

СОГЛАСОВАНО
Руководитель центра испытаний СИ
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

«23» мая 2025 г.

МП АПМ 17-25

«ГСИ. Приборы оптические координатно-измерительные
бесконтактные Navi. Методика поверки»

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки приборов оптических координатно-измерительных бесконтактных Navi (далее – приборы), производства ООО «ИИС», Московская область, г. Балашиха, используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.1 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в Приложении А.

1.2 Приборы до ввода в эксплуатацию подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта - периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр прибора.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр прибора, находящегося в эксплуатации, через межповерочные интервалы.

1.5 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ2-2021 – ГПЭ единицы длины – метра в соответствии с Государственной поверочной схемой 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 № 2840.

1.6 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средств измерений

Для поверки приборов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	10
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов	Да	Да	10.1
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С

от +18 до +22.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с руководством по эксплуатации и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки прибора достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
10.1-10.2	Рабочий эталон 2-го разряда по 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 длины концевые плоскопараллельные	Меры длины концевые плоскопараллельные, набор № 1, (рег. № 1712-76)
	Рабочий эталон 2-го разряда по 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 – измерители линейных перемещений лазерные	Системы лазерные измерительные XL-80, (рег. № 35362-13)
Вспомогательные средства поверки		
10.1-10.2	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +18 до +22 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (рег. № 46434-11)
	Средство измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности из твердокаменных пород 0-го класса	Плита поверочная и разметочная из твердокаменных пород 0-го класса размера (1600x1000) мм, (рег. № 2907-81).
	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в	Сфера калибровочная Ø 44,9100 мм, 3.7.АНЕ.0004.2024

	том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 апреля 2021 г. №472 – сфера	
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие приборов следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики средства измерений;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации.

Если перечисленные требования не выполняются, прибор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- поверяемое средство измерений и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 При опробовании должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если перечисленные требования не выполняются, прибор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) «Coord measuring» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Coord measuring»;
- версия программного обеспечения отобразится на экране.

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) «MetriiScan» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «MetriiScan»;
- версия программного обеспечения отобразится на экране.

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) «Polyworks inspector» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Polyworks inspector»;

- в главном меню нажать кнопку «Справка»;
- выбрать раздел «О Polyworks inspector».

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) «Geomagic Control X» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Geomagic Control X»;
- версия программного обеспечения отобразится на экране.

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) «PolyWorks Metrology Suite» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «PolyWorks Metrology Suite»;
- версия программного обеспечения отобразится на экране.

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) «Gom inspect» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Gom inspect»;
- версия программного обеспечения отобразится на экране.

Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, приведённым в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение					
	Coord measuring*	MetriiScan	Polyworks inspector*	Geomagic Control X*	PolyWorks Metrology Suite*	Gom inspect
Идентификационное наименование ПО						
Номер версии (идентификационный номер ПО)	6.X	6.X	20XX	20XX.X.X	20XX	2.X.X
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-	-	-	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-	-	-	-	-	-
* - по заказу						

Если перечисленные требования не выполняются, прибор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производятся.

10 Определение метрологических характеристик

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов

Для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов используют линейную направляющую, позволяющую реализовать прямолинейное перемещение сканируемого объекта в диапазоне измерений приборов, меры длины концевые (далее – меры) или блок мер.

10.1.1. В диапазоне от 40 до 2000 мм допускается проводить поверку мерами.

Меру или блоки мер установить на штативе или плите поверочной и нанести светоотражающие метки согласно разделу «Режим лазерного сканирования» руководства по эксплуатации.

Включить прибор и дать ему прогреться 5-10 минут.

Провести калибровку прибора по входящей в комплект калибровочной пластине согласно эксплуатационной документации.

Установить следующие параметры сканирования:

- установить яркость сканера 25%;
- установить приоритет качества модели;

- установить разрешение сканирования 0,2 мм.

В соответствии с руководством по эксплуатации на прибор произвести набор измерительной информации. При наборе измерительной информации в части выбора оптимального расстояния до измеряемого объекта руководствоваться разделом «Оптимальный диапазон расстояний» руководства по эксплуатации.

Вышеописанные операции повторить не менее 5 раз (приёмов) для каждой из мер, номинальные длины которых соответствуют началу, середине и концу диапазона измерений прибора.

