

УДК 531.71.2

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
СООСНОЙ И ОРТОГОНАЛЬНОЙ МЕТОДИК
СРАВНЕНИЯ ЛАЗЕРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

И.В. Новикова, Д.А. Соколов

ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская обл., Россия,
novikova_iv@vniiftri.ru,
sokolov@vniiftri.ru

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментального исследования соосной и ортогональной методик сравнения лазерных измерительных интерферометрических систем с использованием эталонного измерительного комплекса длины из состава Государственного первичного специального эталона единицы длины в диапазоне от 2 до 60 м.

Ключевые слова: соосная и ортогональная методики, эталонный измерительный комплекс длины.

**EXPERIMENTAL STUDY OF COAXIAL
AND ORTHOGONAL PROCEDURES FOR COMPARING
LASER MEASURING INTERFEROMETRIC SYSTEMS**

I.V. Novikova, D.A. Sokolov

FSUE «VNIIFTRI», Mendeleevo, Moscow region, Russia,
novikova_iv@vniiftri.ru,
sokolov@vniiftri.ru

Annotation. The article presents the results of an experimental study of coaxial and orthogonal procedures for comparing laser measuring interferometric systems using a standard measuring complex of length from the State primary special standard of a unit of length in the range from 2 to 60 m.

Key words: coaxial procedure, orthogonal procedure, standard measuring complex of length.

Первичный специальный эталон единицы длины ГЭТ 199-2018 предназначен для воспроизведения, хранения и передачи единицы длины — метра — к рабочим эталонам и рабочим средствам измерений. Лазерные измерительные интерферометрические системы (ЛИИС), входящие в состав ГЭТ 199-2018, используются для измерения перемещений объектов в процессе передачи размера единицы длины эталону и рабочим средствам измерений. Одним из таких средств измерений являются системы измерительные лазерные (СИЛ). Для подтверждения действительных метрологических характеристик СИЛ, используемых в областях промышленности и научной деятельности, необходимо проводить процедуры их периодических калибровок, где значение

величины, полученной от СИЛ, оценивается относительно полученного значения величины, определённой с помощью ЛИИС, эталонного измерительного комплекса длины из состава ГЭТ 199-2018 в диапазоне длины от 0 до 60 метров (далее — эталон). В связи с уменьшением погрешностей современных СИЛ возникает необходимость уточнить методики, используемые для сравнения СИЛ.

В настоящее время при подтверждении действительных метрологических характеристик СИЛ используется соосная методика сравнения [1], где исследуемая СИЛ и эталон располагаются на двух концах измерительного базиса напротив друг друга. В соосной методике длины измерительных плеч СИЛ и эталона изменяются обратно пропорционально друг другу, что обеспечивает передачу размера единицы длины с погрешностью до 2,5 мкм. Для уменьшения погрешности при передаче единицы длины от эталона к СИЛ предлагается к рассмотрению ортогональная методика, в которой СИЛ и эталон устанавливаются под прямым углом друг к другу в непосредственной близости.

В статье рассмотрено исследование метрологических характеристик СИЛ в лабораторных условиях, выполнявшихся одновременно по соосной и ортогональной методикам (рис. 1).

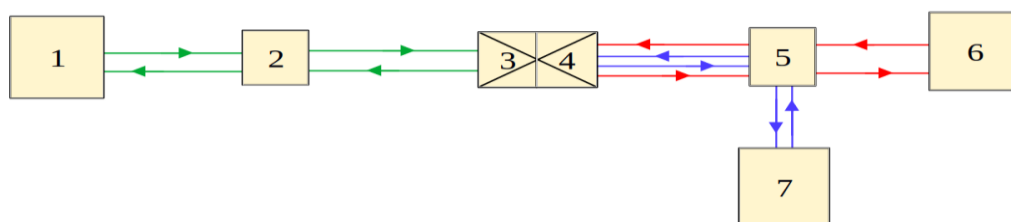


Рис. 1. Схема сличения СИЛ и эталона по ортогональной и соосной методикам:
 1 — СИЛ в соосной методике; 2, 5 — узлы интерференции; 3, 4 — моторизированная платформа с отражателями; 6 — эталон; 7 — СИЛ в ортогональной методике;
 красные линии — направление излучения эталона в соосной и ортогональной методиках;
 зелёные линии — направление излучения СИЛ в соосной методике;
 фиолетовые линии — направление излучения СИЛ в ортогональной методике

В течение времени проведения измерений показания метеопараметров сохранялись в пределах допустимых эксплуатационной документацией на СИЛ и эталон: температура воздуха — 24,47–24,51 °С; влажность воздуха — 22,9–23,5 %; атмосферное давление — 989,94–990,68 гПа.

Получаемая величина, при исследовании СИЛ по двум методикам сравнения, является погрешностью передачи единицы длины и вычисляется по формуле (1):

$$\Delta_{ij} = L_{k,ij} - L_{э,i}, \quad (1)$$

где $L_{k,ij}$ — результат измерений длины, полученный на СИЛ; $L_{э,i}$ — результат измерений длины, полученный на эталоне.

При проведении исследования выполнялись измерения набора длин в диапазоне до 60 метров отрезками, равномерно распределенными по измерительному базису, в следующих контрольных точках: 0, 10, 25, 30, 35, 50, 60 метров. Результаты исследования методик сравнения СИЛ и эталона представлены в таблице и на рис. 2.

Таблица

Результаты исследования методик сравнения СИЛ

Погрешность передачи единицы длины (Δ), мкм		Измеряемая длина, м
Соосная методика	Ортогональная методика	
1,9	0,1	0
0,4	0,3	10
1,1	0,0	25
0,8	0,1	30
0,4	0,4	35
2,5	0,2	50
0,6	0,1	60

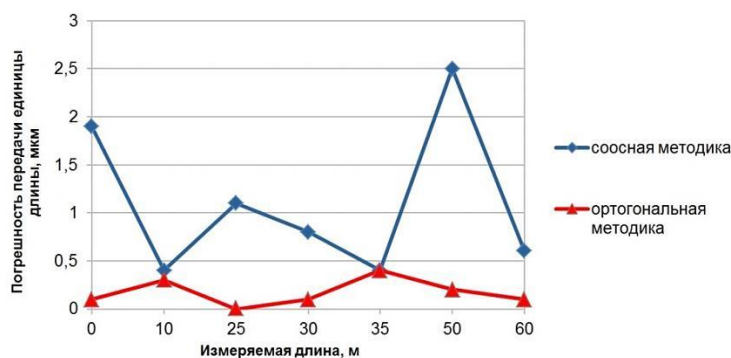


Рис. 2. График полученных значений погрешности при измерении по соосной и ортогональной методикам

В результате исследования методик сравнения СИЛ и эталона выявлено, что при измерении ортогональной методикой погрешность передачи размера единицы длины уменьшается более чем в два раза относительно измерений соосной методикой. Использование ортогональной методики сравнения при калибровке СИЛ позволит проводить измерения с погрешностью до 0,5 мкм.

Список литературы

МИ 1214-2000 Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерители перемещений лазерные. Методика поверки.

Статья поступила в редакцию: 06.09.2021 г.

Статья прошла рецензирование: 15.09.2021 г.

Статья принята в работу: 17.09.2021 г.