

**Информация о ходе реализации Программы «Создание эталонов  
единицы длины нового поколения  
в диапазоне  $10^{-9} \div 10^{-6}$  м на 2016-2018 годы»**

Во исполнение Решения 48-го заседания (протокол № 48-2015 пункта 18.5) Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС), ФГУП «ВНИИМС» приступил к реализации Программы «Создание эталонов единицы длины нового поколения в диапазоне  $10^{-9} \div 10^{-6}$  м на 2016-2018 годы».

В процессе выполнения этапа НИР были проведены теоретические и экспериментальные исследования эталона в области измерений параметров шероховатости поверхностей с целью совершенствования эталонной базы прецизионного машиностроения в части расширения диапазонов и номенклатуры измеряемых параметров, а также повышения точности их измерения в соответствии с результатами исследований.

Результаты исследований ГЭТ-113 с целью его совершенствования приведены ниже.

Действующая на базе сканирующего зондового микроскопа (СЗМ) эталонная установка в составе ГЭТ 113 обеспечивает воспроизведение и передачу размера единицы длины в области измерений параметров шероховатости  $R_a$ ,  $R_z$  и  $R_{max}$  по ГОСТ 2789-73 при измерении в пространстве тремя емкостными датчиками, перед измерениями откалиброванными по всем трем осям гетеродинным лазерным интерферометром в диапазоне длин до 25 нм на стандартной для СЗМ площадке  $100 \times 100$  мкм. Проведенный мониторинг потребностей в этом виде измерений показал, что в соответствии с потребностями новых технологий в микроэлектронике, оптическом приборостроении, прецизионном станкостроении и медицинской промышленности необходимо совершенствование на новой элементной базе эталонной установки ГЭТ 113 для расширения диапазона малых длин до значений  $1 \cdot 10^{-9}$  -  $1 \cdot 10^{-4}$  м и повышения точности измерений за счет привязки измерений напрямую к длине волны стабилизированного He-Ne лазера при воспроизведении и передаче размера единицы длины в этом виде измерений до значений  $3 \cdot 10^{-3}$  -  $8.5 \cdot 10^{-3}$  мкм на площадях, на которых в соответствии с новыми нормами ИСО определяются параметры шероховатости в нанометровом диапазоне высот. Для решения поставленной задачи необходима замена (при передаче размера единицы длины в этом виде измерений) емкостных датчиков СЗМ на стационарно встроенные интерференционные гетеродинные датчики, воспроизводящие единицу длины в соответствии с ее определением через длину волны He-Ne стабилизированного лазера.

Суть теоретических исследований состояла в разработке математической модели СЗМ с интерференционными датчиками,

учитывающей все источники и составляющие погрешностей СЗМ и внешних условий. По математической модели проведены анализ источников погрешностей и их теоретическая оценка с целью выбора в качестве экспериментального образца ГЭТ прототипа эталонной установки, которая позволила бы улучшить метрологические характеристики ГЭТ 113 в соответствии с ТЗ. Анализ на основе математической модели позволил теоретически оценить помимо известных, следующие составляющие погрешностей : -влияние теплового , акустического, сейсмического и температурного , а также светового и барического шума на работу 3D интерферометра, заменяющего емкостные датчики. Теоретическая оценка показывает потенциальную возможность измерения высотных и шаговых параметров с нанометровой точностью (соответствующей ТЗ= $3 \cdot 10^{-3} : 8.5 \cdot 10^{-3}$  мкм) и привязки напрямую к длине волны He-Ne стабилизированного лазера. Экспериментальные исследования прототипа эталонной установки на базе СЗМ с 3D интерферометром проводились на сертифицированных калибровочных решетках TGZ1, TGZ2 и TGZ3. Анализ результатов экспериментальных исследований прототипа-экспериментального образца эталонной установки на базе СЗМ показал, что совершенствование оптико-электронного и программно-методического комплекса обеспечивает точность  $3 \cdot 10^{-3} - 8.5 \cdot 10^{-3}$  мкм и расширенный диапазон  $1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-7}$  м, что соответствует ТЗ по совершенствованию эталонной базы прецизионного машиностроения в части ГЭТ 113.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований ГЭТ 114-2014 заключен договор с ФГУП «Тиснум» (г. Троицк) по совершенствованию действующего ГЭТ.

В рамках договора в 2016 году проводится разработка экспериментального образца составной части ГЭТ 113-2014 в части совершенствования оптико-электронного и программно-методического комплексов, обеспечивающих повышение точности до ( $3 \cdot 10^{-3} - 8.5 \cdot 10^{-3}$ ) мкм и обеспечение диапазона измерений ( $1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-4}$ ) м.