10.1.2. В диапазоне измерений св. 2000 мм для проведения поверки используют систему лазерную измерительную. Измерения проводить в следующей последовательности:

Установить систему лазерную измерительную вдоль оси компаратора. Установить необходимые для работы компоненты системы и привести её в рабочее состояние согласно руководству по эксплуатации.

Установить на каретку ретро-рефлектор (отражатель) из комплекта системы лазерной измерительной.

Установить на каретку марку-сферу диаметром не менее 40 мм.

Нанести светоотражающие метки на линейную направляющую вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на прибор.

Включить прибор и дать ему прогреться 5-10 минут.

Провести калибровку прибора по входящей в комплект калибровочной пластине согласно эксплуатационной документации.

Установить следующие параметры сканирования:

- Установить яркость сканера 25%;
- Установить приоритет качества модели;
- Установить разрешение сканирования 0,2 мм.

Установить каретку в нулевое положение.

Обнулить показания системы лазерной измерительной и занести в протокол.

Переместить каретку на расстояние, соответствующее началу диапазона измерений, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Показания системы лазерной измерительной занести в протокол поверки.

Переместить каретку на расстояние, близкое к середине диапазона измерений, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Показания системы лазерной измерительной занести в протокол поверки.

Переместить каретку на расстояние, близкое к концу диапазона измерений, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Показания системы лазерной измерительной занести в протокол поверки.

Сохранить данные, полученные при фотографировании.

Повторить вышеописанные операции по сканированию объекта не менее 5 раз (приёмов).

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS

Для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS используют линейную направляющую, позволяющую реализовать прямолинейное перемещение сканируемого объекта в диапазоне измерений приборов, меры длины концевые или блок мер.

10.2.1. В диапазоне от 40 до 2000 мм допускается проводить поверку мерами. Измерения проводить в следующей последовательности:

Меру или блок мер установить на штативе или плите поверочной и нанести светоотражающие метки согласно разделу «Режим лазерного сканирования» руководства по эксплуатации.

Нанести кодированные метки на плиту поверочную согласно эксплуатационной документации на прибор.

Выполнить фотографирование кодированных меток.
 Сохранить данные, полученные при фотографировании.
 Обработать данные, полученные при фотографировании.
 Провести построение базовой модели позиционирования.

Обработать полученную информацию с помощью программного обеспечения для использования в качестве основной системы позиционирования.

В соответствии с руководством по эксплуатации на прибор произвести набор измерительной информации. При наборе измерительной информации в части выбора оптимального расстояния до измеряемого объекта руководствоваться разделом «Оптимальный диапазон расстояний» руководства по эксплуатации.

Вышеописанные операции повторить не менее 5 раз (приёмов) для каждой из мер, номинальные длины которых соответствуют началу, середине и концу диапазона измерений прибора.

10.2.2. В диапазоне измерений св. 2000 мм для проведения поверки используют систему лазерную измерительную. Измерения проводить в следующей последовательности:

Установить на каретку ретро-рефлектор (отражатель) из комплекта системы лазерной измерительной.

Установить на каретку марку-сферу диаметром не менее 40 мм.

Установить каретку в нулевое положение.

Нанести светоотражающие метки на линейную направляющую вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на прибор.

Нанести кодированные метки на линейную направляющую вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на прибор.

Выполнить фотографирование светоотражающих меток, нанесённых вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации.

Сохранить данные, полученные при сканировании.

Обработать данные, полученные при сканировании.

Провести построение базовой модели позиционирования.

Обработать полученную информацию с помощью программного обеспечения для использования в качестве основной системы позиционирования.

Включить прибор и дать ему прогреться 5-10 минут.

Провести калибровку прибора по входящей в комплект калибровочной пластине согласно эксплуатационной документации.

Установить следующие параметры сканирования:

- Установить яркость сканера 25%;
- Установить приоритет качества модели;
- Установить разрешение сканирования 0,2 мм.

Установить каретку в нулевое положение.

Обнулить показания системы лазерной измерительной и занести в протокол.

Переместить каретку на расстояние, соответствующее началу диапазона измерений, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Показания системы лазерной измерительной занести в протокол поверки.

Переместить каретку на расстояние, близкое к середине диапазона измерений, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Показания системы лазерной измерительной занести в протокол поверки.

Переместить каретку на расстояние, близкое к концу диапазона измерений, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Показания системы лазерной измерительной занести в протокол поверки.

Сохранить данные, полученные при фотографировании.

Повторить вышеописанные операции по сканированию объекта не менее 5 раз (приёмов).

