

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»




Н.П. Муравская

«15» сентября 2015 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Интерферометры μ Phase моделей

PLANO DOWN, PLANO/SPHERO UP, ST+R, VERTICAL, UNIVERSAL

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

№ МП 065.М44-15

2.р. 65492-16

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»


С.Н.Негода

«15» сентября 2015 г.

Москва
2015 г.

1 Введение

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на интерферометры μ Phase моделей PLANO DOWN, PLANO/SPHERO UP, ST+R, VERTICAL, UNIVERSAL предназначенные для измерения двумерной карты высот профиля поверхности полированного изделия (топограммы) относительно начальной точки, выбираемой оператором, и устанавливает выполняемые операции при проведении их первичной и периодической поверок. Интерферометры имеют широкое применение в сфере оптического производственного контроля и позволяют проводить проверку плоскостности различных оптических элементов.

Интервал между поверками (межповерочный интервал) – 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций	
		При первичной поверке и после ремонта	При периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.3	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик	7.4		
5 Определение верхнего и нижнего пределов измерений топограммы относительных высот профиля поверхности	7.4.1	Да	Да
6 Определение абсолютной погрешности измерений топограммы относительных высот профиля поверхности	7.4.2	Да	Да

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2.3 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленной порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

3 Средства поверки

3.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству, основные технические характеристики
7.4.1 – 7.4.2	Меры шероховатости с параметром R_a из состава государственного вторичного эталона единицы длины в области измерения параметров шероховатости R_{max} в диапазоне от 0,02 до 1,8 мкм и R_a номинального значения 0,0015 мкм (регистрационный номер 2.1.ZZA.00342015) R_a – 0,0015 мкм

3.2 Средства поверки, указанные в таблице 2, должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке. Допускается также применение других средств, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых интерферометров с требуемой точностью.

4 Требования по безопасности и квалификации персонала

4.1 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные ГОСТ 12.1.031-2010, ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда и эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н и Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров СанПиН 5804. Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

4.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

4.3 Не смотрите на лазерный луч и его отражения. Никогда не направляйте луч лазера на людей. Лазерная система всегда должна быть присоединена к интерферометру световодом. Никогда не запускайте систему, если она разъединена! Она создает лазерное излучения класса 3R. Возможны травмы глаз и кожи!

4.4 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации интерферометров и испытательного оборудования, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда и эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н.

5 Условия проведения поверки

5.1 Все операции поверки проводятся (если условия не оговорены особо) при следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С	19 - 21
- относительная влажность, %, не более	70
- номинальное напряжение электропитания, В	220 ± 22;
- номинальная частота, Гц	50±0,5

5.2 В помещении, где проводится поверка, должны отсутствовать посторонние источники излучения, а также мощные постоянные и переменные электрические и магнитные поля. В помещении должны отсутствовать механические вибрации. Частота возмущающих вибраций, действующих на интерферометры, не должна быть более 30 Гц, амплитуда скорости колебаний не должна превышать 0,06 мм/с.

5.3 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим, свободным от пыли, паров кислот и щелочей. Допускаемый перепад температуры в течение суток – не более 2 °С. В помещении не должно быть сквозняков.

6 Подготовка к поверке

6.1 Проверить правильность подключения всех элементов интерферометров (см. рисунок 1):

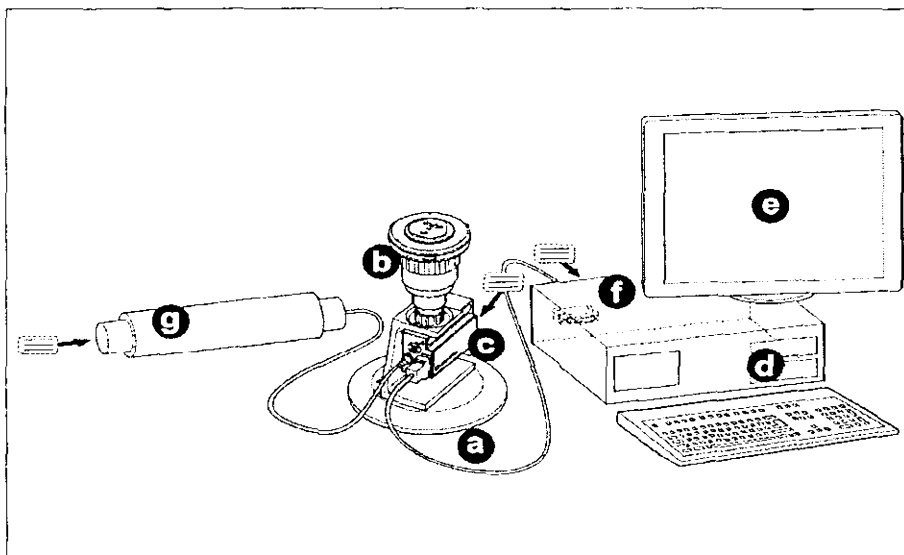


Рисунок 1: а - стойка настольной установки; b – объектив; с – интерферометрический датчик; d, e – ПК; f - USB-носитель с ключом; g - источник излучения (HeNe-лазер)

