

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов
2024 г.

«ГСИ. Комплексы универсальные программно-технические для мобильного картографирования NovermapST.
Методика поверки»

МП 651-23-047

р.п. Менделеево.

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на комплексы универсальные программно-технические для мобильного картографирования HovermapST (далее – комплексы), изготовленные Emesent Pty Ltd, Австралия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости комплексов к Государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон сканирования, м	от 0,4 до 100
Доверительные границы абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) ¹⁾ , мм в плане по высоте	$\pm(15+0,4 \cdot 10^{-3} \cdot L)^{2)}$ $\pm(15+0,4 \cdot 10^{-3} \cdot L)^{2)}$
Примечание: ¹⁾ Комплексы обеспечивают заявленную точность определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (прямоугольной системе координат) при скоростях комплексов до 2 м/с и использовании круглых светоотражающих марок диаметром от 250 мм и выше на маршруте движения не более 1500 м. Светоотражающие марки необходимо устанавливать через каждые 100 м по маршруту движения. Точность определения расстояния до центра светоотражающих марок не менее $\pm(4+1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – расстояние от точки, относительно которой задается система координат, до центра светоотражающей марки, мм. Заданная система координат задается относительно точки, в которой находился комплекс в момент начала его работы. ²⁾ Где L – расстояние до точки сканирования, мм.	

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость комплексов к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 2821 от 28 декабря 2023 г.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которой 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

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение диапазона сканирования и доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67)	да	да	10.1
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 1, поверка прекращается и комплекс признается непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в климатических условиях, соответствующих рабочим условиям применения эталонов, средств измерений и поверяемого комплекса:

- температура окружающего воздуха от минус 10 °С до плюс 45 °С;
- атмосферное давление от 90 до 100 кПа;
- относительная влажность воздуха до 80 %.

3.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность комплексов, в соответствии с эксплуатационной документацией (далее - ЭД);
- проверить наличие сведений о результатах поверки средств измерений, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- комплексы и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, аттестованные в качестве поверителей в области геодезических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на комплексы и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Для поверки применять средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1	Средство измерений длины, рабочий эталон 2-го разряда – комплексы базисные эталонные, диапазон измерений длин до 5000 м, предел допускаемой абсолютной погрешности $0,6+1 \cdot 10^{-6} \cdot L$ мм, где L - измеряемая длина в мм, по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2821 от 28 декабря 2023 г	Государственный первичный специальный эталон единицы длины ГЭТ 199-2024
	Средство измерений температуры, давления, влажности, диапазоны измерения влажности от 0% до 99%, температуры от -20 °С до 60 °С, давления от 840 гПа до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений влажности $\pm 2\%$, температуры $\pm 0,2$ °С, давления ± 3 гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, мод. ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный номер 15500-12 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)

Примечания:

Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к Государственным первичным эталонам единиц величин.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования по технике безопасности, указанные в эксплуатационной документации (далее - ЭД) на используемые средства поверки;
- правила по технике безопасности, действующие на месте поверки;
- ГОСТ 12.1.040-83 «ССТБ. Лазерная безопасность. Общие положения»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССТБ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре комплекса установить:

- комплектность комплекса и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на комплексы, наличие поясняющих надписей;
- исправность переключателей, работу подсветок, исправность разъемов и внешних соединительных кабелей;
- качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае комплекс бракуется, дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При опробовании установить соответствие комплекса следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей (в соответствии с указаниями п. 1.3 документа «Комплексы универсальные программно-технические для мобильного картографирования NovemmapST. Руководство по эксплуатации» (далее - РЭ);
- работоспособность комплекса (в соответствии с указаниями п. 3.2. РЭ).

Если перечисленные требования не выполняются, комплекс признают негодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты опробования и проверки работоспособности удовлетворяют п. 8.1.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер программного обеспечения (далее – ПО) получить при подключении комплекса к персональному компьютеру средствами ОС «Windows», основное меню/свойства файла.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	Commander	Emesent APP	Aura
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.1	1.6	1.4

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона сканирования и доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67)

10.1.1 Выбрать пункт из состава рабочего эталона 2-го разряда (далее - пункт № 1). Выбрать другой пункт (далее - пункт № 2) из состава рабочего эталона 2-го разряда таким образом, чтобы между пунктом № 1 и пунктом № 2 была прямая видимость, и расстояние между пунктами было не более 100 метров. Сформировать полевой стенд на местности, обеспечивающий маршрут не менее 1500 метров, при этом две первые контрольные точки этого стенда должны находиться в пунктах № 1 и № 2. Определить и замаркировать светоотражающими марками не менее десяти контрольных точек ($i \geq 10$), включая пункт № 1 и пункт № 2, расположенных по всей протяженности полевого стенда на удалении от 0,4 м до 100 м от маршрута, при этом для начальной и конечной точки маршрута должны быть замаркированы точки на удалении 0,4 м и 100 м.

