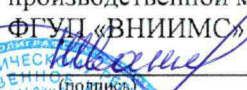


Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт  
метрологии им. Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по  
производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»  
  
\_\_\_\_\_ Н.В. Иванникова  
(подпись)

М.п. «18» декабря 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. генерального директора  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

  
\_\_\_\_\_ А.Н. Пронин  
(подпись)

М.п. «18» декабря 2020 г.




Государственная система обеспечения единства измерений

Системы лазерные измерительные API XD


Методика поверки

МП 2511/0006-2018

Руководитель отдела  
геометрических измерений

  
\_\_\_\_\_ Н.А. Кононова  
(подпись)

Ведущий инженер отдела  
геометрических измерений

  
\_\_\_\_\_ З.В. Фомкина  
(подпись)

Санкт-Петербург

2020 г.

## 1. Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на системы лазерные измерительные API XD (далее системы), изготовленные «Automated Precision Inc.», США, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2. Интервал между поверками – 1 год.

## 2. Операции поверки

2.1. При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	№ п. МП	Проведение операции при поверке	
		Первичной	Периодической
Внешний осмотр	4.1	+	+
Опробование	4.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения	4.3	+	+
Определение длины волны лазерного излучения в вакууме	4.4	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений линейных перемещений	4.5	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений угловых перемещений*	4.6	+	+

\* – для модификаций 5-D и 6-D.

Допускается проведение поверки в неполном объеме в зависимости от комплектации системы.

Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин.

2.2. При проведении поверки системы должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного средства измерения или вспомогательного средства поверки, номер документа регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики
4.4	Государственный первичный эталон единицы длины – метра ГЭТ 2
4.5	Государственный первичный эталон единицы длины – метра ГЭТ 2
4.6	Государственный первичный эталон единицы плоского угла ГЭТ 22

## 2.3. Требования безопасности.

2.3.1. При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки и поверяемую систему.

#### 2.4. Условия поверки.

2.4.1. При проведении поверки должны соблюдаться условия, соответствующие рабочим условиям эксплуатации эталонных и поверяемых средств измерений.

### 3. Подготовка к проведению поверки

3.1. Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с технической документацией «Automated Precision Inc.», США.

3.2. Выдержать систему и средства поверки не менее 3 часов при условиях, указанных выше.

3.3. Подготовить систему к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

3.4. Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

### 4. Проведение поверки

#### 4.1. Внешний осмотр и проверка комплектности.

При внешнем осмотре должно быть установлено следующее:

- комплектность систем соответствует руководству по эксплуатации;
- отсутствуют механические повреждения, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики;
- маркировка соответствует руководству по эксплуатации.

#### 4.2. Опробование

При опробовании проверяют функционирование систем в соответствии с требованиями, изложенными в руководстве по эксплуатации.

Для этого собирают оптическую схему интерферометра, подключают к нему портативный компьютер с программным обеспечением и блок измерений параметров окружающей среды. Включают питание системы и проверяют наличие лазерного излучения. Включают компьютер, запускают программное обеспечение API Winner. Проводят юстировку в соответствии с руководством по эксплуатации, а затем в рабочем окне программы запускают процесс измерений. Плавно перемещая отражатель вдоль оси измерения, проверяют, что в рабочем окне программы изменяется значение измеряемого перемещения.

#### 4.3. Подтверждение соответствия программного обеспечения

Для идентификации программного обеспечения (далее — ПО) систему включают в соответствии с руководством по эксплуатации и проводят идентификацию по номеру версии, отображаемому в меню «Help», в окне «About», и названию файла конфигурации. Файл конфигурации «####.cnf» находится в программной папке «API XD Laser», #### в названии файла должны соответствовать заводскому номеру системы.

Идентификационные данные ПО должны соответствовать приведенным в таблице 3.

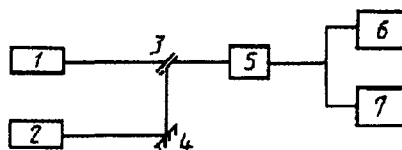
Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	API Winner
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V 5.0
* – номер версии ПО должен быть не ниже указанного в таблице.	

#### 4.4. Определение длины волны лазерного излучения в вакууме

Длину волны лазерного излучения в вакууме определяют с помощью He-Ne/I<sub>2</sub> лазера, стабилизированного по линии насыщенного поглощения в молекулярном йоде 127, и установки для измерения разности частот источников лазерного излучения из состава Государственного первичного эталона единицы длины – метра ГЭТ 2 (далее ГЭТ 2).

Для этого лазерный блок устанавливают на оптический стол, включают оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией и проводят юстировку согласно схеме системы гетеродинамирования, приведенной на рисунке 1.



1 - He-Ne/I<sub>2</sub> лазера, стабилизированного по линии насыщенного поглощения в молекулярном йоде 127; 2 – лазерной блок поверяемой системы; 3 – полупрозрачное зеркало; 4 – зеркало; 5 – фотоприемное устройство; 6 – частотомер; 7 – анализатор спектра

Рисунок 1 – Схема системы гетеродинамирования

После включения и юстировки необходимо выдержать оборудование во включенном состоянии в течение времени, указанного в эксплуатационной документации, но не менее 30 минут.

После прогрева источников лазерного излучения в режиме стабилизации частоты добиться при помощи юстировки положения зеркал наибольшего значения амплитуды сигнала разностной частоты на экране анализатора спектра. Провести измерения разностной частоты  $\Delta f$ , снимая показания с частотомера.