6.2 Подключить к сети питания испытуемый комплекс.

6.3 Произвести загрузку программного обеспечения μ Share на входящий в состав интерферометра персональный компьютер.

6.4 Включить источник излучения (HeNe-лазер). Лазер готов к работе, когда загорелся зеленый индикатор (около 20 минут после включения). Если в состав интерферометров входит оборудование измерения радиуса, то включить его с помощью выключателя, расположенного с задней стороны прибора.

6.5 Запустите программу μ Share, Выберите шаблон для следующей новой калибровки и ^{LAB}User выберите New [новый] для создания нового шаблона. Выберите метод измерений (отклонение поверхности при однократном отражении или волновая аберрация при двойном прохождении). В зависимости от размера и поверхности (плоская или сферическая) испытуемого объекта выберите необходимый объектив.

6.6 Установите отражательную способность, поворачивая регулировочный винт на задней стороне интерферометрических датчиков μ Phase® 500/ 1000 при помощи отвертки, монеты или инструмента для регулировки. Возможны следующие установки:

- 80 % - для зеркальных поверхностей;
- 4 % - установка по умолчанию для стеклянных поверхностей без покрытия;
- 1 % - поверхности с просветляющим покрытием (только для μ Phase 1000);
- 0.5 % - поверхности с просветляющим покрытием (только для μ Phase 1000);
- 0 % - интерферометр может использоваться как интерферометр Физо.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Проверку проводят визуально. Проверяют соответствие расположения органов управления, надписей и обозначений требованиям технической документации.

7.1.2 Интерферометры считаются прошедшими операцию проверки, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции.

7.2 Опробование

7.2.1 Нажмите кнопку **Calib [Калибровка]** на панели инструментов. Нажмите кнопку **Measurement Mask [Маска измерения]** на панели инструментов управления, чтобы открыть окно маски измерения. Нажмите кнопку **Calibration Controls [Управление калибровкой]** на панели инструментов управления, чтобы открыть окно управления калибровкой и зайдите в

раздел **Measurement Parameters [Параметры измерения]** и проведите установку всех необходимых параметров (см. рисунок 2)

