

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«17» марта 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы лазерные координатно-измерительные
сканирующие AM.TECH GLS1000

Методика поверки

МП-342-2024

г. Чехов
2025 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки систем лазерных координатно-измерительных сканирующих AM.TECH GLS1000, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единиц величин методом непосредственного сличения от рабочих эталонов в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному специальному эталону: ГЭТ199-2024 - Государственный первичный специальный эталон единицы длины.

2. Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

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 средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение абсолютной погрешности измерений длин	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений приращений координат в условной системе координат по каждой из осей координат	Да	Да	10.2

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:
 - температура окружающей среды, °С от минус 20 до плюс 50.

Примечание – При проведении измерений условия окружающей среды средств поверки должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке. Для проведения поверки 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
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 20 °С до плюс 50 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С;	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений длин	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374 – Комплекс базисный эталонный в диапазоне измерений длин от 1,5 до 1000 м, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений длин Δ_L не более $\pm(0,6+1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ мм, где L – измеряемая длина в мм	Рабочий эталон единицы длины и приращения координат 1 разряда – комплекс базисный эталонный в диапазоне значений от 1,5 до 2904 м и единицы длины и приращения координат 3 разряда – полигон пространственный эталонный в диапазоне значений от 778 до 1074 м 3.7.АЖБ.0005.2025
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений приращений координат в условной системе координат по каждой из осей координат	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374 – Комплекс базисный эталонный в диапазоне значений приращений координат от 1,5 до 1000 м, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений приращений координат $\Delta_{пр}$ не более $\pm(0,2+0,50 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ мм, где L – измеряемая длина в мм	
	Вспомогательное оборудование: Мишень для сканирования размером не менее 150 мм	Марка 6" Trimble 6705-10-TRK
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При выполнении 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 средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений приведенному описанию и изображению;
- маркировки требованиям описания типа;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

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. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

Перед проведением работ средство измерений и эталоны должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 1 часа при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2. Опробование

При опробовании проверить:

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

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

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1. Проверка программного обеспечения EPiCloud Center Splicer.

Запустить программное обеспечение.

В главном окне ПО нажать кнопку «About». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

9.2. Проверка программного обеспечения Easy Point Access.

Запустить программное обеспечение.

В главном окне ПО нажать кнопку «About». Версия программного обеспечения отобразится на экране. Также версия ПО отображается при запуске.

9.3. Результат проверки считают положительным, если:

- наименование ПО соответствует указанному в описании типа
- номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

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

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1. Определение абсолютной погрешности измерений длин

10.1.1 Абсолютная погрешность измерений длин определяется с использованием базисных линий, входящих в состав комплекса базисного эталонного (далее – комплекс) в

соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений.

10.1.2 Необходимо провести многократно, не менее 5 раз, измерения не менее 3 длин, действительные значения которых равномерно расположены в заявляемом диапазоне измерений прибора.

10.1.3 Сканер установить на начальный пункт комплекса, в соответствии с руководством по эксплуатации привести его рабочее состояние, выполнить горизонтирование в двух плоскостях используя штатные установочные уровни, ввести текущие метеорологические параметры окружающей среды. Установить визирные марки для сканирования (далее – марки) на другие пункты комплекса, находящиеся на удалении от начального в соответствии с требованиями предыдущего пункта, выполнить горизонтирование марок в двух плоскостях, измерить высоту их установки от центра пункта до центра марки с помощью рулетки измерительной, и в соответствии с руководством по эксплуатации провести их сканирование. Марка представляет собой квадратный или круглый щит размером не менее 150×150 мм, поверхность щита окрашивается белой краской или разделена на черно-белые сектора. Располагать марку следует к сканеру таким образом, чтобы её плоскость была перпендикулярна направлению измерений. Пример марки приведён на рисунке 1;



Рисунок 1 – Визирная марка

10.1.4 Через интерфейс пользователя сканера выставить качество и разрешение сканирования не ниже уровня «высокое» и затем запустить процедуру сканирования. Дождаться окончания сканирования;

10.1.5 Сохранить данные, полученные при сканировании;

10.1.6 Повторить вышеописанные операции по сканированию мишени не менее 5 раз;

10.1.7 Скачать данные полученные при сканировании;

10.1.8 Обработать на персональном компьютере данные полученные при сканировании, в следующей последовательности:

- запустить программное обеспечение, далее нажать «Создать новый проект»;

