

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Б.А. Лапшинов

Ми

«25» ноября 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы лабораторные аэродромно-дорожные передвижные
AeroScan3D

Методика поверки

МП-1102-2025

г. Чехов
2025

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки комплексов лабораторных аэродромно-дорожных передвижных AeroScan3D (далее – комплексы, приборы), производства ООО «ЦТИИ НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского», г. Москва, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложения 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 единицы длины методом прямых измерений в соответствии со структурой локальной поверочной схемы (Приложение Б к настоящей методике поверки) от рабочего эталона заимствованного из Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 июля 2024 г. № 1374, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному специальному эталону единицы длины: ГЭТ 199-2024.

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 (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	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 приращений координат в условной системе координат по каждой из осей координат по полученным в процессе движения облакам точек при использовании дифференциального метода привязки траектории движения	Да	Да	10.1

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °C от минус 10 до плюс 40

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. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться 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
8 – 10	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 10 °C до плюс 40 °C с абсолютной погрешностью не более ±1 °C	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)
10	Рабочий эталон 1-го разряда – комплекс базисный эталонный, в диапазоне значений приращений координат от 1,5 до 200 м, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений приращений координат $\Delta_{\text{пр}}$ не более ±10 мм, 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	Рабочий эталон единицы длины и приращения координат 1 разряда в диапазоне значений от 0 до 30 м (комплекс базисный эталонный 3.7.АЗТ.0016.2025; Рабочий эталон единицы длины и приращения координат 1 разряда в диапазоне значений от 10 до 500 м (комплекс базисный эталонный) и единицы длины и приращения координат 3 разряда в диапазоне значений от 6000 до 28500 м (полигон пространственный эталонный) 3.7.АЗТ.0017.2025
	Вспомогательное оборудование: Визирная марка для сканирования, диаметр не менее 300 мм;	Визирная марка для сканирования 300 мм;
	Средство измерений длины 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 г. № 2840 – рулетка измерительная, КТЗ по ГОСТ 7502-98;	Рулетки измерительные металлические торговой марки "Калиброн", рег. № 71665-18;
	Средство фазовых измерений приращений координат по сигналам ГНСС – аппаратура геодезическая спутниковая, допускаемая	Аппаратура геодезическая спутниковая PrinCe iBase, рег. № 89966-23

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	погрешность измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» не более: в плане (10 мм + 1 мм/км), по высоте (15 мм + 1 мм/км)	

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 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 средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- 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 перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Перед проведением работ средство измерений и эталоны должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов 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 и равномерность движения подвижных частей;
- 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

Проверка программного обеспечения «Базовое ПО передвижного комплекса измерительной аэродромно-дорожной лаборатории», «ПО Навигации передвижного комплекса измерительной аэродромно-дорожной лаборатории», «ПО Постобработки передвижного комплекса измерительной аэродромно-дорожной лаборатории», «ПО Калибровки передвижного комплекса измерительной аэродромно-дорожной лаборатории»

Запустить программное обеспечение.

В главном окне программы нажать кнопку «О программе».

Версия ПО отобразится на экране в открывшемся окне в строке «версия приложения».

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

Определение абсолютной погрешности измерений приращений координат в условной системе координат по каждой из осей координат по полученным в процессе движения облакам точек при использовании дифференциального метода привязки траектории движения

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

10.1.2 Необходимо провести многократно, не менее пяти раз ($j \geq 5$), сканирование не менее чем трёх ($i \geq 3$) пар пунктов КБЭ с известными значениями приращений координат между ними, и значения эталонных (действительных) приращений координат между которыми равномерно охватывают весь диапазон измерений прибором. В зависимости от величины измеряемых приращений координат выбирается КБЭ в составе которого находятся пункты, позволяющие воспроизвести необходимые значения в диапазоне измерений.

10.1.3 Установить визирные марки для сканирования (далее – марки) на пункты КБЭ используемые для измерений в соответствии с требованиями предыдущего пункта, выполнить горизонтизацию марок в двух плоскостях, измерить высоту их установки от центра пункта до центра марки с помощью рулетки измерительной. Марка представляет собой изделие в виде круглого рабочего элемента диаметром не менее 300 мм, на передней стороне которого нанесена мишень из сходящегося под 45-градусным наклоном прямоугольного пересечения белых и черных полей, место пересечения которых (центр марки) совмещено с вертикальной осью вращения и установки на пункт, снабжённое соединителем с внутренним крепёжным элементом (резьба 5/8", фитинг), который позволяет устанавливать изделие над центром пункта КБЭ, осуществлять его центрирование и горизонтизацию. Располагать марку следует к сканеру таким образом, чтобы плоскость марки с мишенью была перпендикулярна направлению на сканер. Пример марки приведён на рисунке 1.