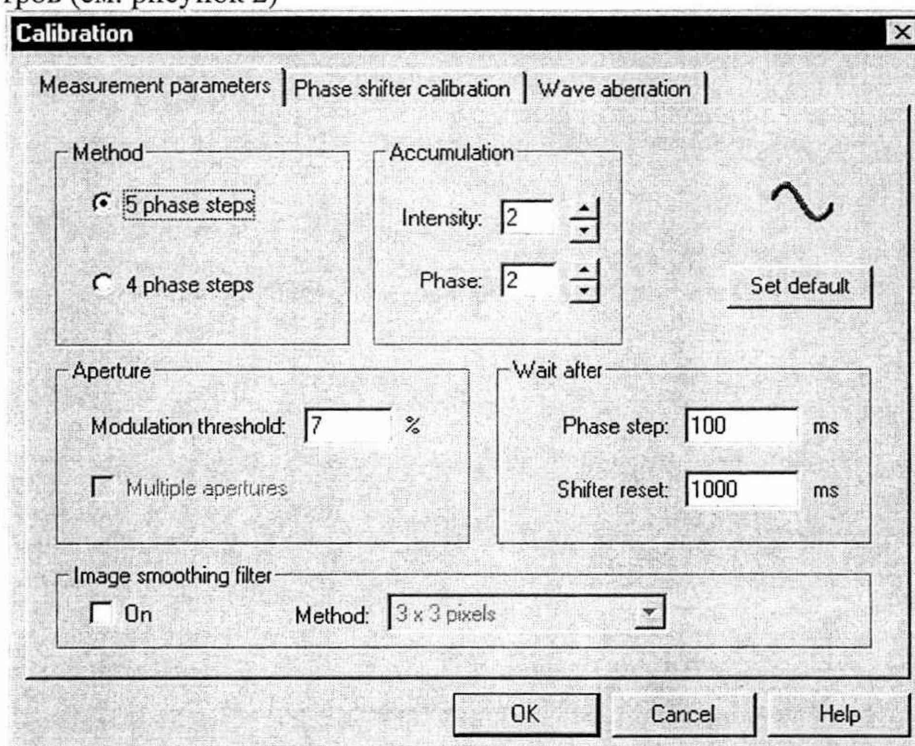


Рисунок 2

7.2.2 Произвести все необходимые установки в разделе Калибровка фазосдвигающего (см. рисунок 3)

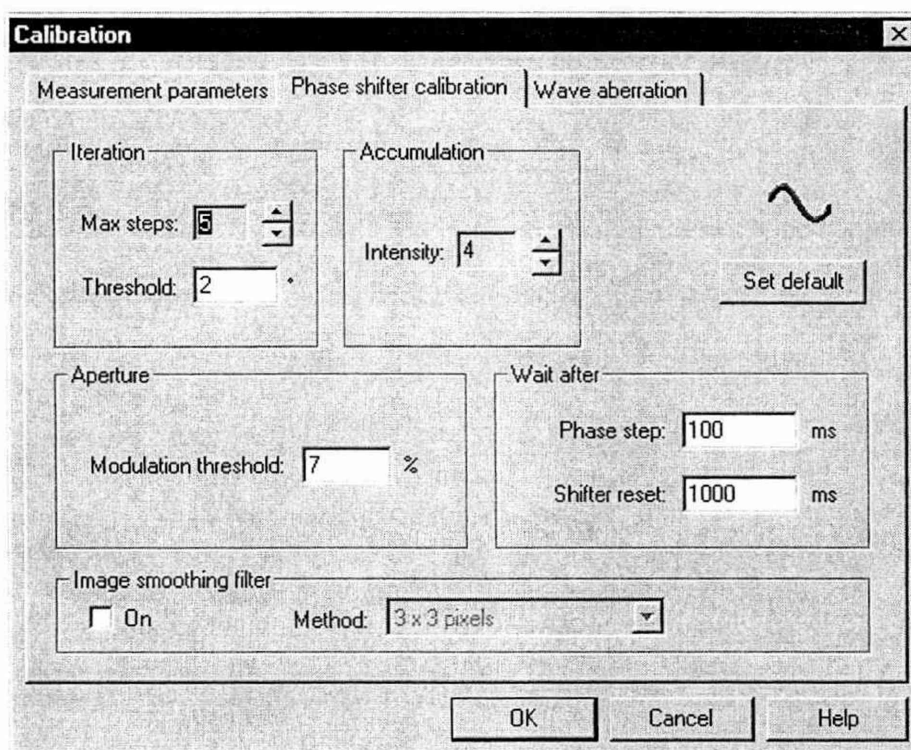


Рисунок 3

7.2.3 Перейти в раздел Волновая aberrация (Wave aberration) и провести установку длины волны измерений. Для HeNe-лазера необходимо ввести 632,8 нм (см. рисунок 4)

