

ФГБУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
ФГБУ «ВНИИМС»

СОГЛАСОВАНО
Зам. директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»
А.Е. Коломин
"07" апреля 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Системы лазерные координатно-измерительные
Leica Absolute Tracker AT500**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 203-07-2023

г. Москва, 2023

1. Общие положения

1.1. Методика поверки распространяется на системы лазерные координатно-измерительные Leica Absolute Tracker AT500 (далее – системы).

1.2. Системы не относятся к многоканальным измерительным системам, многопредельным и многодиапазонным средствам измерений, не состоят из нескольких автономных блоков и не предназначены для измерений (воспроизведения) нескольких величин. Поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрена.

1.3. Системы до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.4. Первичной поверке подвергается каждый экземпляр систем.

1.5. Периодической поверке подвергается каждый экземпляр систем, находящегося в эксплуатации, через межповерочные интервалы, а также системы, повторно вводимые в эксплуатацию после их длительного хранения (более одного межповерочного интервала).

1.6. Поверка системы в сокращенном объеме не предусмотрена.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические требования к средствам измерений

Характеристика	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений на сферический отражатель*, мкм	$\pm(10+5 \cdot L)$, где L – расстояние от системы до отражателя, м
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений с использованием дополнительного устройства (контактный щуп Leica B-Probe Plus)*, мкм	± 100

1.7. Обеспечение прослеживаемости поверяемых систем методом прямых измерений к государственному первичному специальному эталону осуществляется посредством Государственной поверочной схемы для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 472 от 06 апреля 2021 г.

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки средств измерений

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование	да	да	8
Идентификация программного обеспечения	да	да	9

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	10
Определение абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений на сферический отражатель	да	да	10.1
Определение абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений с использованием дополнительного устройства (контактный щуп Leica B-Probe Plus)	да	да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 18 до 22
- относительная влажность воздуха, не более, % 95

3.2. Системы и средства поверки должны быть установлены на специальных основаниях (фундаментах), не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на системы и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2 Поверители обязаны иметь профессиональную подготовку и опыт работы с системами, а также обязаны знать требования настоящей методики.

4.3 Для проведения поверки системы достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 18 до 22 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С; Средство измерений относительной влажности в диапазоне от 10 до 95 % с абсолютной погрешностью не более 3 %	Прибор комбинированный Testo 608-H1, рег. № 53505-13
п. 10. Определение метрологических характеристик средства измерений	Мера координат от 1 до 2,5 м - рабочий эталон 3-го разряда, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 апреля 2021 г. № 472. Рулетка измерительная не менее 20 м, ценой деления 1 мм - средство измерений, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840.	Меры для поверки систем лазерных координатно-измерительных Leica Absolute Tracker AT401, Leica Absolute Tracker AT402, Leica Absolute Tracker AT901 (2,5 м), рег. № 58461-14; Рулетка измерительная металлическая серии RADIUS 20м, рег. № 68600-17
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

Все используемые средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы.

Работа со средствами измерений должна производиться в соответствии с их эксплуатационной документацией.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки системы, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на системы и поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки.

7. Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие внешнего вида системы эксплуатационной документации, комплектность, маркировку.

Проверяют отсутствие механических повреждений системы, влияющих на ее работоспособность и ухудшающих ее внешний вид, а также целостность кабелей передачи данных и электрического питания.

Система считается поверенной в части внешнего осмотра, если установлено полное соответствие конструктивного исполнения, комплектности, маркировки, а также отсутствуют механические повреждения системы, кабелей передачи данных и электрического питания.

8. Подготовка к поверке и опробование

8.1. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений). Перед проведением работ средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 4 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2. Перед опробованием системы должны быть проведены подготовительные работы согласно эксплуатационной документации, в том числе ее включение.

При опробовании проверяется работоспособность в соответствии с требованиями ее технической документации.

Система считается поверенной в части опробования, если установлено, что она функционирует в соответствии с технической документацией.

9. Идентификация программного обеспечения

9.1 Для идентификации программного обеспечения (далее - ПО) необходимо проверить идентификационное наименование ПО и его версию.

Системы считаются поверенными в части идентификации программного обеспечения, если их ПО соответствует данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО.

