

УДК 531.711.51

**ЧЕТЫРЁХМЕРНЫЙ ПОВОРОТ ДЛЯ ПРОВЕРКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ МНГОВОЛНОВОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА**Горшков Павел Вадимович⁽¹⁾*Магистр 2 года⁽¹⁾,**кафедра «Измерительных информационных систем и технологий»**Московский государственный технологический университет «Станкин»**Научный руководитель: А.В. Забелин,**заведующий лабораторией**кафедра «Измерительных информационных систем и технологий»**Московский государственный технологический университет «Станкин»*

В «Стратегии обеспечения единства измерений в России до 2025 года» обозначена насущная необходимость модернизации отечественных эталонных измерительных установок. Многоволновые интерферометры для измерения концевых мер длины (КМД) являются примером таких установок. Метрологи за рубежом также активно исследуют способы совершенствования интерферометров за счёт их компьютеризации [1]. Для успеха в этом направлении требуется наличие адекватной математической модели метода совпадения дробных частей порядка интерференции – основы процесса измерения КМД на многоволновых интерферометрах[2].

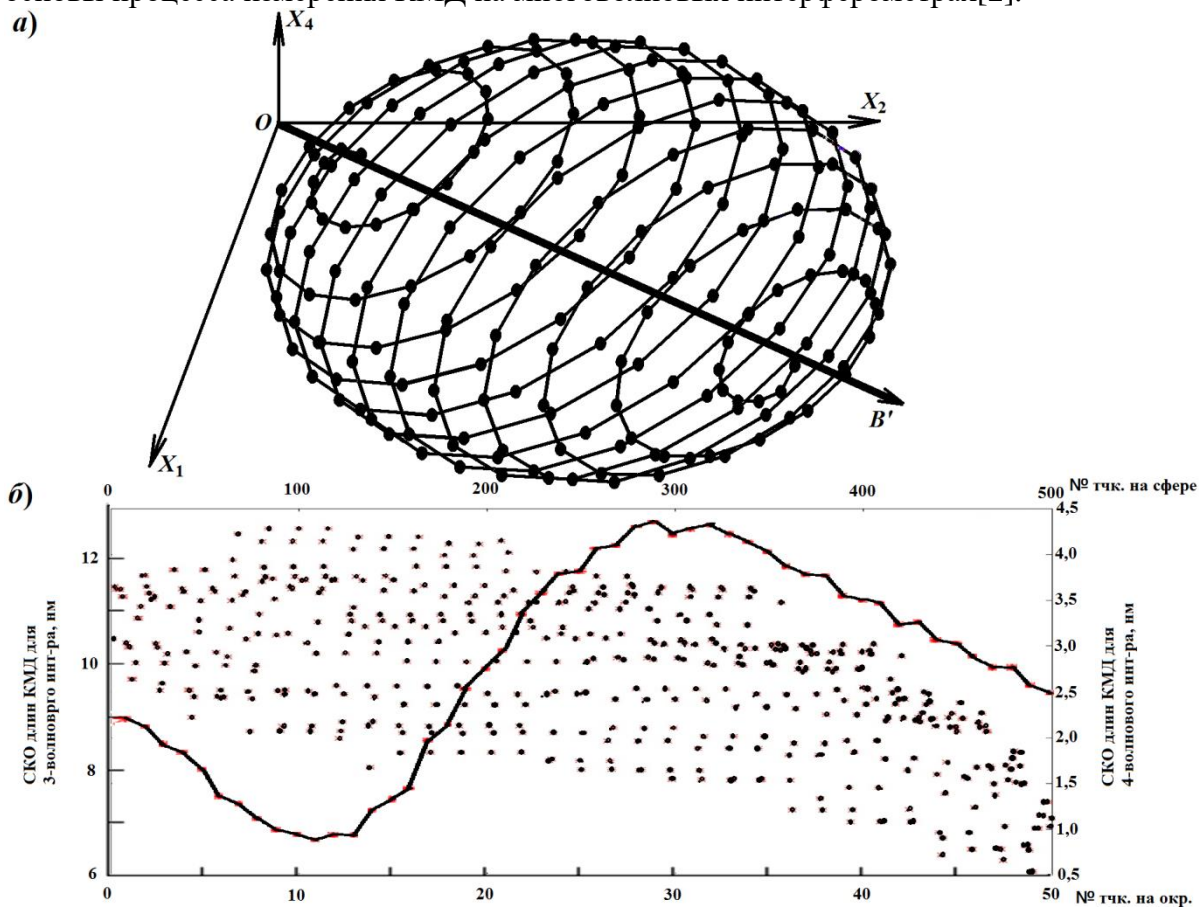


Рис. 1. Проекция сферы общего положения в четырёхмерном пространстве и графики зависимостей СКО длин КМД от номера узла на исходной окружности (сплошная линия) и на исходной сфере (точки)

Целью представленной работы является проверка гипотезы о возможном соответствии параметров целочисленной решёточной модели метода совпадения и показателей точности результата измерения на многоволновом интерферометре.

В процессе однократного измерения КМД на интерферометре определяют несколько дробных долей. Это отношения смещений интерференционных полос к их ширине для каждой из измерительных длин волн света. Но информация о соответствующем количестве половин длин волн, которые целиком укладываются в измеряемую длину, теряется. Восстанавливают её посредством перебора сочетаний целых частей. Тот вариант, для которого целые части (после прибавления дробных частей и умножения на соответствующие половины длин волн) дают наименее отличающиеся друг от друга значения, и используется для вычисления результата измерения. Образом множества сочетаний наборов целых чисел является многомерная целочисленная решётка. Результат отсчёта дробных долей моделируется смещением всей решётки на соответствующий вектор. Точки прямой линии *ОВ* (основной линии), проходящей через начало координат и наклонённой в точном соответствии с соотношениями значений измерительных длин волн, соответствуют всем мыслимым величинам длин объектов измерения и являются моделью объекта измерения.