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов при проведении поверки с помощью мер осуществляется в следующем порядке:

- обработать полученное облако точек с помощью программного обеспечения и измерить расстояние между торцевыми поверхностями меры;
- вычислить абсолютную погрешность измерений как сумму систематической и случайной погрешностей по формуле:

$$\Delta S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n} - S_0 \right) \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(S_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n} \right)^2}{n-1}},$$

где ΔS - абсолютная погрешность измерений, мм;

S_0 - эталонное (действительное) значение, мм;

S_{ij} - измеренное значение j-ого измерения i-м приёмом, мм;

n - число приёмов измерений j-ого.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов не более значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

11.2 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов при проведении поверки с помощью системы лазерной измерительной осуществляется в следующем порядке:

- обработать данные, полученные при фотографировании;
- с помощью программного обеспечения локализовать точки облака, относящиеся к отсканированной марке-сфере;
- провести построение поверхности сферы и её геометрического центра в каждой точке сканирования;
- произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра марки-сферы и каждым последующим его положением S_{ij} ;
- произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра отражателя и каждым последующим его положением S_0 ;
- вычислить абсолютную погрешность по формуле.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов не более значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

12 Оформление результатов поверки

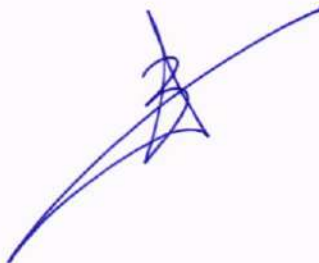
12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 11 настоящей методики поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке установленной формы. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер 1 категории
центра испытаний СИ
ООО «Автопрогресс-М»



В.Э. Макаров

Приложение А

(обязательное)

Метрологические и технические характеристики

Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение				
Модификация	RS-1N	RS-3N	RS-5N	RS-5N-1	RS-7N
Диапазон измерений геометрических размеров объектов, мм	от 40 до 2000		от 40 до 8000	от 40 до 2000	от 40 до 8000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов, мм: - в диапазоне от 40 мм до 2000 мм включ.;	$\pm(0,020+0,1 \cdot L \cdot 10^{-3})$	$\pm(0,020+0,08 \cdot L \cdot 10^{-3})$	$\pm(0,020+0,06 \cdot L \cdot 10^{-3})$		$\pm(0,020+0,025 \cdot L \cdot 10^{-3})$
- в диапазоне св. 2000 до 8000 мм	-	-	$\pm(0,020+0,06 \cdot L \cdot 10^{-3})$	-	$\pm(0,020+0,025 \cdot L \cdot 10^{-3})$
Диапазон измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS, мм	от 40 до 2000		от 40 до 8000		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS, мм	$\pm(0,020+0,025 \cdot L \cdot 10^{-3})$		$\pm(0,020+0,025 \cdot L \cdot 10^{-3})$		$\pm(0,020+0,015 \cdot L \cdot 10^{-3})$
Примечание L – длина объекта в мм.					

Таблица А.2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение						
Модификация	RS-7N-1	RS-9N	RS-9N-1	RS-11	RS-11-1	RS-11N	RS-11N-1
Диапазон измерений геометрических размеров объектов, мм	от 40 до 2000	от 40 до 8000	от 40 до 2000	от 40 до 8000	от 40 до 2000	от 40 до 8000	от 40 до 2000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов, мм: - в диапазоне от 40 мм до 2000 мм включ.;	$\pm(0,020+0,025 \cdot L \cdot 10^{-3})$	$\pm(0,020+0,02 \cdot L \cdot 10^{-3})$		$\pm(0,015+0,03 \cdot L \cdot 10^{-3})$			
- в диапазоне св. 2000 до 8000 мм	-	$\pm(0,020+0,02 \cdot L \cdot 10^{-3})$	-	$\pm(0,015+0,03 \cdot L \cdot 10^{-3})$	-	$\pm(0,015+0,03 \cdot L \cdot 10^{-3})$	-
Диапазон измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS, мм	от 40 до 8000						
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS, мм	$\pm(0,020+0,015 \cdot L \cdot 10^{-3})$			$\pm(0,015+0,015 \cdot L \cdot 10^{-3})$			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством встроенной фотограмметрии, мм	-			$\pm(0,015+0,020 \cdot L \cdot 10^{-3})$			
Примечание L – длина объекта в мм.							