

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



_____ А.С. Никитин

«17» марта 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Приборы оптические координатно-измерительные
бесконтактные Navi

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 62-21

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Приборы оптические координатно-измерительные бесконтактные Navi (далее – приборы), производства ООО «Интегрированные Интеллектуальные Системы», Московская область, г. Балашиха и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

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

ГЭТ2-2021 – ГПЭ единицы длины – метра.

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

Интервал между поверками – 1 год.

В случае применения приборов для работ, не требующих проведения измерений совместно с устройством FS, при проведении поверки по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка без устройства FS, с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик	10	-	-
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов	10.1	Да	Да
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS	10.2	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

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

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.

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

№ пункта документа по поверке	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	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
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 3-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 № 9, модель 240411 (рег. № 9291-91)
	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).

Допускается применять другие средства поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений. При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов и аттестованные эталоны величин. Используемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь сведения о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

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 хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции по поверке 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 проверить:

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Для получения идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) «FreeScan» следует запустить ПО, в главном меню нажать кнопку «». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Для получения идентификационных данных ПО «Reeeye DS» следует запустить ПО. Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Для получения идентификационных данных ПО «DigiMetric» следует запустить ПО, в главном меню нажать кнопку «Help(H)», затем выбрать пункт «About DigiMetric(A)». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Для получения идентификационных данных ПО «ZGscan 4» следует запустить ПО. Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Для получения идентификационных данных ПО «Gom inspect» следует запустить ПО. Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Для получения идентификационных данных ПО «Geomagic Control X» следует запустить ПО. Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Для получения идентификационных данных ПО «EINSENSE Q» следует запустить ПО. Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Для получения идентификационных данных ПО «Smart 3dScan_G» следует запустить ПО. Версия программного обеспечения отобразится на экране.

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

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение							
	FreeScan	Reeyee DS	DigiMetric	ZGscan 4	Gom inspect	Geomagic Control X	EINSENSE Q	Smart 3dScan G
Идентификационное наименование ПО	3.2.0	1.1.0.6	3.0	4.7.9.0	2.0.1	2017.0.3	2.2.3	V 2.2.2
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже								

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

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 свыше 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 свыше 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:

$$\Delta S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n} - S_0 \right) \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(S_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n} \right)^2}{n-1}}, \quad (11.1)$$

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 (11.1).

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, выдаётся извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Заместитель руководителя отдела
ООО «Автопрогресс-М»



И.К. Егорова

Приложение А

(обязательное)

Метрологические и технические характеристики

Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение									
	Rigel Scan Elite, Rigel Scan Elite Plus	RS3	RS5	RS5- 1	RS7	RS7- 1	RS9	RS9- 1	RS11	RS11- 1
Модификация										
Диапазон измерений геометрических размеров объектов, мм	от 40 до 2000		от 40 до 8000		от 40 до 8000		от 40 до 8000		от 40 до 8000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) измерений геометрических размеров объектов, мм: - в диапазоне от 40 мм до 2000 мм включительно - в диапазоне свыше 2000 до 8000 мм	$\pm(0,020+0,035 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$	$\pm(0,020+0,1 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$	$\pm(0,020+0,08 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$		$\pm(0,020+0,06 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$		$\pm(0,020+0,03 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$			
	-	-	$\pm(0,025+0,08 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$	-	$\pm(0,025+0,06 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$	-	$\pm(0,025+0,03 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$	-	$\pm(0,025+0,03 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$	-
Диапазон измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS, мм	от 40 до 2000		-		от 40 до 8000					от 40 до 2000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) измерений геометрических размеров объектов совместно с устройством FS, мм	$\pm(0,020+0,015 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$	-	$\pm(0,020+0,025 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$			$\pm(0,020+0,015 \cdot L \cdot 10^{-3})^*$				
*где L - длина объекта в мм										