Рисунок 1 – Визирная марка

10.1.4 Создать план траектории движения сканера согласно рекомендациям руководства по эксплуатации. Пример траектории для сканирования приведён на рисунке 2.

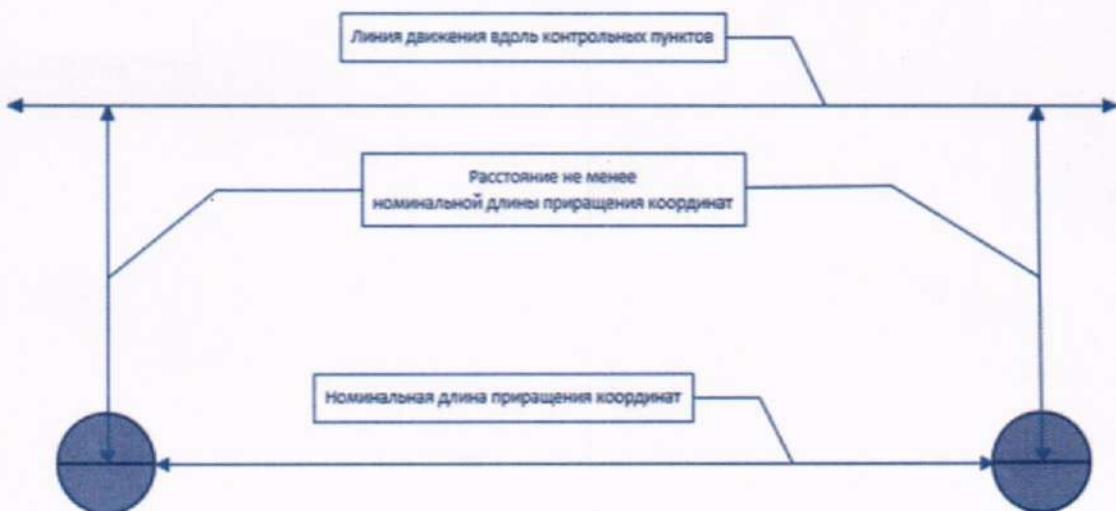


Рисунок 2 – Траектория для сканирования

10.1.5 Установить референсную станцию в зоне проведения измерений, но не далее 10000 метров. Привести её в рабочее положение, установить значения координат исходной точки в условной системе, настроить на передачу данных дифференциальных поправок согласно руководству по эксплуатации. В качестве референсной станции использовать ГНСС аппаратуру с метрологическими характеристиками, приведёнными в Таблице 2.

10.1.6 В соответствии с руководством по эксплуатации через интерфейс пользователя сканера выставить необходимую скорость и частоту точек сканирования и затем запустить процедуру сканирования.

10.1.7 Выполнить сканирование пунктов комплекса (полигона) по указанным траекториям на равноудалённом расстоянии от пунктов.

10.1.8 Вернуться в начало маршрута и завершить процесс сканирования в исходной стартовой точке для замыкания траектории.

10.1.9 Сохранить данные, полученные при сканировании;

10.1.10 Повторить измерения по двум предыдущим пунктам ещё четыре раза;

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

- запустить ПО постобработки, далее нажать на вкладке «Проект» кнопку «Создать», чтобы создать новый проект;