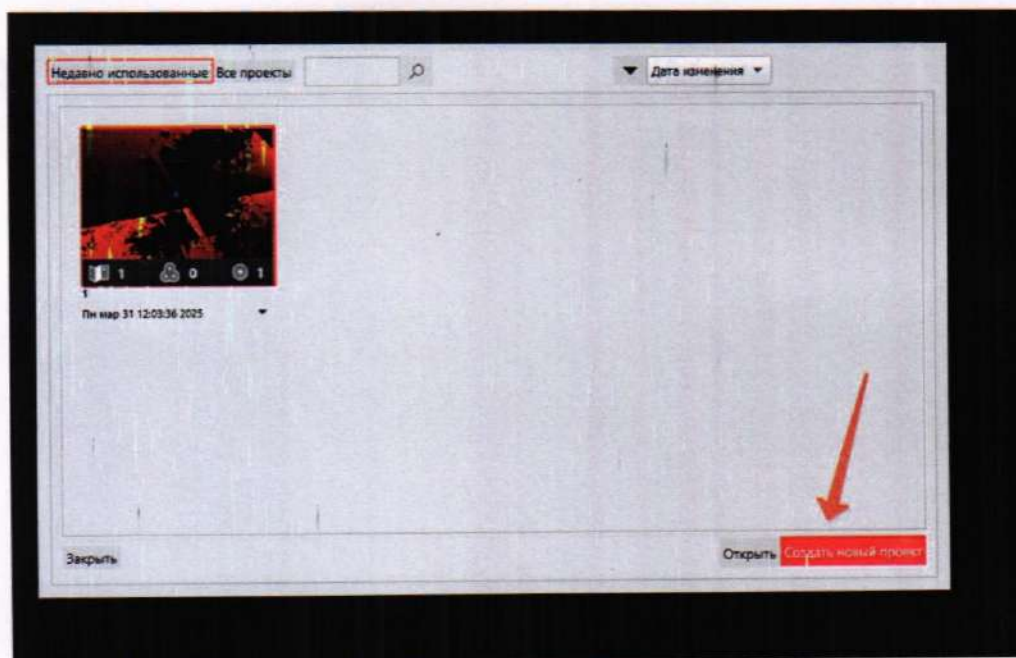


Рисунок 2 – Создание нового проекта

- ввести уникальное название создаваемого проекта в соответствующее текстовое поле. После ввода названия необходимо подтвердить действие, нажав кнопку «ОК»;

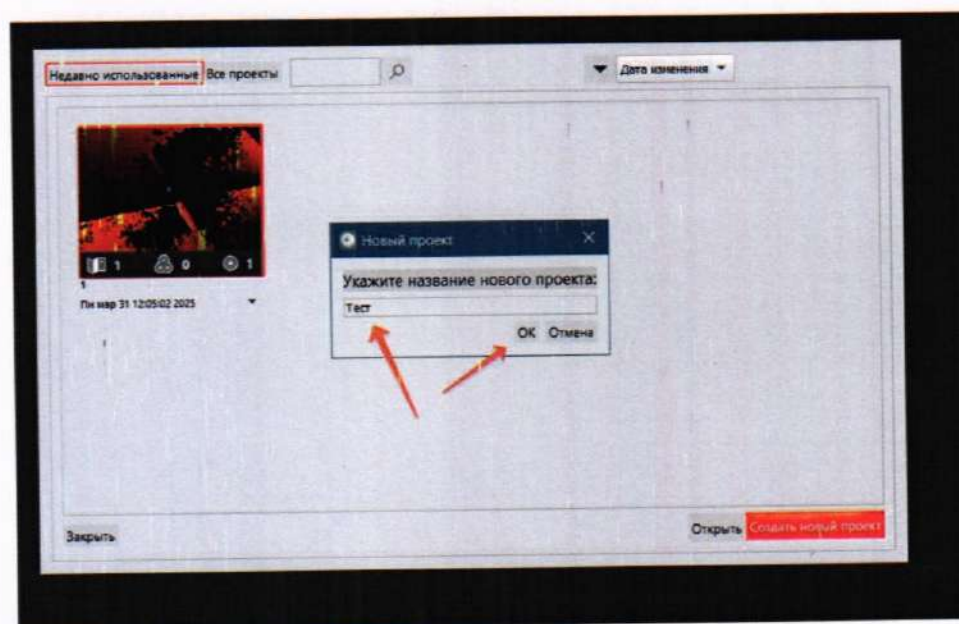


Рисунок 3 – Указание названия новому проекту

- перейти в каталог, содержащий файл с данными измерений, и перетащить его в рабочую область программного обеспечения. Альтернативным способом открытия является использование опции «**Выбрать файлы**», где можно вручную указать путь к нужному файлу. После выбора файла для загрузки необходимо подтвердить операцию нажатием кнопки «**Импорт**», что запустит процесс обработки и интеграции данных в рабочую среду программы;