10.1.2 Установить на пункт №1 тахеометр из состава рабочего эталона 2-го разряда (далее эталон). Ввести в память тахеометра координаты пункта №1 равные нулю (0,0,0). Выполнить «Ориентирование по углу» эталона на пункте № 1, для этого навести эталон на пункт №2, задать нулевое значение горизонтального угла, и выполнить измерения в соответствии с РЭ на эталон. Далее проложить замкнутый полигонометрический ход в следующей последовательности: пункт № 1 – пункт № 2, пункт № 2 – пункт № 3, ..., пункт № 9 – пункт № 10, пункт № 10 – пункт

№ 1, тем самым замаркировав контрольные точки полевого стенда в заданной системе координат. При отсутствии прямой видимости между пунктами № 10 - № 1, допускается закрепить на местности дополнительные временные знаки (дюбель-гвоздь) с таким расчетом, чтобы обеспечивалась взаимная видимость и сохранность временных знаков на время проведения работ.

10.1.3 Составить план движения с указанием маршрута и направления движения, а также указанием расположения контрольных точек.

10.1.4 Привести поверяемый комплекс в рабочее состояние и выполнить тестирование готовности по встроенным программам в соответствии с указаниями главы 3 РЭ.

10.1.5 Выполнить движение по составленному ранее маршруту со сканированием контрольных точек полевого стенда не менее 10 раз ($j \geq 10$) во всем диапазоне сканирования, в том числе на минимальном (0,4 м) и максимальном (100 м) расстоянии сканирования со скоростью 1 и 2 м/с.

10.1.6 После завершения маршрута произвести передачу результатов полученных измерений необработанных данных, полученных комплексом в персональный компьютер.

10.1.7 Выполнить обработку данных, полученных в результате сканирования системой в созданной условной системе координат с использованием программ обработки фирмы-изготовителя в соответствии с указаниями главы 4 РЭ, и получить координаты контрольных точек тестового полигона.

10.1.8 Систематическую погрешность определения точек земной поверхности испытуемого комплекса для i - х контрольных точек по каждой координате вычислить, как разность между координатами контрольных точек с координатами этих же точек, полученными при сканировании по формулам (1):

$$\begin{aligned} M_{X_i} &= \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ijоб} - X_{iэт})}{n}, \\ M_{Y_i} &= \frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ijоб} - Y_{iэт})}{n}, \\ M_{H_i} &= \frac{\sum_{j=1}^n (H_{ijоб} - H_{iэт})}{n}, \end{aligned} \quad (1)$$

где: $X_{ijоб}$, $Y_{ijоб}$, $H_{ijоб}$ – координаты, полученные из обработки сканирования на i – той контрольной точке на j - ом проходе;

$X_{iэт}$, $Y_{iэт}$, $H_{iэт}$ – координаты i – той контрольной точки определенные эталоном;

n – количество перемещений по маршруту.

Среднее квадратическое отклонение определения координат точек земной поверхности испытуемого комплекса для i - х контрольных точек по каждой координате вычислить по формулам (2):

$$\begin{aligned} \sigma_{X_i} &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_{ijоб} - \overline{X_{ijоб}})^2}{n-1}}, \\ \sigma_{Y_i} &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ijоб} - \overline{Y_{ijоб}})^2}{n-1}}, \\ \sigma_{H_i} &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (H_{ijоб} - \overline{H_{ijоб}})^2}{n-1}}, \end{aligned} \quad (2)$$

где: $\overline{X_{ijоб}} = \frac{\sum_{j=1}^{10} X_{ijоб}}{10}$ – среднее арифметическое значение измерений координат точек испытуемого комплекса.

10.1.9 Определить доверительные границы абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) для i - х контрольных точек в плане и высоте по формулам (3) и (4):

$$P_{пл.i} = \sqrt{(M_{X_i})^2 + (M_{Y_i})^2} + \sqrt{(\sigma_{X_i})^2 + (\sigma_{Y_i})^2}, \quad (3)$$

$$P_{в.i} = \pm(|M_{H_i}| + \sigma_{H_i}). \quad (4)$$

10.1.10 Максимальным значением доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) считается максимальное значение доверительной границы абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) поверяемого комплекса из полученных по формулам (3) и (4).

10.1.11 Результаты поверки считать положительными, если диапазоны сканирования от 0,4 до 100 м, значения доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) находятся в границах $\pm(15+0,4 \cdot 10^{-3} \cdot L)$ мм в плане и по высоте, где L – расстояние до точки сканирования, мм.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки комплексов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 По заявлению владельца комплексов или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки, оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.3 По заявлению владельца комплексов или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отделения НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.М. Каверин

Заместитель начальника отделения
по научной работе НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»



И.С. Сильвестров

Начальник отдела № 83
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.В. Мазуркевич