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	Tracker Pilot	Spatial Analyzer	PolyWorks	Inspire
Идентификационное наименование ПО				
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 3.0	не ниже 11.11.2014	не ниже 2014.IR14	не ниже 1.0.7.0
Цифровой идентификатор	-			

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1. Определение абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений на сферический отражатель

Абсолютная погрешность определения пространственных координат во всем рабочем объеме определяется с помощью меры для поверки систем лазерных координатно – измерительных Leica Absolute Tracker AT401, Leica Absolute Tracker AT402, Leica Absolute Tracker AT901 длиной 2,5 м. Также при поверке систем допускается использование меры длиной не менее 1 м.

Меру необходимо располагать в четырех положениях, максимально отличных друг от друга. Вертикально, горизонтально и в двух диагоналях в вертикальной плоскости, перпендикулярной лучу.

Расстояние между системой и установленной мерой необходимо контролировать при помощи рулетки.

10.1.1. Вертикальное положение меры

Меру закрепить вертикально на стойке/штативе (рисунок 1). На расстоянии $D = 3,5$ м от меры установить проверяемую систему таким образом, чтобы середина меры и лазерный луч системы лежали на одной горизонтальной прямой. Произвести по три измерения длины меры при азимутальных углах системы 0° , 90° , 180° и 270° .

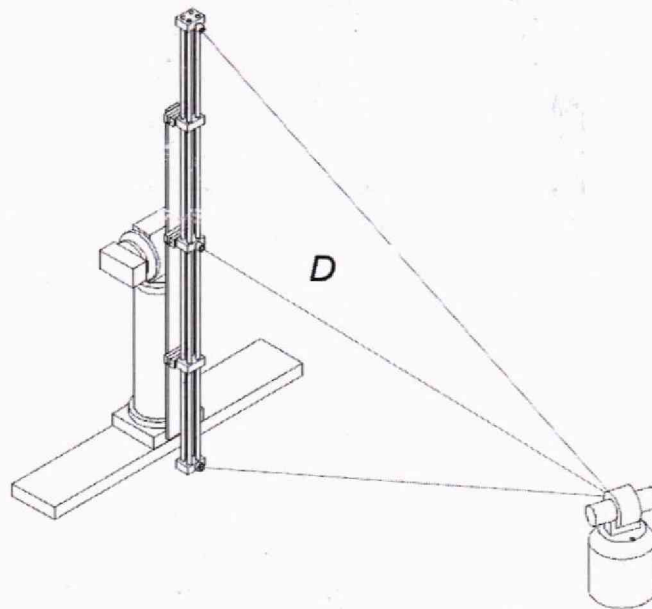


Рисунок 1 - Схема взаимных расположений меры относительно системы
(при вертикальном положении меры)

Затем установить систему на расстоянии $D=6$ м. Измерить длину меры при азимутальных углах системы 0° , 90° , 180° и 270° по три раза.

10.1.2. Горизонтальное положение меры

Закрепить меру горизонтально на стойке (рисунок 2). На расстоянии $D = 1,7$ м от меры установить проверяемую систему таким образом, чтобы середина меры и лазерный луч системы лежали на одной горизонтальной прямой. Произвести по три измерения длины меры при азимутальных углах системы 0° , 90° , 180° и 270° .

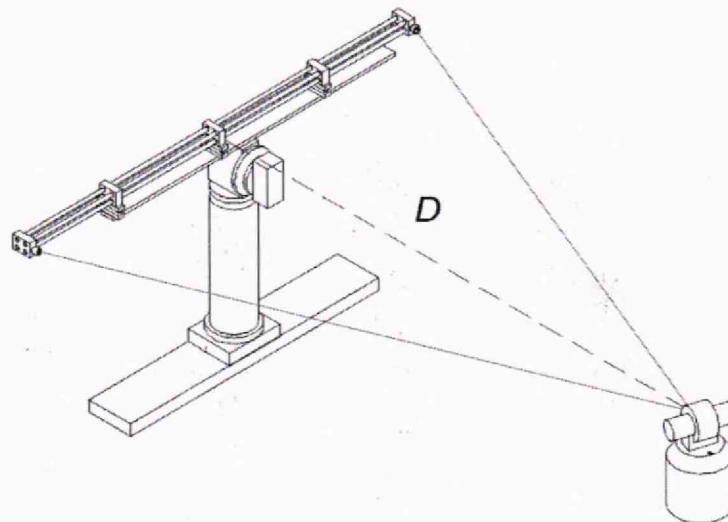


Рисунок 2 - Схема взаимных расположений меры относительно системы
(при горизонтальном положении меры)

Затем установить систему на расстоянии $D=3,5$ м. Измерить длину меры при азимутальных углах системы 0° , 90° , 180° и 270° по три раза. То же самое повторить на расстоянии $D=6$ м.

