

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
ФГУП «СНИИМ»



Кондаков В. Ю.

« 29 » 2019 г.

МП

**Интерферометры лазерные Lasertex HPI-3D**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

АСВ56.901.001МП

2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	3
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	3
3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ .....	3
4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ .....	3
5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ .....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	4
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	4
9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	4
10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	7
Приложение А .....	8
Приложение Б .....	9

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок средств измерений «Интерферометры лазерные НРІ-3D» (далее — Интерферометр).

Интервал между поверками — 1 года.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.2.091-2012 «Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования»

ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»

ГОСТ Р 8.763-2011 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от  $1 \times 10^{-9}$  до 50 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм»

ГОСТ Р 56069-2018 «Требования к экспертам и специалистам. Поверитель средств измерений. Общие требования»

ГОСТ ИЕС 60825-1-2013 «Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей»

ПОТ Р М-016-2001 «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок»

Приказ Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

## 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодических поверок выполняют операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Операции первичной и периодических поверок

№ п/п	Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Обязательность проведения операций	
			при выпуске из производства и ремонта	при эксплуатации и хранении
1	Внешний осмотр	9.1	Да	Да
2	Опробование и идентификация программного обеспечения (ПО)	9.2	Да	Да
3	Определение (контроль) метрологических характеристик	9.3	Да	Да

3.2 Поверка Интерферометра прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а Интерферометр признают не прошедшим поверку.

## 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 — Рекомендуемые средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
Основные средства поверки	
9.2; 9.3	Государственный эталон единицы длины 1 разряда в диапазоне значений от 0 до 24 м (регистрационный № 3.1.ААИ.0004.2015)

4.1 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

4.2 Применяемые средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие квалификацию инженера, опыт работы с оптическими и электронными приборами не менее трех лет, аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке согласно ГОСТ Р 56069 и аттестованные не ниже III группы по технике безопасности на право проведения работ с электрооборудованием до 1000 В (ПОТ Р М-016).

5.2 Лица, допущенные к проведению поверки, должны изучить весь комплект эксплуатационной документации (ЭД) на поверяемые средства измерений, ЭД на средства поверки и настоящую Методику поверки.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При подготовке и проведении поверки должны соблюдаться правила техники безопасности в соответствии с ЭД на поверяемые средства измерений и ЭД на средства поверки, а также требования ГОСТ 12.2.091, ГОСТ 12.3.019 и ГОСТ ИЕС 60825-1.

## 7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия основных влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха ..... от 18 до 22 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха без конденсации влаги ..... 60 %;
- атмосферное давление ..... от 85 до 105 кПа;
- скорость изменения температуры окружающего воздуха ..... не более 0,5 °С/час

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 Проверить наличие и состояние средств поверки в соответствии с ЭД. Проверить наличие свидетельств о поверке и клейм на средства поверки и срок очередной поверки средств измерений.

8.2 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с ЭД.

8.3 Установить поверяемый Интерферометр на рабочем месте и выдержать при условиях 7.1 не менее 1 часа.

8.4 Подготовить Интерферометр к работе в соответствии с ЭД.

8.5 Электропитание должно осуществляться от однофазной сети переменного тока напряжением ( $220_{-33}^{+22}$ ) В, частотой ( $50_{-1}^{+1}$ ) Гц, оборудованной защитным заземлением.

## 9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 9.1 Внешний осмотр

9.1.1 Проверить комплектность и маркировку Интерферометра на соответствие ЭД.

9.1.2 Проверить поверхности деталей и узлов оборудования на отсутствие коррозии, вмятин, загрязнений и царапин оптических поверхностей, а также других дефектов, влияющих на функционирование и метрологические характеристики Интерферометра.

9.1.3 Проверить надежность кабельных соединений. Проверить наличие и надежность защитного заземления.

9.1.4 Результаты осмотра считают положительными, если все выполненные проверки соответствуют требованиям ЭД.