Значение частоты лазерного излучения системы определяют по формуле

$$f_{нов} = f_{эт} + \Delta f, \quad (1)$$

где  $f_{эт}$  – значение частоты источника лазерного излучения из состава.

Длину волны лазерного излучения в вакууме системы  $\lambda_{нов}$  вычисляют по формуле

$$\lambda_{нов} = \frac{c}{f_{нов}}, \quad (2)$$

где  $c=299792458$  м/с – скорость света в вакууме.

#### 4.5. Определение абсолютной погрешности измерений линейных перемещений

Абсолютную погрешность измерений линейных перемещений определяют с помощью компаратора лазерного интерференционного тридцатиметрового из состава ГЭТ 2 (далее компаратора). Для этого необходимо выполнить следующие операции.

4.5.1. Блок интерферометра установить на неподвижном основании компаратора таким образом, чтобы излучение лазерного блока проходило вдоль оси компаратора.

4.5.2. Подвижный отражатель закрепить на каретке компаратора.

4.5.3. В соответствии с руководством по эксплуатации, подготовить систему для выполнения измерений линейных перемещений.

4.5.4. Провести одновременно, при помощи компаратора и системы, измерения перемещений в следующих точках диапазона или близким к ним: 0,1; 0,5; 1; 5; 10; 20; 30 м.

4.5.5. Определить абсолютную погрешность измерений линейных перемещений  $\Delta_X$  для каждого из значений, указанных в п. 4.5.4, по формуле

$$\Delta_X = X_{изм} - X_{эт}, \quad (3)$$

где  $X_{изм}$  – значение линейного перемещения, измеренное системой;

$X_{эт}$  – значение линейного перемещения, измеренное компаратором.

Абсолютная погрешность измерений линейных перемещений не должна превышать  $\pm(0,02+0,5 \cdot L)$  мкм, где  $L$  – измеряемое перемещение, м.

#### 4.6. Определение абсолютной погрешности измерений угловых перемещений

Абсолютную погрешность измерений угловых перемещений определяют с помощью стола поворотного из состава Государственного первичного эталона единицы плоского угла ГЭТ 22 (далее стола поворотного). Для этого необходимо выполнить следующие операции.

4.6.1. Закрепить подвижный отражатель системы на столе поворотном.

4.6.2. Блок интерферометра установить на неподвижном основании на расстоянии  $(1 \pm 0,1)$  м от оси стола поворотного.

4.6.3. В соответствии с руководством по эксплуатации подготовить систему для выполнения угловых измерений.

4.6.4. Провести одновременно, при помощи стола поворотного и системы, измерение угловых перемещений в следующих точках диапазона измерений или близким к ним:  $\pm 50''$ ;  $\pm 100''$ ;  $\pm 200''$ ;  $\pm 400''$ ;  $\pm 600''$ ;  $\pm 800''$ .

4.6.5. Определить абсолютную погрешность измерений угловых перемещений  $\Delta_\alpha$  для каждого из значений, указанных в п. 4.6.4, по формуле

$$\Delta_\alpha = \alpha_{изм} - \alpha_{эт}, \quad (4)$$

где  $\alpha_{изм}$  – значение углового перемещения, измеренное системой;

$\alpha_{эт}$  – значение углового перемещения, измеренное с помощью стола поворотного.

Абсолютная погрешность измерений угловых перемещений не должна превышать  $\pm(1,0+0,1 \cdot L)''$ , где  $L$  – расстояние до отражателя, м.

### 5. Оформление результатов поверки

Результаты поверки систем оформляются протоколом установленной формы (приложение А). В случае положительных результатов выдается свидетельство о поверке. Знак поверки в виде наклейки и оттиска клейма наносится на свидетельство о поверке.

В случае отрицательных результатов по любому из вышеперечисленных пунктов система признается непригодной к применению. На нее выдается извещение о непригодности с указанием причин.

**Приложение А**  
**Форма протокола поверки (рекомендуемая)**  
**Протокол № \_\_\_\_\_**

Система лазерная измерительная API XD модификации \_\_\_\_\_  
 Зав. № \_\_\_\_\_  
 Дата поверки \_\_\_\_\_  
 Методика поверки \_\_\_\_\_

**Средства поверки**

Наименование средства поверки, его заводской номер \_\_\_\_\_

**Условия проведения поверки**

Температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_  
 Относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_  
 Атмосферное давление \_\_\_\_\_

**Результаты поверки**

1. Внешний осмотр \_\_\_\_\_
2. Опробование \_\_\_\_\_
3. Подтверждение соответствия программного обеспечения  
 Номер версии ПО \_\_\_\_\_
4. Длина волны лазерного излучения в вакууме \_\_\_\_\_
5. Определение абсолютной погрешности измерений линейных перемещений

Таблица 1. Результаты поверки

Поверяемая точка диапазона, м	Абсолютная погрешность измерений линейных перемещений, мкм
0,1	
0,5	
1,0	
5,0	
10,0	
20,0	
30,0	

6. Определение абсолютной погрешности измерений угловых перемещений

Таблица 2. Результаты поверки

Поверяемая точка диапазона, угловые секунды	Абсолютная погрешность измерений угловых перемещений, угловые секунды	Поверяемая точка диапазона, угловые секунды	Абсолютная погрешность измерений угловых перемещений, угловые секунды
+50		-50	
+100		-100	
+200		-200	
+400		-400	
+600		-600	
+800		-800	

Система лазерная измерительная API XD модификации \_\_\_\_\_

(годен, не годен, указать причины)

Поверитель \_\_\_\_\_  
 (фамилия, имя, отчество) \_\_\_\_\_ (подпись)