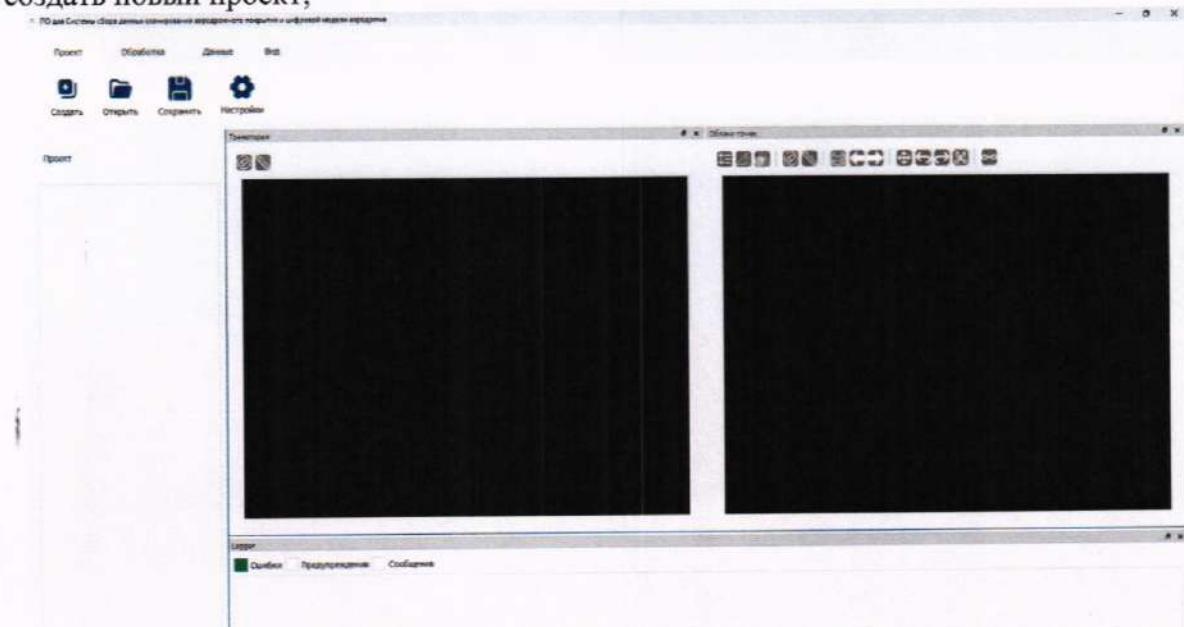


Рисунок 3 – Основной интерфейс ПО постобработки

- ввести уникальное название создаваемого проекта в соответствующее текстовое поле, указать путь к данным проезда, а также указать путь к данным проекта. После ввода необходимых данных необходимо подтвердить действие, нажав кнопку «*Создать*»;

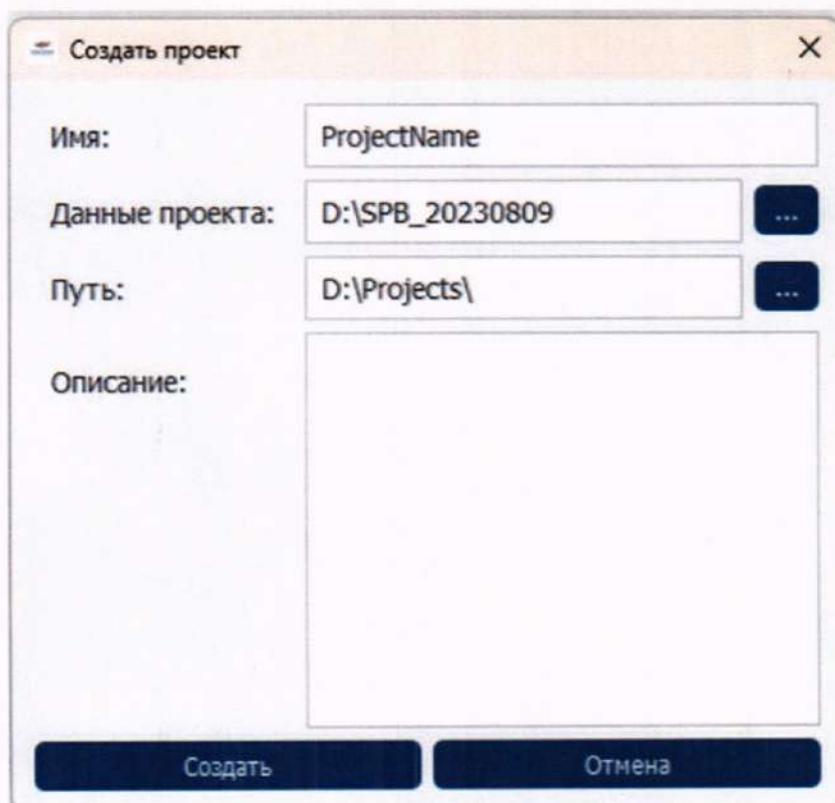


Рисунок 4 – Окно создания проекта

-указать путь к файлу в формате .crd, содержащему параметры СК, а также, при наличии, путь к файлу в формате .cgd, содержащему параметры геоида. После нажатия на кнопку «*Ок*» проект будет создан: в боковом меню появится информация о проекте;

