

УДК 621.317.681.2:621.317.799

## НОВЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, СОЗДАННЫЕ ОАО «МНИПИ»

**Кухаренко Н.А., Фирман М.Г.**

*Открытое акционерное общество «МНИПИ»,  
Минск, Республика, Беларусь*

Государственная научно-техническая программа «Радиоэлектроника-2» выполнялась в период 2011 – 2015 гг. ОАО «МНИПИ» являлось головным исполнителем 2 подпрограмм этой ГНТП: «Радиоэлектронная аппаратура общепромышленного применения» и «Радиоэлектронная и оптоэлектронная аппаратура специального и двойного применения».

Всего в рамках двух подпрограмм создано 85 объектов новой техники.

Разработка приборов и средств измерений – одно из основных направлений работ в рамках указанных подпрограмм. ОАО «МНИПИ» - основной разработчик и один из основных изготовителей средств измерений в рамках указанной программы.

В 2011 – 2015 годах предприятием были разработаны 26 типов средств измерений различных величин.

Разработаны и в 2016 году освоены в производстве четыре типа универсальных цифровых вольтметров:

настольного сервисного вольтметра В7-77/1 класса 0,04%;

системного вольтметра класса 0,01% В7-89 с расширенными функциональными возможностями;

системных вольтметров В9-91, В7-91/1 класса 0,03 %.

Эти вольтметры от ранее освоенных в производстве приборов аналогичного класса отличаются более жесткими условиями эксплуатации, меньшей стоимостью, более широкими функциональными возможностями.

Разработан и освоен в производстве универсальный калибратор Н4-201, обеспечивающий калибровку и поверку электроизмерительных приборов среднего и повышенного класса точности в диапазоне напряжений до 1000 В и силы тока до 50 А. Калибратор по сравнению с выпускающимся в настоящее время прибором Н4-101 обладает большей точностью воспроизведения (0,015% на постоянном напряжении), более широким диапазоном частот воспроизводимого переменного напряжения (до 100 кГц). Как и прибор Н4-101, этот калибратор обеспечивает свои характеристики в сравнительно широком диапазоне рабочих температур, что позволяет применять его непосредственно в местах эксплуатации поверяемой техники. По сравнению с

калибраторами зарубежного производства Н4-201 отличается существенно более низкой стоимостью при оптимальном наборе функциональных возможностей и метрологических характеристик.

В период 2011 – 2015 гг. разработаны и освоены в производстве три типа новых анализаторов иммитанса: Е7-28 (диапазон частот от 25 Гц до 10 МГц, класс точности 0,1%), Е7-29 (диапазон частот от 50 Гц до 15 МГц, класс точности 0,2%, жесткие условия эксплуатации), Е7-30 (диапазон частот от 25 Гц до 3 МГц, класс точности 0,1%).

Для метрологического обеспечения производства и эксплуатации измерителей иммитанса и других средств измерений параметров цепей на переменном токе создан и освоен в производстве набор мер электрического сопротивления Н2-2. Набор состоит из 10 мер (0 Ом, 1, 10 Ом, ... 1 МОм, ∞) и обеспечивает передачу размера единицы сопротивления на переменном токе при частотах до 10 МГц с погрешностью (0,03...0,3)%.

Созданы четыре типа цифровых двухканальных осциллографов:

С8-52 – диапазон частот до 120 МГц, жесткие условия эксплуатации, цветной графический дисплей со светодиодной подсветкой;

С8-53, С8-53/1 – диапазон частот до 100 МГц, малые габариты и масса (3,5 кг);

С8-54 – диапазон частот до 200 МГц, 400 Мвыб/с в каждом канале, жесткие условия эксплуатации, цветной TFT ЖК дисплей.

Все перечисленные осциллографы обеспечивают более 20 видов автоматических цифровых измерений, работоспособны при питании от сети и от аккумулятора.

Перечень разработанных и выпускаемых предприятием электронно-счетных частотомеров в 2015 году дополнился новым прибором ЧЗ-96. Этот частотомер также предназначен для применения в сравнительно жестких условиях эксплуатации. Диапазон частот от 0,01 Гц до 3,2 ГГц. По сравнению с ранее разработанными в ОАО «МНИПИ» частотомерами он имеет более широкие функциональные возможности, более совершенное программное обеспечение для внутри-приборной обработки сигналов и результатов измерений.

