

СОГЛАСОВАНО

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев

29 декабря 2025 г.

М.п.



Государственная система обеспечения единства измерений
Сканеры лазерные мобильные EFT
Методика поверки
МП-27/038-2025

2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на сканеры лазерные мобильные EFT (далее – сканеры), предназначенные для измерений геометрических размеров инженерных объектов и сооружений по полученному в процессе сканирования массиву точек, измерений приращений координат и геодезических определений относительного местоположения объектов.

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

Таблица 1 – Метрологические требования, предъявляемые к сканерам

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний, мм: модификация ESL1: - в поддиапазоне от 0,1 до 15 м включ.; - в поддиапазоне св. 15 до 70 м; модификации SL2, SL2 Pro: - в поддиапазоне от 0,5 до 30 м включ.; - в поддиапазоне св. 30 до 60 м включ.; - в поддиапазоне св. 60 до 120 м включ.; - в поддиапазоне св. 120 до 300 м	± 3 ± 5 ± 2 ± 5 ± 10 ± 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов	$\pm 0,005^\circ$
<i>Режим «Статика»¹⁾</i> Доверительные границы абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95), мм: - в плане; - по высоте	$\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)^{2)}$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)^{2)}$
<i>Режим «Кинематика с постобработкой»¹⁾³⁾</i> Доверительные границы абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95), мм: - в плане; - по высоте	$\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)^{2)}$ $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)^{2)}$
<i>Режим «Кинематика в реальном времени (RTK)»¹⁾³⁾</i> Доверительные границы абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95), мм: - в плане; - по высоте	$\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)^{2)}$ $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)^{2)}$
<i>Режим «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика¹⁾³⁾⁴⁾</i> Доверительные границы абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95), мм: - в плане; - по высоте	$\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D + 8 + 0,7 \cdot \alpha)^{2)5)}$ $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D + 8 + 0,7 \cdot \alpha)^{2)5)}$
<i>Для модификации ESL1</i> <i>Режим «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика¹⁾³⁾⁴⁾</i> Доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат местоположения удаленных объектов относительно сканера фотограмметрическим методом, мм: - в плане; - по высоте	$\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D + 10)^{2)6)}$ $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D + 15)^{2)6)}$

<p>Для модификации <i>ESL1</i> Режим «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием алгоритма <i>SLAM-измерений</i> ^{1) 3)} Доверительные границы абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95), мм: - в плане; - по высоте</p>	$\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D + 10)^{2) 7)}$ $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D + 15)^{2) 7)}$
<p>Режим «Дифференциальные кодовые измерения»¹⁾ Доверительные границы абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95), мм: - в плане; - по высоте</p>	$\pm 2 \cdot (250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)^{2)}$ $\pm 2 \cdot (500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)^{2)}$
<p>Примечания: ¹⁾ Диапазон длин базисов от 0,07 до 30 км, заявленные точностные характеристики достигаются при совмещенном приеме сигналов ГНСС. ²⁾ D – измеряемое расстояние, мм. ³⁾ При работе сканера в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» необходима базовая станция, метрологические характеристики которой должны быть не хуже, чем метрологические характеристики сканера. ⁴⁾ IMU – инерциальная система коррекции наклона оси аппаратуры от направления на зенит. ⁵⁾ α – коэффициент от 0 до 60, соответствующий углу отклонения вертикальной оси аппаратуры от направления на зенит в градусах. ⁶⁾ Допустимое расстояние от сканера до определяемой точки от 2 до 15 м. ⁷⁾ Допустимое значение времени отсутствия радионавигационных сигналов ГНСС не более 120 секунд.</p>	

1.3. При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача и подтверждается прослеживаемость:

к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 в соответствии с «Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений», утвержденной приказом Росстандарта от 07 июня 2024 г. № 1374;

к государственному первичному эталону ГЭТ 22-2014 в соответствии с локальной поверочной схемой для сканеров лазерных мобильных EFT, структура которой приведена в приложении А.