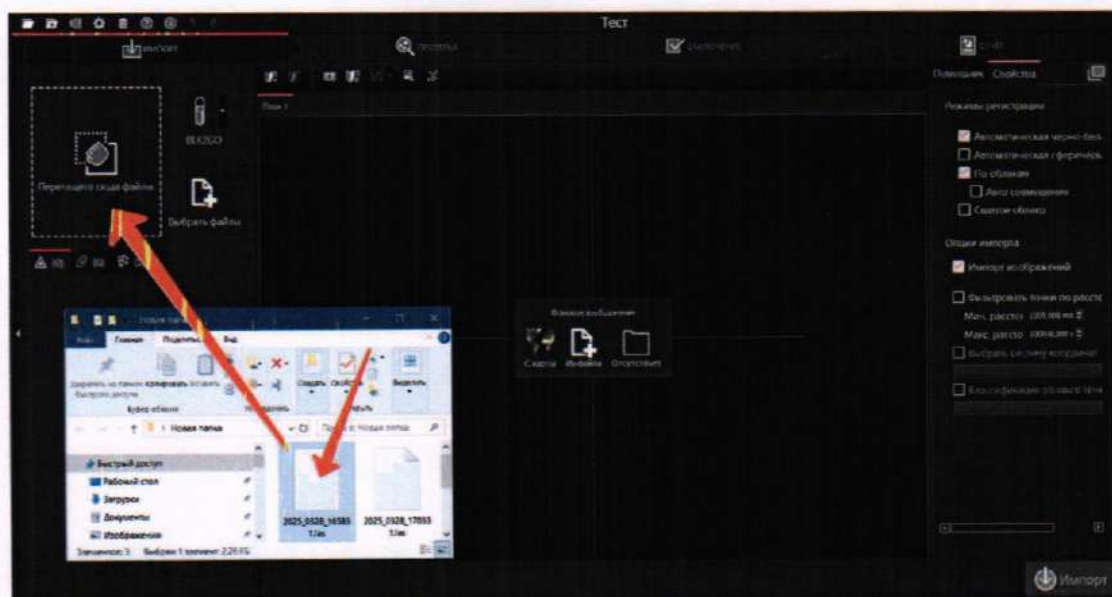


Рисунок 4 – Импорт данных с измерениями

- загрузка проекта может занять некоторое время в зависимости от объема данных, сложности модели и производительности системы;

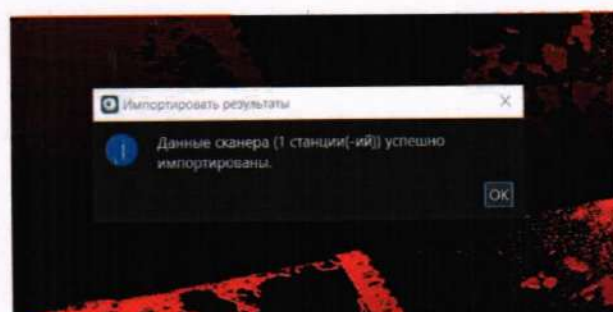
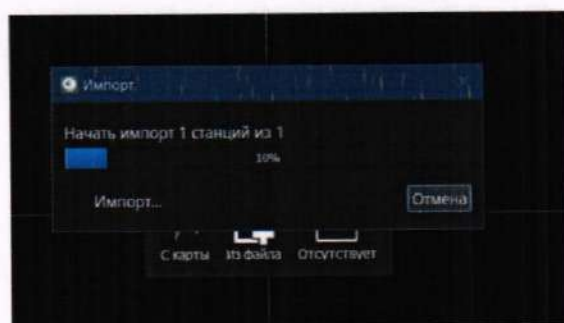


Рисунок 5 – Процесс импорта данных

- после открытия проекта и активации инструмента **«Карта оттенков/насыщенности»** на верхней панели интерфейса визуальное представление модели изменится, что позволит лучше ориентироваться в структуре объекта. Эта функция применяется для улучшения контрастности и восприятия геометрических деталей модели, облегчая анализ и обработку данных;

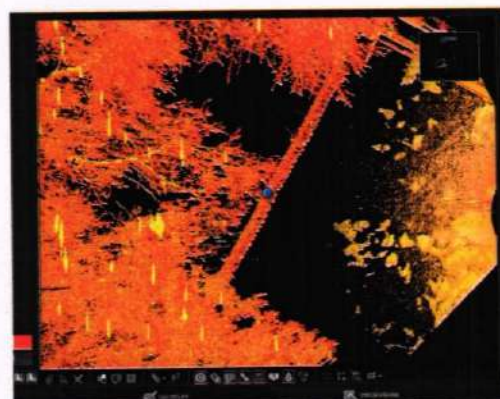


Рисунок 6 – Изменение контрастности

- после наведения курсора на квадрат **«План»** в нижней части экрана и появления всплывающего меню с опциями **«Сечения»** и **«Облака станций»** необходимо выбрать **«Облако станций»**. Эта функция позволяет работать с загруженными данными, структурируя точки, полученные при сканировании. Облако станций содержит информацию о позициях сканера и