## 9.2 Опробование и идентификация программного обеспечения (ПО)

9.2.1 Опробование проводится на подготовленном к работе Интерферометре и выполняется с помощью Государственного эталона единицы длины 1 разряда в диапазоне значений от 0 до 24 м (далее – Компаратор).

9.2.2 На Компараторе собрать оптическую схему измерений линейных перемещений (схема размещения средств поверки и поверяемого оборудования на Компараторе для измерений линейных перемещений приведена в приложении А на рисунке А.1).

Эталонный интерферометр Компаратора установить параллельно оси перемещений как можно ближе к нулевому положению подвижной каретки Компаратора. Поверяемый Интерферометр установить перпендикулярно оси перемещений подвижной каретки Компаратора.

### ПРИМЕЧАНИЕ:

*При измерении линейных перемещений для реализации принципа Аббе используется оптическая схема с общим линейным интерферометром и ретрорефлектором. Согласно этому лазерные лучи Компаратора и Интерферометра, не пересекаясь между собой, по взаимно перпендикулярным направлениям попадают в линейный интерферометр, и далее – в линейный ретрорефлектор.*

*В оптической схеме измерений используется двойное переотражение лазерного луча за счёт применения двух блоков подвижных и неподвижных зеркал. Это позволяет осуществлять трехкратное перемещение линейного ретрорефлектора относительно линейного интерферометра при однократном перемещении подвижной каретки Компаратора. Поэтому перемещение на максимальную дистанцию 50 м достигается перемещением каретки на 16,7 м, что укладывается в рабочий диапазон Компаратора 24 м.*

9.2.3 Включить питание Интерферометра и проверить работу лазерной головки Интерферометра. Режим стабилизации частоты лазерного излучения должен установиться за время, указанное в ЭД, о чем должен сигнализировать постоянным немигающим свечением индикатор на кнопке питания.

9.2.4 Включить ПЭВМ с установленным программным обеспечением Интерферометра (далее – ПО) и запустить программу NPI Software.

9.2.5 Провести идентификацию ПО Интерферометра. Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	NPI Software
Номер версии (идентификационный номер) ПО	8.9.5a
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	2b5366cf024d77f0669f4672bbd92c2d
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	MD5

Примечание: Проверка контрольной суммы исполняемого кода выполняется с помощью программы для расчёта значения хэш-функции MD5 (RFC1321). Например, md5deer.exe (<http://md5deer.sourceforge.net>).

9.2.6 Соединить лазерную головку Интерферометра с ПЭВМ посредством USB или Bluetooth интерфейса.

9.2.7 В ПО Интерферометра запустить режим регулирования параллельности оси лазерного луча и оси измерений. Произвести необходимые регулировки положения лазерной головки относительно подвижных и неподвижных оптических элементов в соответствии с ЭД.

9.2.8 Проверить качество измерительного сигнала Интерферометра на всем диапазоне перемещений подвижной каретки Компаратора. Уровень измерительного сигнала Интерферометра на всем диапазоне перемещений подвижной каретки Компаратора должен быть не ниже 20 %. При несоответствии повторить настройку Интерферометра в соответствии с ЭД.

9.2.9 Включить эталонный интерферометр из состава Компаратора и произвести регулировку параллельности оси лазерного луча эталонного интерферометра и оси измерений в соответствии с ЭД Компаратора.

9.2.10 Переместить подвижную каретку Компаратора с закрепленными на ней оптическими элементами на произвольное расстояние. Убедиться, что в ПО Интерферометра и Компаратора происходит счет значений перемещения.

9.2.11 Результаты опробования считают положительными, если идентификационные данные ПО Интерферометра соответствуют данным, приведенным в таблице 3, уровень измерительного сигнала Интерферометра на всем диапазоне перемещений подвижной каретки Компаратора не ниже 20 % и в ПО Интерферометра происходит счет значений перемещения.

### 9.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

9.3.1 Определение (контроль) метрологических характеристик проводится на подготовленном к работе Интерферометре и выполняется с помощью Компаратора.