10.1.3. Положение меры под углом $+45^\circ$

Закрепить меру под наклоном 45° вправо на стойке (рисунок 3).

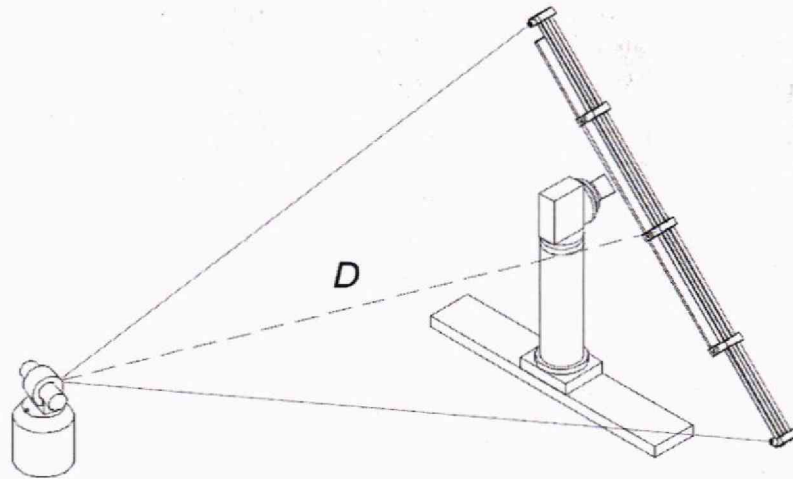


Рисунок 3 - Схема взаимных расположений меры относительно системы
(при положении меры под углом 45° с наклоном вправо)

На расстоянии $D=3,5$ м от меры установить проверяемую систему таким образом, чтобы середина меры и лазерный луч системы лежали на одной горизонтальной прямой. Произвести по три измерения длины меры при азимутальных углах системы 0° , 90° , 180° и 270° .

Затем установить систему на расстоянии $D=6$ м. Измерить длину меры при азимутальных углах системы 0° , 90° , 180° и 270° по три раза.

10.1.4. Положение меры под углом -45°

Меру закрепить под наклоном 45° влево на стойке (рисунок 4).

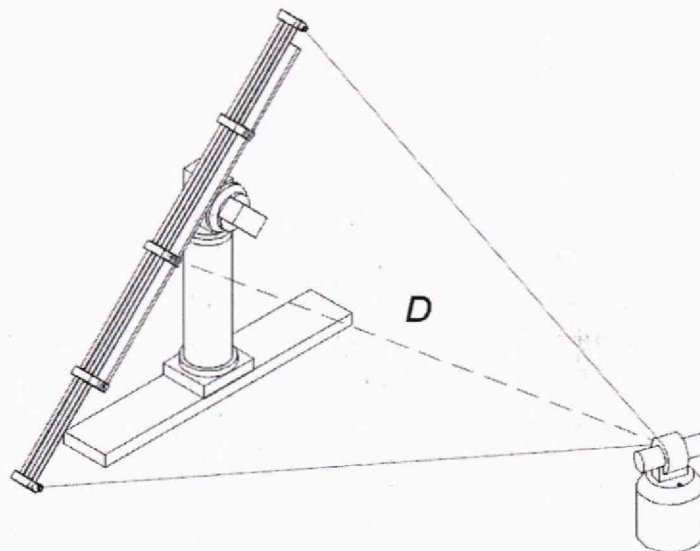


Рисунок 4 - Схема взаимных расположений меры относительно системы
(при положении меры под углом 45° с наклоном влево)

На расстоянии $D=3,5$ м от меры установить проверяемую систему таким образом, чтобы середина меры и лазерный луч системы лежали на одной горизонтальной прямой. Произвести по три измерения длины меры при азимутальных углах системы 0° , 90° , 180° и 270° .