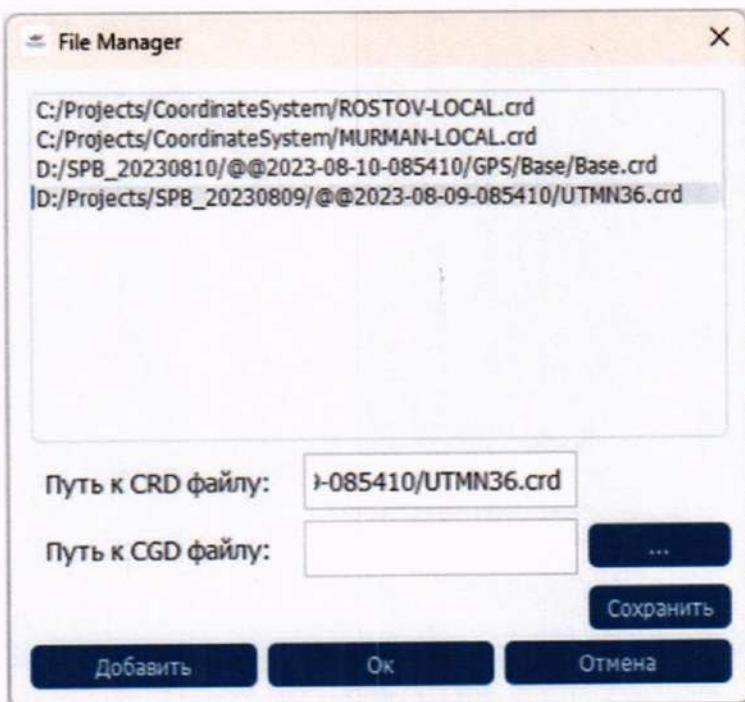


Рисунок 5 – Окно настройки параметров СК

- после открытия нового проекта необходимо произвести предобработку траектории, для этого перейдите в раздел «Расчет траектории» на вкладке «Обработка» и нажмите кнопку «Ok»;

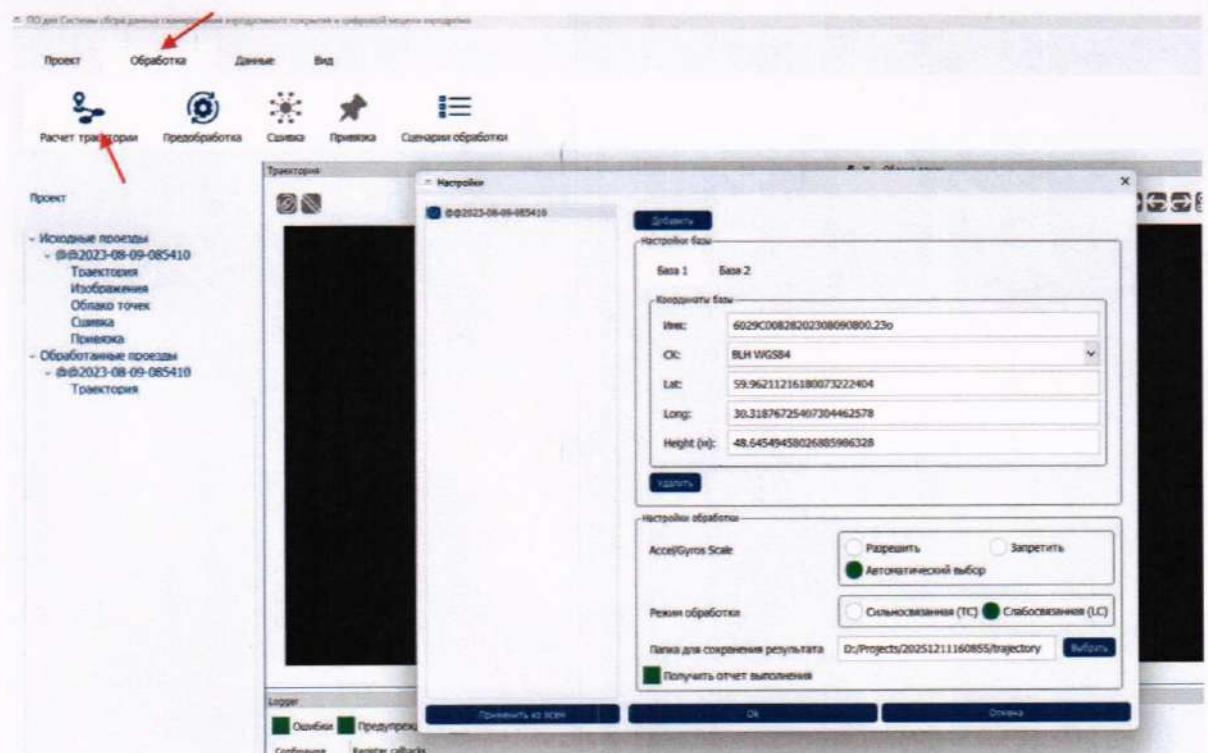


Рисунок 6 – Окно настроек расчета траектории проезда

- после обработки траектории в боковом меню вкладки «Проект», в контекстном меню проезда можно будет выбрать пункт «Отобразить траекторию». В окне «Траектория» отобразится траектория выбранного проезда. На ней с помощью мыши можно выделять области для предобработки;