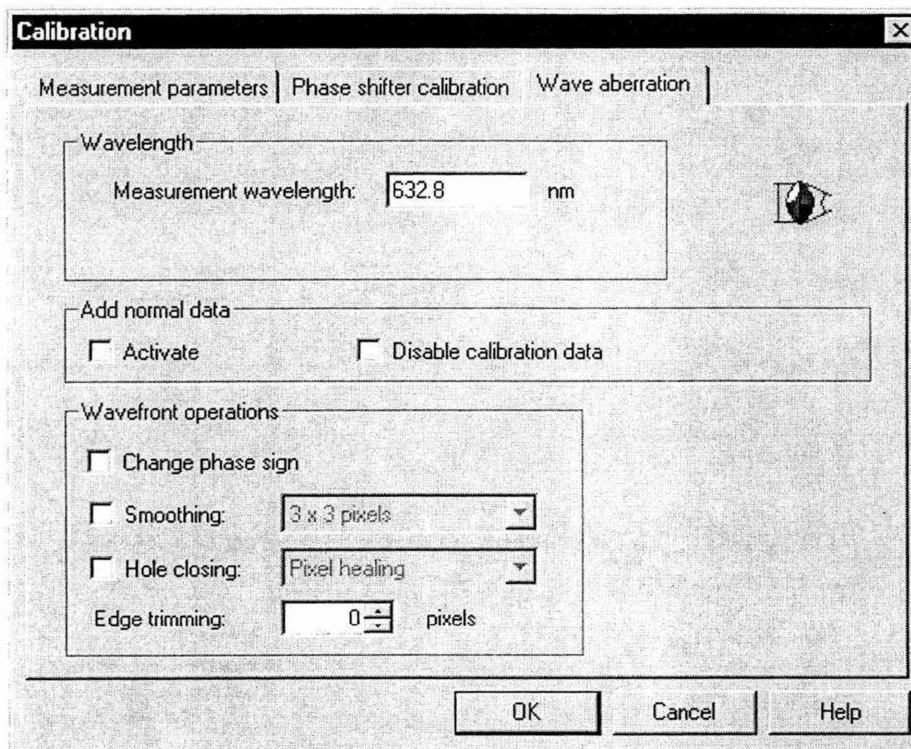



Рисунок 4

7.2.4 Нажмите кнопку  Live Video [Видео реального времени] на панели инструментов управления, чтобы открыть окно видео реального времени.

7.2.5 Установите меру шероховатости с параметром R_a из состава государственного вторичного эталона 2.1.ZZA.0034.2015 и поворотом юстировочных винтов предметного столика добейтесь появления в изображении на экране ПК интерференционных полос (не более 4 полос на экран). Наполовину закройте испытываемый образец, например, листом бумаги, а затем сфокусируйтесь на его крае с помощью вертикальной регулировки (см. рисунок 5)

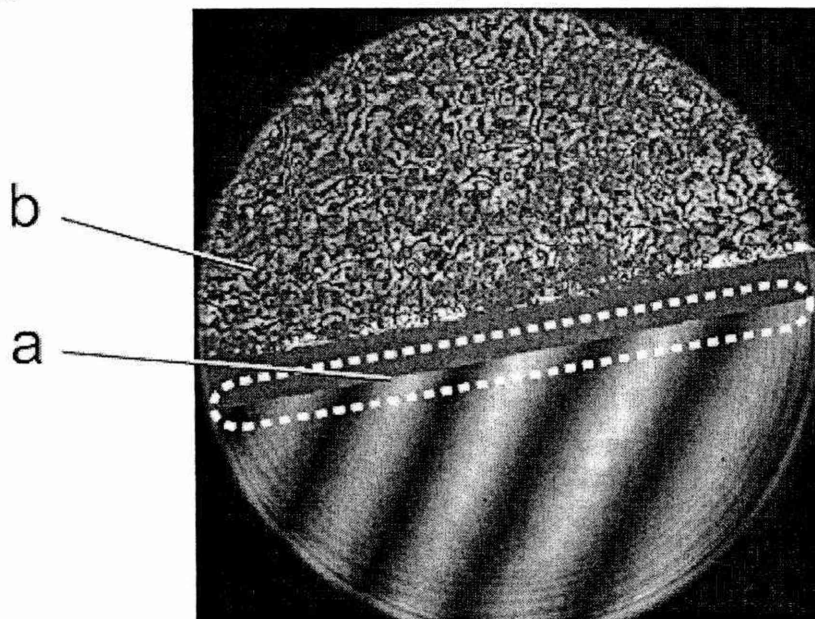


Рисунок 5: а – край; b – бумага

7.2.6 Регулируйте качающийся стол до получения минимального количества полос (см. рисунок 6). Нажмите кнопку **Start Calibration [Начать калибровку]** на панели инструментов управления, чтобы начать процесс калибровки.