Затем установить систему на расстоянии $D=6$ м. Измерить длину меры при азимутальных углах системы 0° , 90° , 180° и 270° по три раза.

Абсолютную погрешность определения пространственных координат рассчитать по формуле:

$$\Delta = \frac{L_{\text{изм}} - L_{\text{д}}}{\sqrt{2}},$$

где $L_{\text{изм}}$ - измеренное значение меры, $L_{\text{д}}$ - действительное значение меры.

Система считается поверенной в части определения пределов допускаемой абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при измерении на сферический отражатель, если полученное значение Δ не превышает $\pm(10+5 \cdot L)$, где L – расстояние от системы до отражателя, м.

Если при поверке используется мера длиной менее 2,5 м и другого конструктивного исполнения, допускается измерять ее длину по следующей схеме (таблица 5):

Таблица 5 – Способ измерений длины меры

Положение	Азимутальный угол	Расстояние от системы до меры
Горизонтальное	0°, 90°, 180° и 270°	Минимально возможное расстояние между мерой и системой; 3 и 6 метров
Вертикальное	0°, 90°, 180° и 270°	3 и 6 м
Под углом +45°	0°, 90°, 180° и 270°	3 и 6 м
Под углом -45°	0°, 90°, 180° и 270°	3 и 6 м

10.2. Определение абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений с использованием дополнительного устройства (при наличии)

Определение абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений с использованием дополнительного устройства (контактный щуп Leica B-Probe Plus) производится с помощью меры для поверки систем лазерных координатно – измерительных Leica Absolute Tracker AT401, Leica Absolute Tracker AT402, Leica Absolute Tracker AT901 длиной 2,5 м. Дополнительные устройства используются с щупом Ceramic Sphere 1.5".

10.2.1. Определение абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений с использованием контактного щупа Leica B-Probe Plus

При измерении длины меры с помощью контактного щупа Leica B-Probe Plus меру поочередно устанавливают относительно системы на расстояниях 2,5 м, 6 м и 9,8 м.

Расстояние между системой и установленной мерой необходимо контролировать при помощи рулетки.

Закрепить меру горизонтально на стойке (рисунок 2). На расстоянии $D = 2,5$ м от меры установить проверяемую систему таким образом, чтобы середина меры и лазерный луч системы лежали на одной горизонтальной прямой. Измерить длину меры не менее трех раз.

Затем установить систему на расстоянии $D=6$ м. Измерить длину меры не менее трех раз.

Затем установить систему на расстоянии $D=9,8$ м. Измерить длину меры не менее трех раз.

Абсолютную погрешность определения пространственных координат рассчитать по формуле:

$$\Delta = \frac{L_{\text{изм}} - L_{\text{д}}}{\sqrt{2}},$$

где $L_{\text{изм}}$ - измеренное значение меры, $L_{\text{д}}$ - действительное значение меры.

Система считается поверенной в части определения пределов допускаемой абсолютной погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений с использованием дополнительного устройства, если полученное значение Δ не превышает ± 100 мкм.

Если при поверке используется мера длиной менее 2,5 м и другого конструктивного исполнения, допускается измерять ее длину по следующей схеме (таблица 6):

Таблица 6 – Способ измерений длины меры

Положение	Расстояние от системы до меры
Горизонтальное	Минимально возможное расстояние между мерой и системой; 3 и 6 м

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Система считается прошедшей поверку, если по пунктам 7-9 соответствует перечисленным требованиям, а полученные результаты измерений по пункту 10 не превышают допустимых значений.

В случае подтверждения соответствия устройства метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и СИ признают пригодным к применению.

В случае, если соответствие системы метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и СИ признают непригодным к применению.

12. Оформление результатов поверки


Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ по ОЕИ).

При положительных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений на бумажном носителе. Знак поверки в виде оттиска клейма и (или) наклейки наносится на свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в ФИФ по ОЕИ, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин, в соответствии с действующим законодательством.

Зам. начальника отдела 203
Испытательного центра
ФГБУ «ВНИИМС»

Инженер 1 кат. отдела 203
Испытательного центра
ФГБУ «ВНИИМС»



М.Л. Бабаджанова



К.И. Маликов