

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕСТИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕМРИСТИВНЫХ СТРУКТУР МЕТОДОМ ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Панявин И.А.<sup>1</sup>, Петренёв И.А.<sup>1</sup>, Вохминцев А.С.<sup>1</sup>, Вайнштейн И.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>) Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия  
E-mail: i.a.petrenev@urfu.ru

## AUTOMATIZATION AND TESTING OF THE IMPEDANCE SPECTROSCOPY SYSTEM FOR MEMRISTIVE STRUCTURE STUDY

Panyavin I.A.<sup>1</sup>, Petrenyov I.A.<sup>1</sup>, Vokhmintsev A.S.<sup>1</sup>, Weinstein I.A.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>) Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

To understand electrical phenomena and the nature of resistive switching in metal/insulator/metal structures, the impedance spectroscopy method was realized based on “NI PXI” measurement platforms. The developed device was tested with titania- and zirconia-based memristive structures.

Современное развитие альтернативных технологий в электронике предъявляет всё возрастающие требования к миниатюризации компонентов, улучшению параметров быстродействия, надежности и других эксплуатационных характеристик. Например, в области запоминающих устройств на смену кремниевой флэш-памяти в ближайшее время может прийти резистивная память на основе мемристивных структур металл/диэлектрик/металл [1]. Для понимания природы формирования проводящих свойств и механизмов резистивного переключения в таких структурах активно применяется метод импедансной спектроскопии. При относительной простоте необходимого оборудования и программного обеспечения данный метод позволяет получать информацию об особенностях интерфейса и геометрии материала, в том числе отслеживать их изменения с течением времени.

В данной работе проведена разработка и апробация установки для автоматизации измерения частотных зависимостей импеданса мемристивных структур в диапазоне частот от 50 Гц до 10 МГц. Созданный измерительный комплекс включает в себя микрозондовую станцию Cascade Microtech MPS 150 и модульные приборы National Instruments: генератор переменного напряжения PXI-5422 и программируемый осциллограф PXI-5124.

Измерение импеданса реализовано на основе радиочастотного I-V метода [2]. Принцип его работы состоит в измерении переменного электрического тока,

протекающего через исследуемое двухполюсное устройство, и определении его комплексного сопротивления. В среде программирования LabVIEW разработан виртуальный прибор «VI ImpSpec» для автоматизации проводимых измерений. Выполнено тестирование разработанного измерительного канала на пассивных RC-цепях, имитирующих работу реальных мемристивных структур в низко- и высокоомном состояниях. Показано, что измеренные экспериментальные данные качественно согласуются с результатами моделирования импеданса рассмотренных RC-цепей при учёте входного комплексного сопротивления осциллографа. Проведена апробация разработанного прибора на исследованных нами ранее мемристивных структурах на основе нанотубулярных массивов диоксидов титана и циркония.

*Работа выполнена при поддержке научного проекта Минобрнауки РФ FEUZ-2023-0014.*

1. A.S. Vokhmintsev, I.A. Petrenyov, R.V. Kamalov, I.A. Weinstein, Nanotechnology, 33, 075208 (2022); <https://doi.org/10.1088/1361-6528/ac2e22>.
2. Agilent Impedance Measurement Handbook: A guide to measurement technology and techniques. 4th Edition, Agilent Technologies (2009).