точках, зарегистрированных в процессе сканирования. После выбора «Облака станций» в правой части экрана появится список доступных станций. Выбрать необходимую станцию;

- для навигации и просмотра модели в рабочем пространстве можно использовать два основных режима перемещения: «*Движение вокруг ортогональной проекции*» — позволяет перемещаться по сцене в фиксированных ортогональных плоскостях, что удобно при работе с точными измерениями и анализом геометрии, и «*Орбита*» — обеспечивает свободное вращение вокруг модели, что особенно полезно при работе с комплексными объектами;

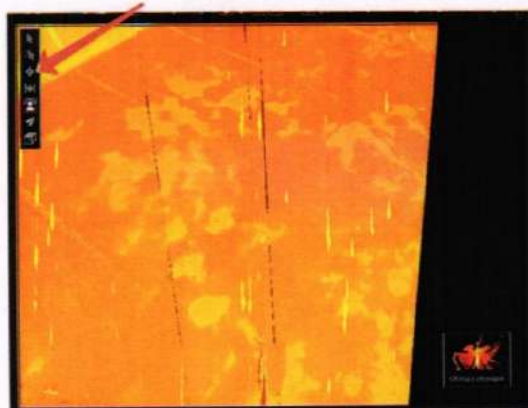


Рисунок 7 – Выбор режима навигации в рабочем пространстве

- используя навигацию в рабочем пространстве найти визирные марки и разместить их в зоне видимости рабочего пространства;

- в настройках для погрешности марок установить значение от 0,5 мм до 1 мм. Затем в верхней панели инструментов активировать функцию «*Редактирование марок*»;

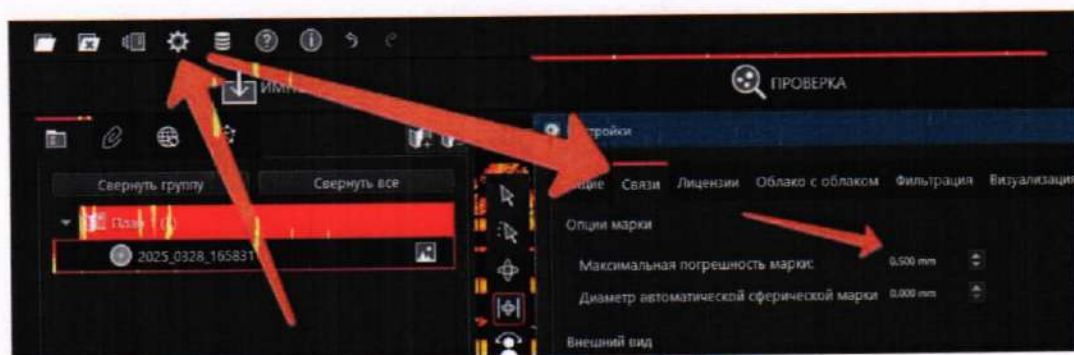


Рисунок 8 – Редактирование

- на нижней панели интерфейса располагаются инструменты, предназначенные для редактирования маркерных точек. Активируем параметр «*Новая черно-белая целевая точка*», предназначенный для точного позиционирования и идентификации и выбираем необходимые визирные марки;



