

Основные критерии присвоения разрядности средствам измерений при передаче единицы электрического сопротивления на постоянном токе

И. А. Самодуров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
i.a.samodurov@vniim.ru

Аннотация. В последние годы в метрологической практике появился широкий парк средств измерений электрического сопротивления, характеризующихся как различием в точности, так и в области измеряемых значений. В связи с этим на основе научно-технического анализа выявлены основные критерии, определяющие их разрядность при передаче единицы электрического сопротивления на постоянном токе в соответствии с государственной поверочной схемой.

Ключевые слова: сопротивление; разрядность; точность; поверочная схема

I. ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование современного парка средств измерений (СИ) электрического сопротивления на постоянном токе в последнее десятилетие (появление прецизионных калибраторов, мер с низким температурным коэффициентом, электронных многозначных мер сопротивления, высокоточных омметров), а также разработка новых методов их поверки и калибровки, потребовали пересмотра структуры построения Государственной поверочной схемы (ГПС) в этой области измерений.

Утвержденная приказом Росстандарта № 3456 от 30 декабря 2019 г. ГПС устанавливает и упорядочивает все современные СИ электрического сопротивления на основе анализа их метрологических характеристик, присваивая им соответствующую разрядность при передаче единицы и позволяет осуществить её прослеживаемость от Государственного первичного эталона (ГПЭ) ГЭТ 14-2014, основанного на квантовом эффекте Холла, всем нижестоящим СИ.

Основные изменения, внесенные в новую ГПС

1. Дано определение средств и объектов, у которых основным измеряемым параметром является электрическое сопротивление. Упорядочена классификация СИ, представляющих собой как конструктивно-сложные объекты (например, меры-имитаторы), так и широко распространенные сегодня цифровые измерители.

2. Учитывая, что за последние десятилетия ВНИИМ успешно участвовал в ключевых сличениях с ведущими метрологическими центрами мира в высокоомной области измерений (ССЕМ-K2, АРМР.ЕМ-K2, EUROMET.ЕМ-K2), в состав вторичного эталона сравнения введены меры электрического сопротивления с номинальными значениями 10 МОм и 1 ГОм, которые тщательно отобраны по своим метрологическим и техническим характеристикам (нестабильность сопротивления за год менее 4 мкОм/Ом; суммарная стандартная неопределенность не превышает 1 мкОм/Ом).

3. Обосновано присвоение разрядности и статуса эталона для ММЭС и измерителей сопротивления при использовании их в метрологической практике. Указаны границы доверительной погрешности для мер электрического сопротивления и предел допускаемой погрешности для измерителей электрического сопротивления. Соблюдены оптимальные соотношения погрешностей между проверяемым СИ и исходным эталоном.

4. Для обеспечения передачи единицы электрического сопротивления наименее точным по своим метрологическим характеристикам средствам измерений, для них введен критерий присвоения 4-го разряда. Это позволяет упростить передачу единицы средствам измерений, применяемым в различных промышленных отраслях, с погрешностью от 0,0005 % до 40 %.

5. Все СИ, описанные в новой ГПС, могут применяться в различных диапазонах измерения сопротивления. Введены диапазоны сопротивлений для СИ, применяющихся при номинальных значениях сопротивления не кратных 10. Присвоение разрядности СИ возможно для любых нестандартных значений измеряемого электрического сопротивления. При этом для номинальных значений сопротивления $(2...9) \cdot 10^n$, указанные погрешности и нестабильности не должны превышать номинальных значений сопротивления $1 \cdot 10^n$.

6. Присвоения разрядности ММЭС имеет свои особенности. Это связано с тем, что магазины сопротивления представляют собой многодекадные

резистивные элементы, которые соединяются между собой в определенной последовательности для воспроизведения требуемого значения сопротивления. В связи с этим введена возможность присвоения разрядности ММЭС подекадно или по диапазону (поддиапазону). Тем не менее, если магазин сопротивления имеет низкоомные значения сопротивления (от 1 мОм до 10 Ом) с вариацией начального сопротивления от 0,1 до 0,01 Ом, то он может ограничиться классом точности в данном диапазоне воспроизведения (это связано с грубой погрешностью воспроизведения и большой нестабильностью за год).

7. Для калибраторов сопротивлений введен метод косвенных измерений (например, высокоомный калибратор КС-100К5Т, диапазон воспроизведений от 100 кОм до 5 ТОм). Также в качестве эталонов, допускается заимствование СИ из других государственных поверочных схем, использующих многофункциональные калибраторы. К ним относятся амперметры постоянного тока 1-го, 2-го разрядов в соответствии с Приложениями к приказам Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 № 2091; калибраторы и вольтметры постоянного тока 3-го разрядов в соответствии с ГОСТ 8.027. В этом случае эталонные калибраторы, амперметры, вольтметры совместно с эталонными мерами сопротивления применяют для проверки ММЭС 3-го, 4-го разрядов и средств измерений методом косвенных измерений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение в метрологическую практику новой ГПС, утвержденной приказом № 3456 от 30.12.2019 г., позволяет определить критерии присвоения разрядности всем существующим сегодня СИ электрического сопротивления постоянного тока и создаёт перспективы для дальнейшего развития нормативной метрологической базы в этой области измерений – модификации ГОСТ 8.237-2003, МИ1695-87, ГОСТ 8.366-79 с целью приведения их в общую единую систему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Плошинский А.В., Самодуров А.В. Новая Государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления // 71-я Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная Дню радио, г. Санкт-Петербург, 20-28 апреля 2016 г., с. 439.
- [2] Самодуров И.А. Передача единицы электрического сопротивления в область тераом в соответствии с ГПС электрического сопротивления // 75-я н/т конф. СПб НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио, 2020, СПб. С. 264-265
- [3] Kwang Min Yu и др. APMR key comparison for the 10 MΩ and 1 GΩ resistance. CPEM Digest (Conference on Precision Electromagnetic Measurements) DOI: 10.1109/CPEM.2014.6898378, (CPEM 2014), август 2014.