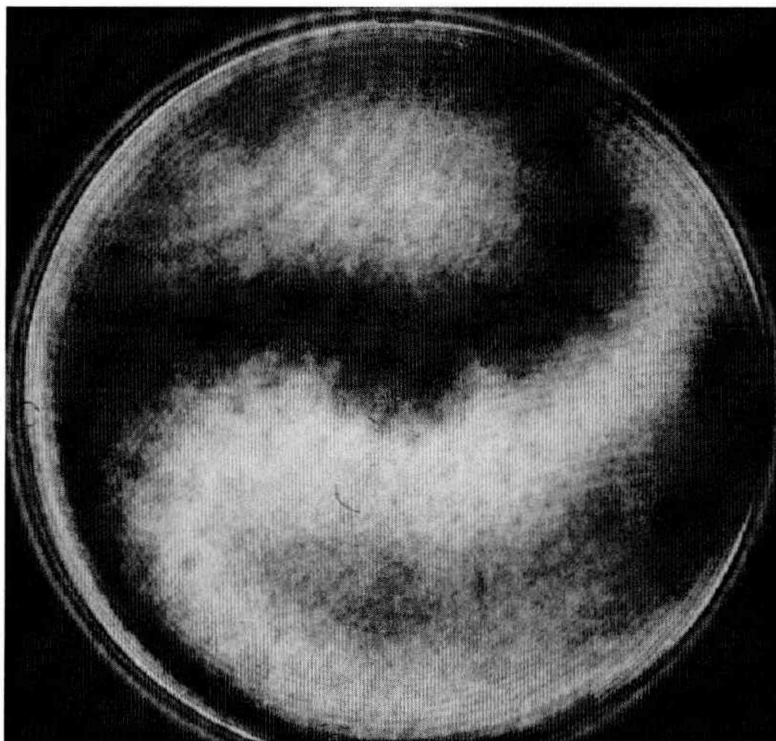


Рисунок 6

7.2.7 Интерферометры считаются прошедшими операцию поверки, если на экране отображается четкое изображение образца, а после окончания калибровки программное обеспечение не выдает сообщение об ошибке.

7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

7.3.1 Проверяют соответствие идентификационных данных программного обеспечения сведениям, приведенным в описании типа на интерферометры.

7.3.2 Для просмотра идентификационных данных программного обеспечения интерферометров необходимо два раза кликнуть на значок μ Shape на панели рабочего стола компьютера. В открывшемся главном окне программы можно увидеть наименование программного обеспечения и номер версии.

7.3.3 Интерферометры признаются прошедшими операцию поверки, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	μ Shape
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.26 и выше

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Определение верхнего и нижнего пределов измерений топограммы относительных высот профиля поверхности

7.4.1.1 Установите объектив, обеспечивающий поле зрения не более 40 мм

7.4.1.2 В качестве эталонной поверхности используется клин, образованный в результате наклона меры шероховатости из состава государственного вторичного эталона единицы длины в области измерения параметров шероховатости (регистрационный номер 2.1.ZZA.00342015). Высота оптического клина $h_{ок}$ определяется числом наблюдаемых интерференционных полос по следующей формуле (1):

$$h_{ок} = \frac{N \cdot \lambda}{2} \quad (1)$$

где λ длина волны He-Ne лазера (632,8 нм),

N – число интерференционных полос в поле зрения (полосой считается перепад интенсивности от черного до черного или от белого до белого).

7.4.1.3 Поворотом юстировочных винтов предметного столика добейтесь появления в изображении интерференционных полос. Число полос должно быть не менее 64 для интерферометров с интерферометрическим датчиком $\mu\text{Phase 1000}$ и 32 – для интерферометров с интерферометрическим датчиком $\mu\text{Phase 500}$, что соответствует высоте оптического клина 20,2 и 10,1 мкм соответственно.

7.4.1.4 Проведите измерения профиля поверхности и по максимальному отклонению (PV) определите верхний предел измерений. Проведите измерение 10 раз. Рассчитайте среднее значение верхнего предела измерений по формуле (2):

$$\overline{PV}_{\text{верх}} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^N P_{\text{верх } i}, \quad (2)$$

7.4.1.5 Поворотом юстировочных винтов предметного столика добейтесь появления в изображении минимального числа интерференционных полос.

7.4.1.6 Проведите измерения профиля поверхности и по максимальному отклонению (PV) определите нижний предел измерений. Проведите измерение 10 раз. Рассчитайте среднее значение нижнего предела измерений по формуле (3):

$$\overline{PV}_{\text{ниж}} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^N P_{\text{ниж } i}, \quad (3)$$

7.4.1.7 Сохраните полученные данные на жесткий диск.

7.4.1.8 Интерферометры считаются прошедшими операцию поверки, если полученные пределы попадают в заявленные пределы

0,032-20 мкм для интерференционного датчика $\mu\text{Phase 1000}$

0,032-10 мкм для интерференционного датчика $\mu\text{Phase 500}$

7.4.2 Определение абсолютной погрешности измерений топограммы относительных высот профиля поверхности

7.4.2.1 Установите меру шероховатости из состава государственного вторичного эталона единицы длины в области измерения параметров шероховатости (регистрационный номер 2.1.ZZA.00342015) на предметный столик интерферометра.

7.4.2.2 Произведите настройку прибора перед осуществлением измерения согласно п.7.2.1 – 7.2.4.

7.4.2.3 Произведите настройку интерференционного изображения.