Рисунок 9 – Выбор типа марок

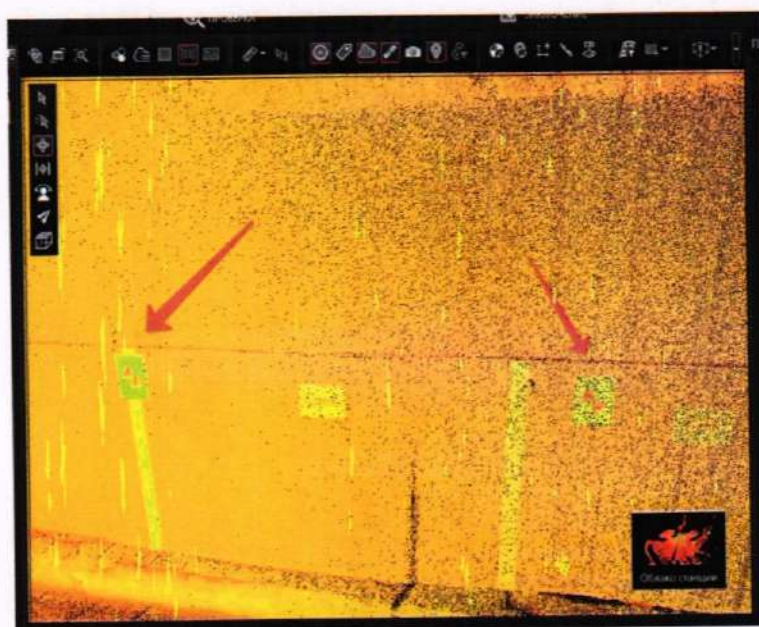


Рисунок 10 – Выбор визирных марок

- в нижней панели интерфейса располагаются инструменты, предназначенные для редактирования маркерных точек. Активируем параметр **«Новая черно-белая целевая точка»**, предназначенный для точного позиционирования и идентификации. Новая черно-белая цель работает на углах листа, если поставить отметку вблизи угла. Следовательно, рекомендуется ставить как можно ближе к центру;

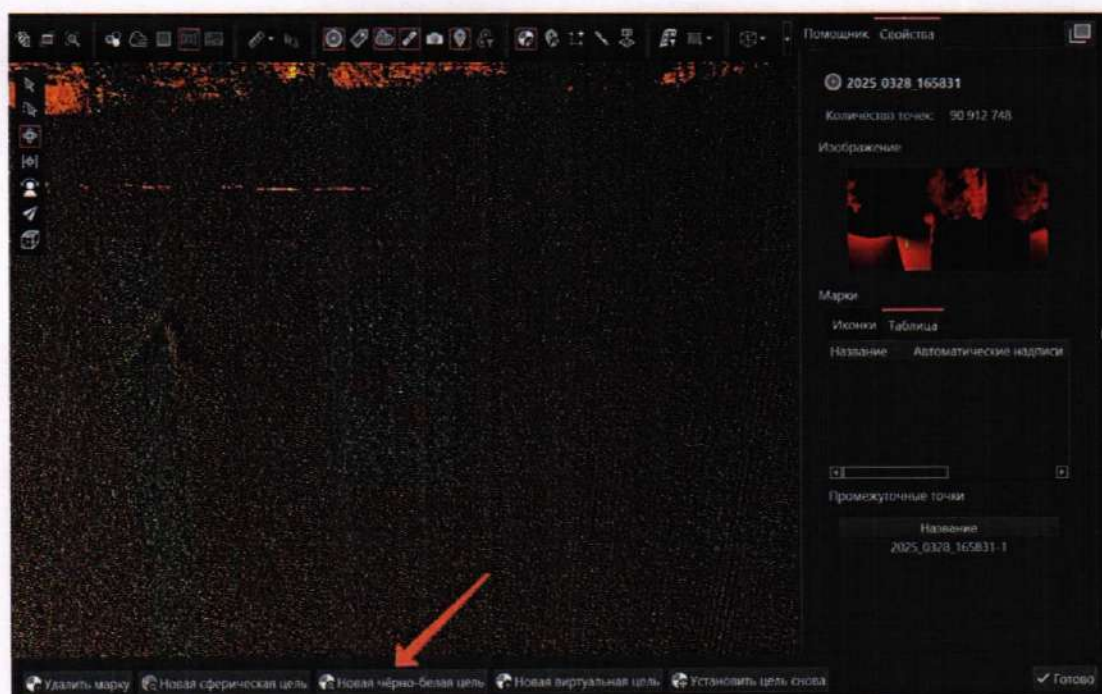


Рисунок 11 – Выбор марки

- для точного позиционирования необходимо осуществить нажатие в пределах диаметра маркера, максимально приближаясь к его центральной точке. Программный алгоритм автоматически определит координаты центра. Завершаем процесс, подтверждая действие кнопкой «Готово»