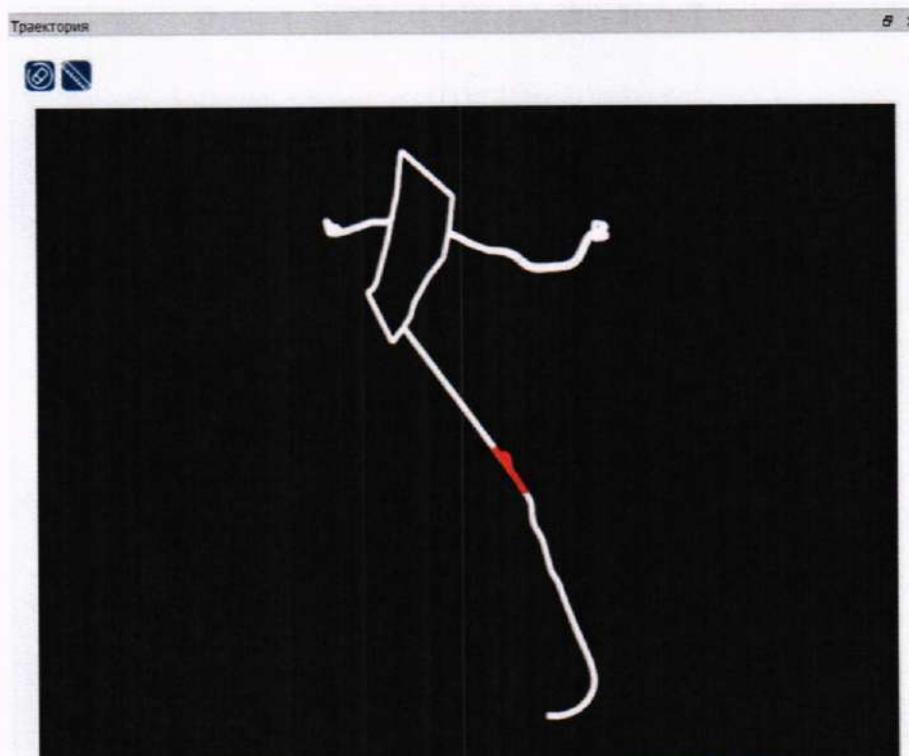


Рисунок 7 – Окно траектории проезда

- после выбора участков (если не выбрать их, будет обработана вся траектория) можно запустить предобработку для создания файлов облаков точек, для этого перейдите в раздел «*Предобработка*» на вкладке «*Обработка*» и нажмите кнопку «*Ок*»;