9.3.1.1 На ПЭВМ запустить ПО Интерферометра. Включить и настроить Интерферометр в соответствии с ЭД.

9.3.1.2 Проверить качество измерительного сигнала Интерферометра на всем диапазоне перемещений подвижной каретки Компаратора. Уровень измерительного сигнала Интерферометра на всем диапазоне перемещений подвижной каретки Компаратора должен быть не ниже 20 %. При несоответствии повторить настройку Интерферометра в соответствии с ЭД.

9.3.1.3 Включить внешние датчики Интерферометра и Компаратора для ввода поправок на влияющие факторы (температура, давление и влажность окружающего воздуха).

9.3.1.4 В ПО Интерферометра и Компаратора запустить режимы измерений линейных перемещений в соответствии с ЭД.

9.3.1.5 Переместить подвижную каретку Компаратора в нулевое положение и обнулить отсчеты Компаратора и поверяемого Интерферометра. Ввести поправки на влияющие факторы (температура, давление, влажность). Ввести нулевое значение коэффициента теплового расширения материалов.

9.3.1.6 Произвести 3 серии измерений перемещений в 7-ми точках (1000, 5000, 10000, 15000, 20000, 30000, 50000 мм). Снятие отсчетов с Компаратора и Интерферометра в каждой точке производить одновременно. Результаты измерений линейных перемещений (отсчеты) внести в протокол (Приложение Б, таблица Б.1).

9.3.2 Определить абсолютные погрешности измерений линейных перемещений.

Значения абсолютных погрешностей ( $\Delta X_i$ ) всех измерений вычисляют по формуле:

$$\Delta X_i = X_{ИЗМ_i} - X_{ЭТ_i}, \quad (1)$$

где:  $X_{ИЗМ_i}$  — значение линейного перемещения в  $i$ -ой точке, измеренное Интерферометром;  
 $X_{ЭТ_i}$  — значение линейного перемещения в  $i$ -ой точке, измеренное Компаратором.

Результаты вычислений внести в протокол (Приложение Б, таблица Б.1).

9.3.3 Результаты поверки считают положительными, если фактическая максимальная абсолютная погрешность измерений линейных перемещений для  $i$ -ой точки каждой серии измерений не превышает значение  $\pm 0,4 \cdot L$  мкм (где  $L$  — длина в м).

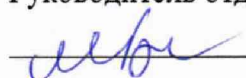
## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки оформляют в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным Приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г.

10.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

10.3 Отрицательные результаты оформляются в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным Приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г., при этом Интерферометр к дальнейшей эксплуатации в сфере государственного регулирования не допускают.

Руководитель отдела ФГУП «СНИИМ»