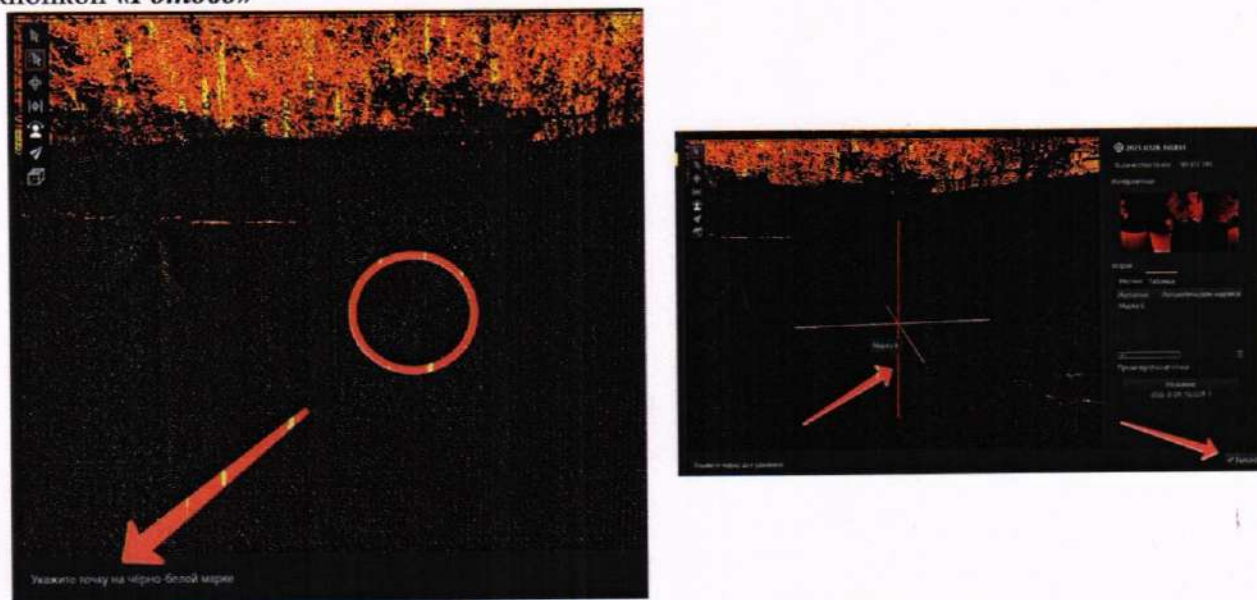


Рисунок 12 – Определение центра марки

- для выполнения метрического анализа активируем инструмент «Измерить расстояние» в верхней панели управления. Последовательно выбираем необходимые марки. Система автоматически вычисляет и отображает координаты выбранных марок, а также расстояние и приращения координат между ними;

