источника опорного напряжения, резисторов и резистивных делителей напряжения, определяющих пределы выходных токов и напряжения.

Схема калибратора разделена на две основные функциональные части: источник калиброванных токов (напряжений) и схему управления, изолированные друг от друга защитным экраном, что позволяет создать изолированный от корпуса выход и увеличивает помехозащищенность нагрузки. Основной частью калибратора является управляемый источник опорного напряжения (ИОН). Им обеспечивается регулирование выходного тока или напряжения в пределах шести десятичных разрядов (декад). Управляемый ИОН выполнен на основе кремниевого стабилизатора с гарантированной стабильностью во времени и при изменении температуры. Для осуществления масштабного преобразования (регулирования) в калибраторе применена широтно-импульсная модуляция (ШИМ) опорного напряжения [4].

### Заключение

Создание и внедрение в практику работы автоматизированного рабочего места поверителя АРМ-П является значительным вкладом в автоматизацию такого трудоемкого процесса как поверка многозначных мер электрического сопротивления ММЭС. АРМ-П обеспечивает: хранение в памяти исходных данных о всех типах поверяемых ММЭС и обеспечивает печать свидетельств о поверке.

### Библиографический список

1. **Бирюков, С.В.** Метрология: тексты лекций / С.В. Бирюков, А.И. Чередов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2000. С. 17, 95–96.
2. Автоматизированные информационные технологии: учебник / под ред. проф. Г.А. Титорко. –М.: ЮНИТИ, 2005. С. 32–35.
3. Руководство по эксплуатации FLUKE 8508A.
4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Калибратор тока программируемый ПЗ21.

*Дата поступления  
в редакцию 11.12.2014*

**A.S. Serov<sup>1</sup>, S. A. Mantserov<sup>1</sup>, S. G. Sinichkin<sup>1</sup>, V. Yu. Maksimov<sup>2</sup>**

### **AUTOMATED WORK STATION OF A VERIFICATION OFFICER FOR ADJUSTABLE ELECTRIC RESISTANCE MEASURES**

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alexeev<sup>1</sup>,  
Nizhny Novgorod Standardization and Certification Centre<sup>2</sup>

This article deals with a matter of automation of a work station of a verification officer for adjustable electric resistance measures. Automated principles implementation allows for a considerable increase of the labour capacity and reduces time of verification. The task of implementation of digitally and programmatically operated appliances, as well as of usage of the leading manufacturers' achievements is considered in the article. Solutions to the problem of manual verification are suggested. Such tasks as the management effectiveness increase and improvement of the methods of adjustable electric resistance measures management planning are reviewed

*Key words:* management means, verification, adjustable electric resistance measures.