Разработаны и освоены в производстве че-

тыре типа измерительных преобразователя температуры и влажности, обеспечивающие преобразование измеряемых величин в нормированное значение постоянного напряжения или силы тока – ПИТ01, ПОВТ01, ПОВТ01А, ПОВТ2. Эти преобразователи применяются в настоящее время в ряде метеорологических комплексов, а также при испытаниях технических средств.

В 2011 – 2016 гг. предприятием был создан и освоен в производстве также ряд приборов, предназначенных для использования для организации учебного процесса и оборудования лабораторий в высших и средних учебных заведениях, в том числе:

– комплекс учебный лабораторный КУЛ-1, совмещающий в одном конструктиве 4,5-разрядный мультиметр, генератор-частотомер и четырехканальный источник питания;

– комплект приборов для демонстрации опытов и проведения лабораторных работ, состоящий из демонстрационного мультиметра-тес-

тера, демонстрационного осциллографа-генератора, демонстрационного СВЧ приемника-передатчика и высоковольтного источника напряжения;

– программно-аппаратный комплекс с комплектом датчиков для кабинетов физики;

– программно-аппаратный комплекс с комплектом датчиков для кабинетов химии.

В выполнении заданий ГНТП «Радиоэлектроника-2» приняли участие более 20 организаций промышленности, отраслевой, академической и вузовской науки.

Начиная с 2016 года, выполняется новая ГНТП «Радиоэлектроника-3», цели и задачи которой аналогичны целям и задачам завершенной программы. Участие в выполнении этой программы учреждений образования и науки будет способствовать решению одной из основных задач программы – повышению конкурентоспособности и научно-технического уровня продукции отечественного приборостроения.

УДК 620.179.14

## АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ ИМПУЛЬСНОГО ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

Куц Ю.В., Лысенко Ю.Ю., Дугин А.Л.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»  
Киев, Украина*

Вихретоковый неразрушающий контроль (ВТНК) широко применяется в различных областях науки и техники благодаря высокой эффективности и надежности получаемых решений задач дефектоскопии, контроля качества материалов и изделий, определения параметров и характеристик объектов контроля (ОК) различного назначения и в различных предметных областях. С целью улучшения и усовершенствования методов и средств ВТНК исследуют и применяют новые вихретоковые преобразователи (ВТП), имеющие более сложную конструкцию, совершенствуют способы возбуждения вихревых токов, применяют новые методы обработки информационных сигналов ВТП и т.д.

Сегодня наибольшее развитие получили методы ВСНК, ориентированные на использование гармонических сигналов для возбуждения вихревых токов в ОК. В этом случае электрофизические характеристики материалов и геометрические параметры ОК определяются через такие параметры информационных сигналов ВТП как амплитуда и фазовый сдвиг. Анализ информационных сигналов ВТП и интерпретация результатов контроля усложняется за счет действия ряда мешающих факторов, среди которых наиболее опасными являются зазор между ВТП и ОК, вариация электромагнитных свойств металла, кривизна и шероховатость поверхности ОК, внешние и аппа-

ратурные шумы и помехи различной природы [1].

Чаще всего ВТНК реализуется за счет возбуждения вихревых токов гармоническими сигналами одной частоты, что теоретически допускает определение двух параметров системы ВТП-ОК. Параметры и характеристики ОК определяют через их воздействие на амплитуду и фазовый сдвиг сигнала ВТП относительно сигналов возбуждения вихревых токов. Для расширения функциональных возможностей ВТНК рассматривают применение других режимов возбуждения вихревых токов и осуществляют поиск и анализ других информативных параметров (ИП). Один из таких направлений исследования связан с использованием импульсного режима возбуждения в ОК вихревых токов. Совершенствование методов обработки сигналов импульсного ВТНК связано с поиском новых ИП сигналов ВТП, повышением достоверности контроля, поиском способов уменьшения влияния различных мешающих факторов, действующих в системе ВТП – ОК, реализацией многопараметрового контроля, и расширением функциональных возможностей ВТНК. Таким образом, развитие методов и средств импульсного ВТНК является важным направлением развития этого вида контроля.

Анализ современных исследований импульсного ВТНК показывает, что в качестве ИП наибо-