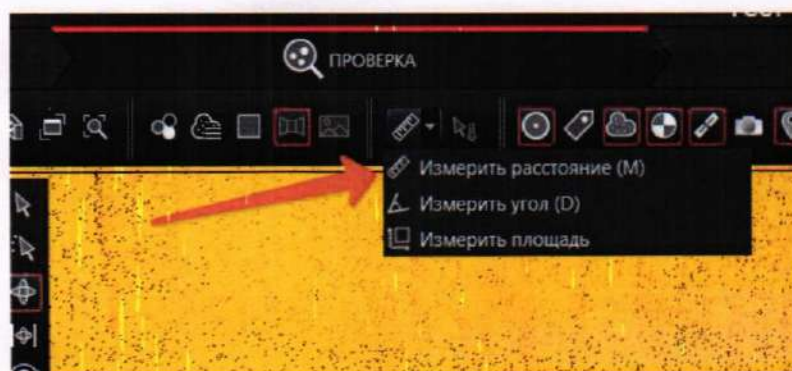


Рисунок 13 – Функция измерений

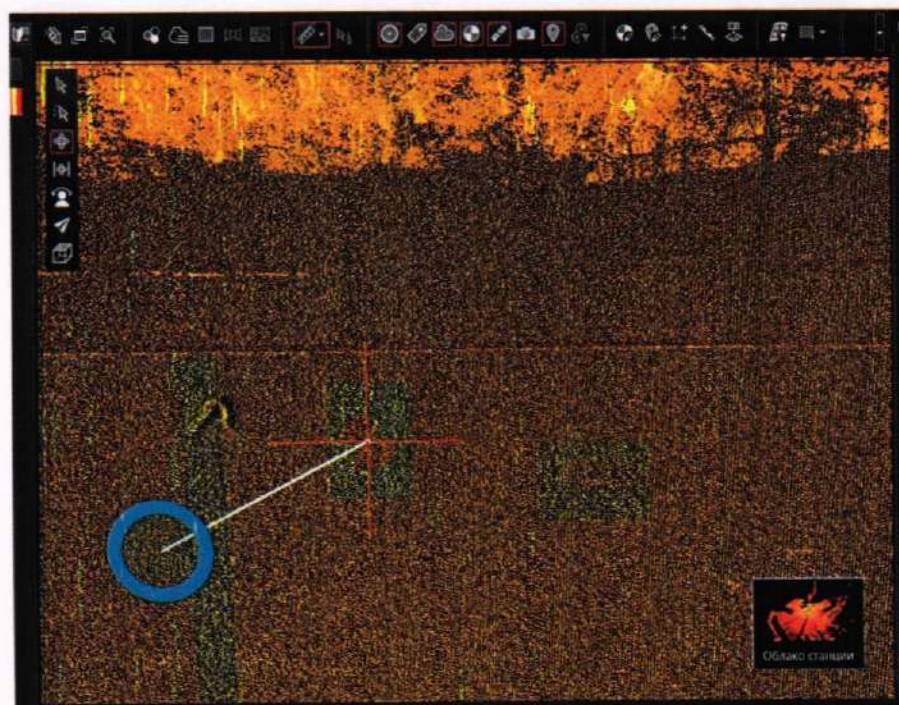


Рисунок 14 – Выбор необходимых точек

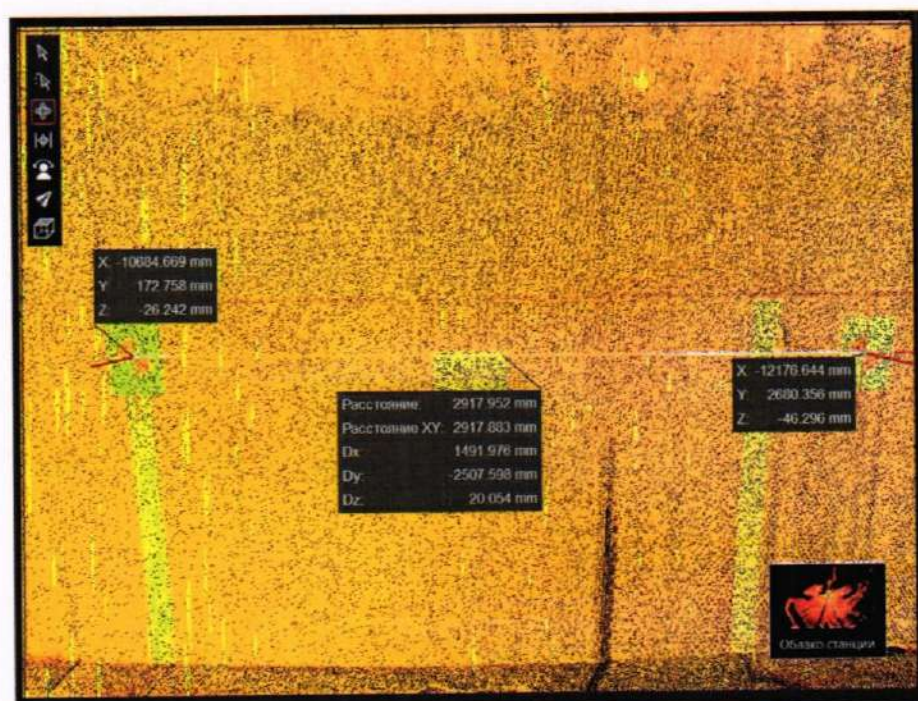


Рисунок 15 – Отображение результата измерений

- при необходимости выбрать единицы измерений для отображения, например, миллиметр или метр;

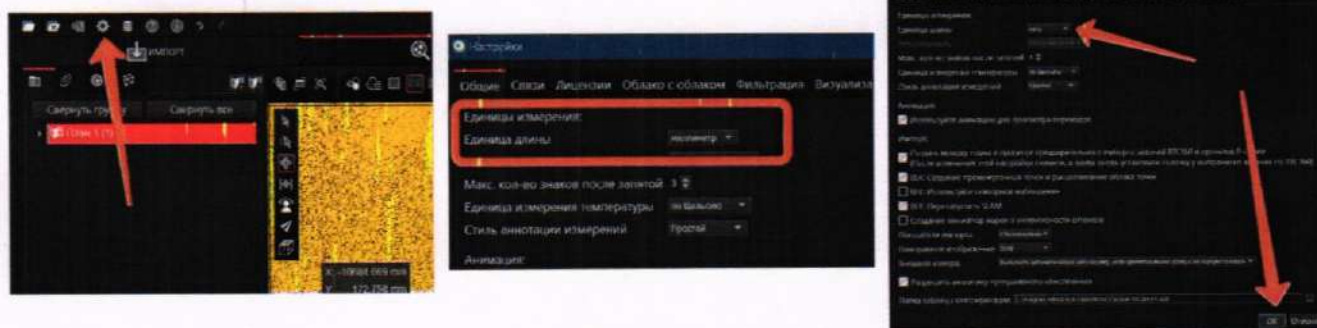


Рисунок 16 – Выбор единиц измерений

10.1.9 Произвести вычисление длин L_{ij} до всех марок, значения занести в протокол;

10.1.10 Абсолютная погрешность измерений длины определяется по формуле

$$\Delta L_{ij} = L_{ij} - L_{i0} \quad (1)$$

где ΔL_{ij} – абсолютная погрешность измерений i -й длины j -м приёмом, мм;
 L_{ij} – измеренное средством измерений значение i -й длины j -м приёмом, мм;
 L_{i0} – эталонное (действительное) значение i -й длины базисной линии, в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации) на комплекс базисный эталонный, мм.