По описанной модели правильный результат измерения соответствует той точке решётки, которая ближе всех остальных расположена к основной прямой линии *ОВ*. Необходимо численно проверить, связаны ли линейной зависимостью расстояние до прямой *ОВ* со среднеквадратическим отклонением (СКО) длин объекта измерения, вычисленных для каждой из измерительных длин волн. Для этого требуется, во-первых, реализовать с помощью программы на языке *Maxima* поворот точек окружности изначально расположенной в одной из координатных плоскостей до такого положения, когда она станет перпендикулярной основной линии *ОВ*, а также сместить её центр вдоль этой линии. И наконец, по полученным таким способом выделенным точкам решётки, которые обладают специальным общим свойством – постоянством расстояния до основной линии, вычислить СКО длин модельного объекта измерения. Во-вторых, необходимо было повторить все предыдущие действия для случая четырёхмерного пространства. При этом множество исходных точек должно располагаться на сфере в одном из координатных пространств (например, когда первые координаты всех точек равны нулю). Упорядочивание точек следует осуществить за счёт расположения их по спирали (см. рис. 1а). Далее с помощью трёх согласованных поворотов в трёх разных координатных пространствах данная сфера выставляется перпендикулярно линии *ОВ* (проекция которой показана на рис. 1а жирной линией).

Наборы полученных значений СКО для моделей трёхволнового (сплошная линия) и четырёхволнового (отдельные точки) интерферометров графически отображены на рис. 1б. Они свидетельствуют о наличии нелинейной связи между исследуемыми параметрами модели и необходимости модификации целочисленной решёточной модели многоволнового интерферометра до такого её вида, при котором графики СКО превращаются в горизонтальную линию.

Литература

1. *Mudronja, Vedran; Katić, Marko; Šimunović, Vedran* Realisation of the highest level of traceability in Croatian National Laboratory for Length // Transactions of FAMENA, 38 (2014), 1; 37 – 44.
2. *Забелин А. В.; Телешевский В. И.* Информационно-измерительные системы на принципах гомодинной многоволновой интерферометрии // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2012, – №3. – С. 29 – 33.