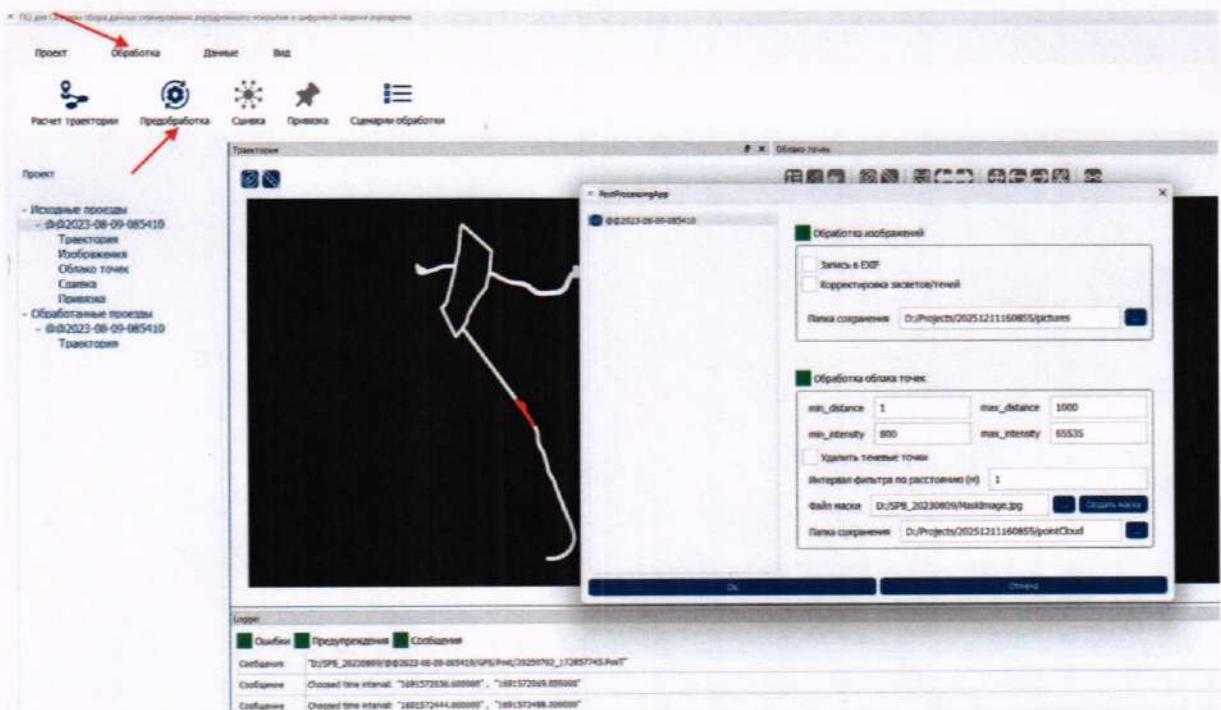


Рисунок 8 – Окно предобработки данных проезда

- после окончания обработки в контекстном меню выбранного проезда появится пункт «*Отобразить облако точек*», выбрав который в окне «*Облако точек*»;

ПО для Системы сбора данных сканирования аэродромного покрытия и

Проект Обработка Данные Вид

Создать Открыть Сохранить Настройки

Проект

Исходные проезды

- @@2023-08-09-085410
 - Траектория
 - Изображен
 - Облако точек
 - Ошибки
 - Привязка
 - Обработка
 - Обновить директорию
- Обработанные проезды
 - @@2023-08-09-085410
 - Траектория

Рисунок 9 – Контекстное меню проезда

- после отображения облака точек станет доступна возможность добавления опорных точек;



Рисунок 10 – Окно работы с опознаками

- в окне «*Опорные точки*» (если его нет, можно открыть его, нажав на кнопку «*Опорные точки*» в разделе «*Вид*») нажмите кнопку «*Импорт опорных точек*» и выберите текстовый файл, в котором будут описаны координаты опорных точек. После загрузки файла в окне «*Опорные точки*» появится список опорных точек. При нажатии на строку выбранная точка выделяется зеленым цветом на облаке;