7.4.2.4 Произведите измерения. При этом, во избежание влияния краевых частей пластины и областей, в которых распределение фазы восстановилось неправильно, необходимо использовать маски, чтобы удалить эти области из результата измерения.

7.4.2.5 Запишите в протокол значение предельного отклонения от плоскости PV_i , отображаемого в окне результатов.

7.4.2.6 Сохраните полученные результаты на жесткий диск.

7.4.2.7 Повторите операции по п.п. 7.4.2.3 – 7.4.2.6 еще 9 раз.

7.4.2.8 Обработка результатов измерений осуществляется по ГОСТ 8.736-2011. Определите среднее арифметическое $PV_{\text{изм}}$ измеренных значений предельного отклонения от плоскостности по формуле 4:

$$PV_{\text{изм}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N PV_i, \quad (4)$$

где N – количество измерений ($N = 10$).

7.4.2.9 Вычислите оценку среднего квадратического отклонения результата измерения по формуле 5:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (PV_i - PV_{изм})^2}{N(N-1)}}. \quad (5)$$

7.4.2.10 Найдите доверительные границы ε случайной погрешности при 10 измерениях с доверительной вероятностью $P = 95\%$ по формуле 6:

$$\varepsilon = t \cdot S = 2.262 \cdot S, \quad (6)$$

где $t = 2.262$ – коэффициент Стьюдента.

7.4.2.11 В качестве границы не исключенной систематической погрешности измерений θ принимается разность между измеренным значением $PV_{изм}$ и значением меры шероховатости $PV_{эм}$, взятое из паспорта:

$$\theta = |PV_{изм} - PV_{эм}| \quad (7)$$

7.4.2.12 Вычислить оценку суммарного СКО по формуле 8:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S^2 + \frac{\theta^2}{3}} \quad (8)$$

7.4.2.13 Вычислить абсолютную погрешность измерений топограммы относительных высот профиля поверхности по формуле 9:

$$\Delta = \frac{\varepsilon + \theta}{S + \frac{\theta}{\sqrt{3}}} \cdot S_{\Sigma} \quad (9)$$

7.4.2.14 Интерферометры считаются прошедшими операцию поверки, если абсолютная погрешность измерений топограммы относительных высот профиля поверхности не превышает $\pm 0,032$ мкм.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Интерферометры, прошедшие операцию поверки с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием полученных по п.п. 7.4.1 - 7.4.2 фактических значений метрологических характеристик интерферометров, указываемых в протоколе поверки (форма протокола приведена в приложении А), и (или) наносят оттиск поверительного клейма согласно Приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», и интерферометры допускают к эксплуатации.

8.2 Интерферометры, прошедшие операцию поверки с отрицательным результатом, признаются непригодными, не допускаются к применению и на них выдается свидетельство о непригодности с указанием причин. Свидетельство о предыдущей поверке и (или) оттиск поверительного клейма аннулируют и выписывают «Извещение о непригодности» с указанием причин в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015г.

Начальник лаборатории ФГУП «ВНИИОФИ»



Г.Н. Вишняков

Старший научный сотрудник ФГУП «ВНИИОФИ»



В.Л. Минаев

Приложение А
к методике поверки

**«Государственная система обеспечения единства измерений.
Интерферометры μ Phase моделей PLANO DOWN, PLANO/SPHERO UP,
ST+R, VERTICAL, UNIVERSAL»**

ПРОТОКОЛ
первичной / периодической поверки
от « _____ » _____ 201__ года

Средство измерений: Интерферометры μ Phase моделей PLANO DOWN, _____
(Наименование СИ, тип (если в состав СИ входит несколько автономных блоков)
PLANO/SPHERO UP, ST+R, VERTICAL, UNIVERSAL.
_____, то приводят их перечень (наименования) и типы с разделением знаком «косая дробь» /)

Зав. № _____ №/№ _____
Заводские номера блоков

Принадлежащее _____
Наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки «ГСИ. Интерферометры μ Phase моделей
PLANO DOWN, PLANO/SPHERO UP, ST+R, VERTICAL, UNIVERSAL Методика поверки МП
065.М44-15 », утвержденной ФГУП «ВНИИОФИ» « 30 » ноября 2015 года.
Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

С применением эталонов _____
(наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность)

При следующих значениях влияющих факторов:
(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность воздуха, %, не более
- атмосферное давление, кПа

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Характеристика	Результат	Требования методики поверки

Рекомендации _____
Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Исполнители: _____
_____ подписи, ФИО, должность