 М. Д. Безбородов

## ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА ИЗМЕРЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

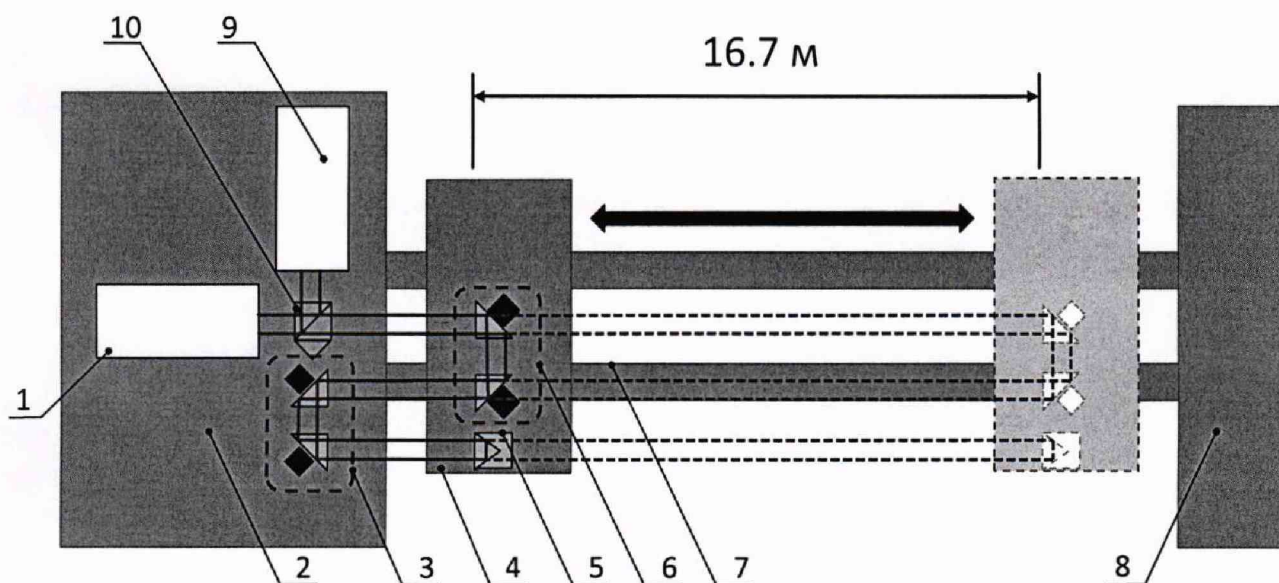


Рисунок А.1 – Схема размещения средств поверки и поверяемого оборудования на Компараторе для измерений линейных перемещений в диапазоне от 0 до 50 м

- 1 – эталонный лазерный интерферометр из состава Компаратора;
- 2 – аппаратный стол Компаратора;
- 3 – блок неподвижных поворотных зеркал (призм);
- 4 – подвижная каретка Компаратора;
- 5 – линейный ретрорефлектор поверяемого Интерферометра;
- 6 – блок подвижных поворотных зеркал (призм);
- 7 – направляющие подвижной каретки Компаратора;
- 8 – инструментальный стол Компаратора;
- 9 – лазерная головка поверяемого Интерферометра;
- 10 – линейный интерферометр поверяемого Интерферометра.



## ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

Протокол № \_\_\_\_\_

Наименование, тип, зав №: Интерферометр лазерный Lasertex НРІ-3D, № \_\_\_\_\_

Вид поверки: \_\_\_\_\_

Методика поверки:

АСВ56.901.001МП «Интерферометры лазерные Lasertex НРІ-3D. Методика поверки»

Условия проведения поверки:

температура окружающего воздуха, °С \_\_\_\_\_

относительная влажность, % \_\_\_\_\_

атмосферное давление, кПа \_\_\_\_\_

Средства поверки: \_\_\_\_\_

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр: \_\_\_\_\_

2. Опробование: \_\_\_\_\_

3. Определение (контроль) метрологических характеристик:

Т а б л и ц а Б.1

Номинальное значение точки перемещения, мм		1000	5000	10000	15000	20000	30000	50000
Серия 1	Измеренное значение перемещения (отсчет) Интерферометра ( $X_{ИЗМ}$ ), мм							
	Измеренное значение перемещения (отсчет) Компаратора ( $X_{ЭТ}$ ), мм							
	Абсолютная погрешность измерений ( $\Delta X$ ), мкм							
Серия 2	Измеренное значение перемещения (отсчет) Интерферометра ( $X_{ИЗМ}$ ), мм							
	Измеренное значение перемещения (отсчет) Компаратора ( $X_{ЭТ}$ ), мм							
	Абсолютная погрешность измерений ( $\Delta X$ ), мкм							
Серия 3	Измеренное значение перемещения (отсчет) Интерферометра ( $X_{ИЗМ}$ ), мм							
	Измеренное значение перемещения (отсчет) Компаратора ( $X_{ЭТ}$ ), мм							
	Абсолютная погрешность измерений ( $\Delta X$ ), мкм							
Допускаемое значение абсолютной погрешности, мкм		±0,4	±2,0	±4,0	±6,0	±8,0	±12,0	±20,0

**Заключение:**

Лазерный интерферометр НРІ-3D зав. № \_\_\_\_\_ годен (негоден) к применению.

Выдано свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Срок действия свидетельства до « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Поверитель \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Ф.И.О

подпись