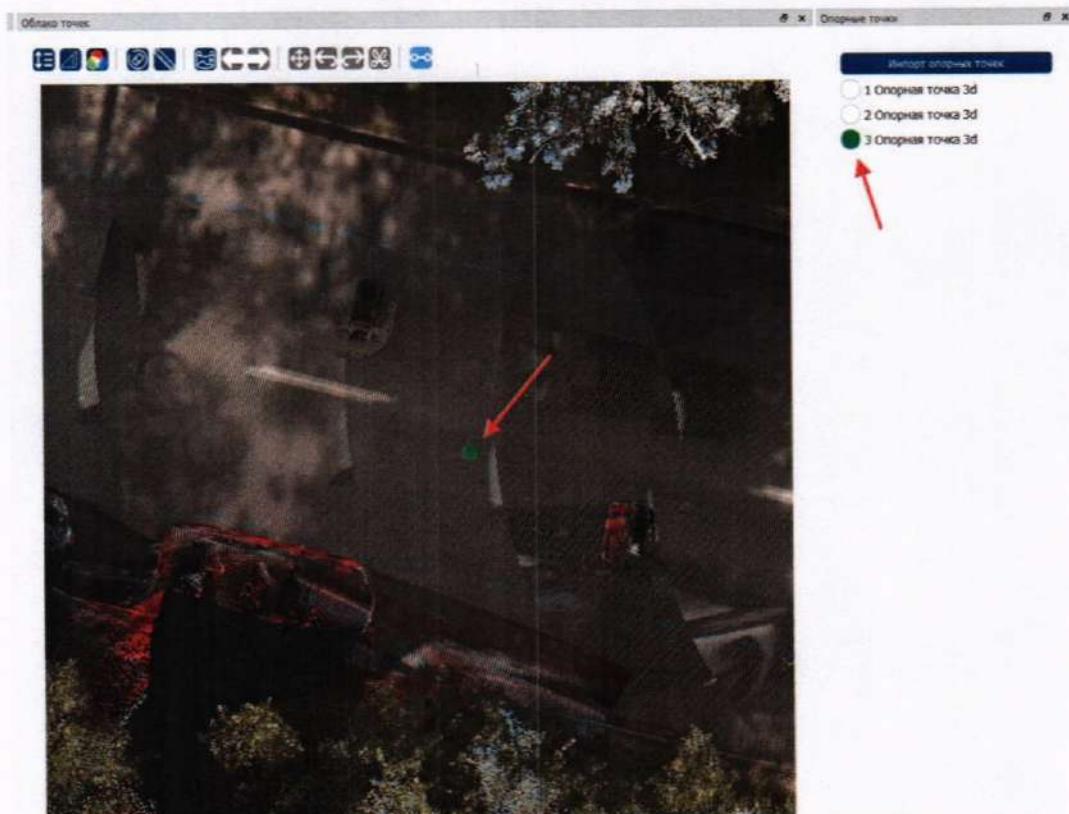


Рисунок 11 – Работа с опорными точками на облаке точек

- после выбора точки вы можете выбрать точку привязки;



Рисунок 12 – Выбор точки привязки

- для оценки расстояния между двумя точками можно выбрать инструмент «Линейка» в панели инструментов и выбрать две точки на облаке;

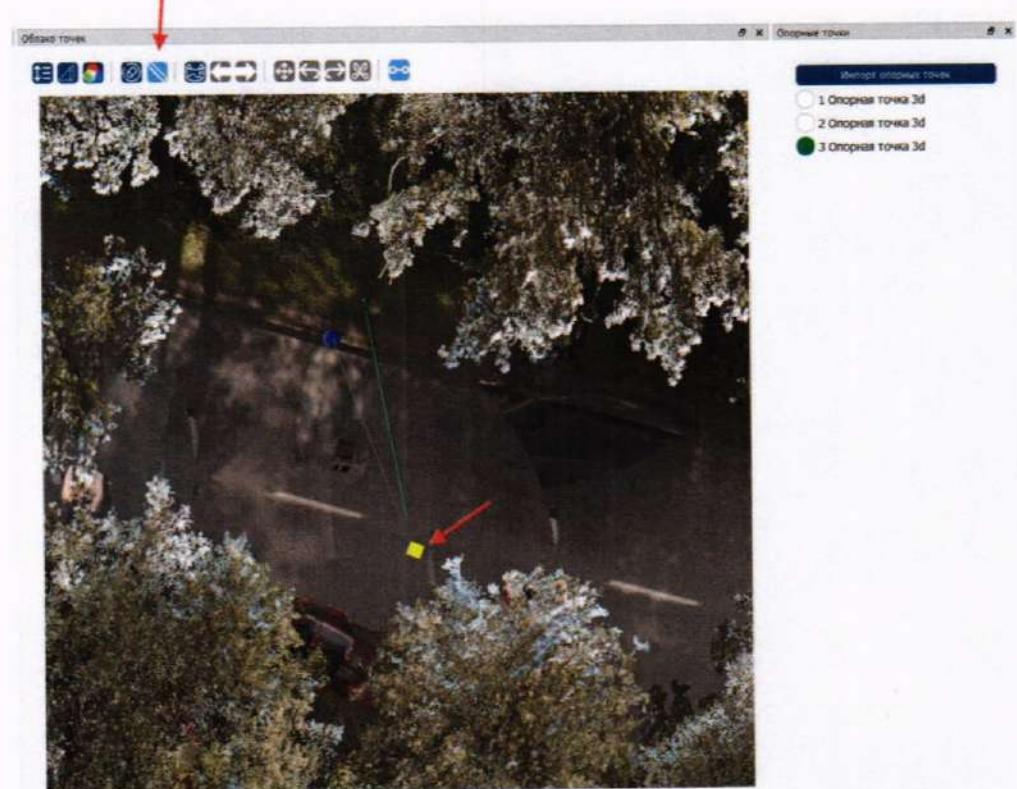


Рисунок 13 – Оценка расстояния

- во всплывающем окошке будут указаны 3D расстояние между двумя точками, разность координат и расстояние в плоскости XY;