Максимальные значения абсолютной погрешности измерений длин считаются значениями абсолютной погрешности измерений длин сканером.

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

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютной погрешности измерений не более значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки.

10.2. Определение абсолютной погрешности измерений приращений координат в условной системе координат по каждой из осей координат

10.2.1 Абсолютная погрешность измерений приращений координат в условной системе координат определяется с использованием комплекса базисного эталонного (далее – комплекс) в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений.

10.2.2 Под условной системой координат следует понимать прямоугольную систему координат, начало которой соответствует условной точке пересечения осей вращения вертикального и горизонтального кругов сканера. Ось Z направлена по оси вращения горизонтального круга, ось X перпендикулярна горизонтальной оси вращения вертикального круга, а ось Y дополняет систему до правой. Расположение осей в условной системе координат приведено на рисунке 17.



Рисунок 17 – Расположение осей в условной системе координат

10.2.3 Необходимо провести многократно, не менее пяти раз, сканирование не менее чем трёх пунктов комплекса с известными значениями приращений координат относительно начального пункта комплекса, действительные значения которых равномерно расположены в заявляемом диапазоне измерений прибора.

10.2.4 Сканер установить на начальный пункт комплекса, в соответствии с руководством по эксплуатации привести его в рабочее состояние, выполнить горизонтирование в двух плоскостях используя штатные установочные уровни, ввести текущие метеорологические параметры окружающей среды. Установить визирные марки на другие пункты комплекса, находящиеся на удалении от начального в соответствии с требованиями предыдущего пункта, и в соответствии с руководством по эксплуатации провести их сканирование. Марка представляет собой квадратный или круглый щит размером не менее 150×150 мм, поверхность щита окрашивается белой краской или разделена на черно-белые секторы. Располагать марку следует к сканеру таким образом, чтобы её плоскость была перпендикулярна направлению измерений. Пример марки приведён на рисунке 1;

10.2.5 Через интерфейс пользователя сканера выставить качество и разрешение сканирования не ниже уровня «высокое» и затем запустить процедуру сканирования. Дождаться окончания сканирования;

10.2.6 Сохранить данные, полученные при сканировании;

10.2.7 Повторить вышеописанные операции по сканированию мишени не менее 5 раз;

10.2.8 Скачать данные полученные при сканировании;

10.2.9 Обработать на персональном компьютере данные полученные при сканировании, в соответствии с п 10.1.8;

10.2.10 Произвести вычисления приращений координат $\Delta(x,y,z)_{ij}$ между начальным и определяемыми пунктами;

10.2.11 Абсолютная погрешность измерений приращений координат в условной системе координат определяется по формулам

$$\begin{aligned}\Delta x_{ij} &= \Delta X_{ij} - \Delta X_{i0} \\ \Delta y_{ij} &= \Delta Y_{ij} - \Delta Y_{i0} \\ \Delta z_{ij} &= \Delta Z_{ij} - \Delta Z_{i0}\end{aligned}\tag{2}$$

где $\Delta(x,y,z)_{ij}$ – абсолютная погрешность измерений приращений координат по соответствующей оси системы координат на i -й пункт комплекса, j -м приёмом, мм;

$\Delta(X,Y)_{ij}$ – измеренные средством измерений значения приращений координат по соответствующей оси системы координат на i -й пункт комплекса, j -м приёмом, мм;

ΔZ_{ij} – измеренные средством измерений значения приращений координат по оси Z системы координат на i -й пункт комплекса, j -м приёмом, с учётом измеренной высоты установки центра марки, мм;

$\Delta(X,Y,Z)_{i0}$ – эталонные (действительные) значения приращений координат по соответствующей оси системы координат на i -й пункт комплекса, в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации) на комплекс базисный эталонный, мм, мм.

Максимальные значения абсолютной погрешности измерений приращений координат считаются значениями абсолютной погрешности измерений приращений координат сканером.

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

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютной погрешности измерений не более значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки.

11. Оформление результатов поверки

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

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке и (или) внесение записи о проведенной поверке в паспорт средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

11.3 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

К.А. Ревин

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длин и приращений координат, м	от 1,5 до 1000,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин, мм	$\pm(3+L/10)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений приращений координат в условной системе координат, по каждой из осей координат, мм	$\pm(3+L/10)$
Где L – измеряемая длина в метрах	