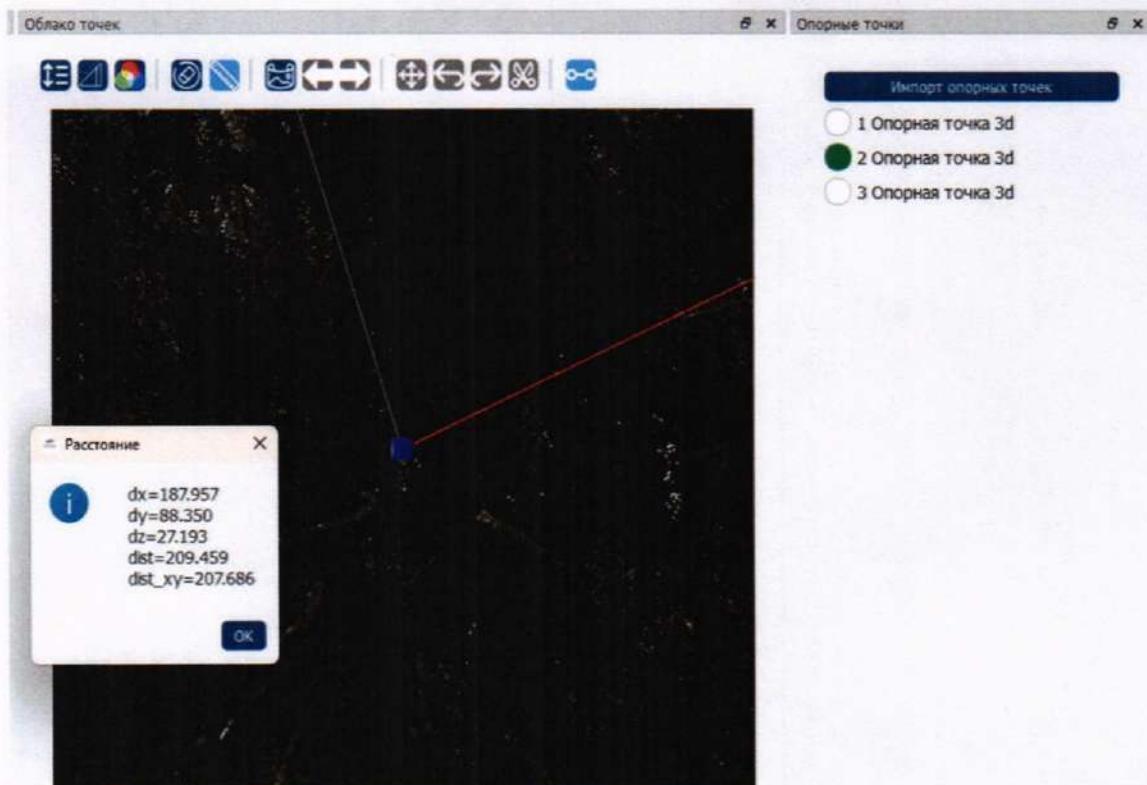


Рисунок 14 – Функция измерений

10.1.12 Локализовать через программное обеспечение точки облака, относящиеся к отсканированной марке. Провести построение плоскости минимум по 4-м точкам. Построить на полученной плоскости точку, соответствующую геометрическому центру марки методом проекции;

10.1.13 Произвести вычисления приращений координат $\Delta(x,y,z)_{ij}$ между определяемыми пунктами, для этого в программном обеспечении необходимо последовательно выбрать точки, соответствующие центрам марок. Результат измеренных приращений координат отобразиться на экране в появившемся окне. Пример результата измерений приведён на рисунке 14.

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

$$\begin{aligned}\Delta x_{ij} &= \Delta X_{ij} - \Delta X_{i0} \\ \Delta y_{ij} &= \Delta Y_{ij} - \Delta Y_{i0} \\ \Delta z_{ij} &= \Delta Z_{ij} - \Delta Z_{i0}\end{aligned}\quad (1)$$

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

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

ΔZ_{ij} – измеренные средством измерений значения приращений координат по оси Z системы координат на i -й пункт КБЭ, 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 КБЭ в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации), 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.

Значение абсолютной погрешности измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А к 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.

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.

11.4 Выдача свидетельства о поверке или 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 приращений координат, м	от 1,5 до 200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений приращений координат в условной системе координат по каждой из осей координат по полученным в процессе движения облакам точек при использовании дифференциального метода привязки траектории движения*, мм	±25
* При удалении от референсной станции не более 10000 м	

Приложение Б
(рекомендуемое)

Структура локальной поверочной схем