1.4. Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.5. Допускается проведение поверки отдельных величин и поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца сканера с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия сканеров метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение абсолютной погрешности измерений расстояний	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений углов	Да	Да	10.2
Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Статика»	Да	Да	10.3
Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)»	Да	Да	10.4
Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика	Да	Да	10.5
Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане и по высоте удаленных объектов относительно сканера фотограмметрическим методом в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»	Да	Да	10.6

с использованием инерциального (IMU) датчика ¹⁾			
Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием алгоритма SLAM-измерений ¹⁾	Да	Да	10.7
Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения»	Да	Да	10.8
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
Примечание: ¹⁾ Только для модификации ESL1			

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °Сот +15 до +25.

3.2 Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков и порывов ветра при температуре окружающего воздуха от -30 до +65 °С.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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, ознакомленные с руководством по эксплуатации на сканер и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки сканеров достаточно одного поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне от -30 до +65 °С, с абсолютной погрешностью измерений температуры $\pm 0,2$ °С	Измеритель параметров микроклимата Метеоскоп-М, (рег. № 32014-11)
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояний	Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда (комплексы базисные эталонные) по приказу Росстандарта от 07 июня 2024 г № 1374 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для координатно-временных средств измерений»	Рабочий эталон единицы длины 2 разряда в диапазоне значений от 0 до 2016 м (рег. № 3.1.ЗБН.2938.2023)
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений углов	Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда по приказу Росстандарта от 26 ноября 2018 г № 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла»	Комплекс геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рег. № 42877-09)
п. 10.3 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Статика»	Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда по приказу Росстандарта от 26 ноября 2018 г № 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла». Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда (имитаторы сигналов ГНСС) по приказу Росстандарта от 07 июня 2024 г № 1374 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для координатно-временных средств измерений» Средства измерений приращений координат с доверительными	Комплекс геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рег. № 42877-09) Установка измерительная - имитатор сигналов прецизионный многофункциональный К2-99 (рег. № 71594-18) Аппаратура геодезическая спутниковая

	<p>границами абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95) в режиме «Статика» в плане $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, по высоте $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – измеряемое расстояние, мм</p>	<p>многочастотная SouthGalaxy G3 (рег. № 91121-24)</p>
<p>п. 10.4 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)»</p>	<p>Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда по приказу Росстандарта от 26 ноября 2018 г № 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла».</p> <p>Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда (имитаторы сигналов ГНСС) по приказу Росстандарта от 07 июня 2024 г № 1374 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для координатно-временных средств измерений»</p> <p>Средства измерений приращений координат с доверительными границами абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95) в режиме «Статика» в плане $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, по высоте $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – измеряемое расстояние, мм</p>	<p>Комплекс геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рег. № 42877-09)</p> <p>Установка измерительная - имитатор сигналов прецизионный многофункциональный K2-99 (рег. № 71594-18)</p> <p>Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная SouthGalaxy G3 (рег. № 91121-24)</p>
<p>п. 10.5 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика</p>	<p>Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда по приказу Росстандарта от 26 ноября 2018 г № 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла».</p> <p>Средства измерений углов в диапазоне $\pm 120^\circ$ с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений углов $\pm 30''$</p> <p>Средства измерений приращений координат с доверительными границами абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95) в режиме «Статика» в плане</p>	<p>Комплекс геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рег. № 42877-09)</p> <p>Квадрант оптический малогабаритный КО-10 (рег. № 1947-75)</p> <p>Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная SouthGalaxy G3 (рег. № 91121-24)</p>

	$\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, по высоте $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – измеряемое расстояние, мм	
<p>п. 10.6 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане и по высоте удаленных объектов относительно сканера фотограмметрическим методом в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика</p>	<p>Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда по приказу Росстандарта от 26 ноября 2018 г № 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла»</p> <p>Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда (тахеометры электронные) по приказу Росстандарта от 07.06.2024 № 1374 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для координатно-временных средств измерений»</p> <p>Средства измерений углов в диапазоне $\pm 120^\circ$ с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений углов $\pm 30''$</p> <p>Средства измерений приращений координат с доверительными границами абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95) в режиме «Статика» в плане $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, по высоте $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – измеряемое расстояние, мм</p>	<p>Комплекс геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рег. № 42877-09)</p> <p>Тахеометр электронный Leica TS30 (рег. № 40890-09)</p> <p>Квадрант оптический малогабаритный КО-10 (рег. № 1947-75)</p> <p>Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная SouthGalaxy G3 (рег. № 91121-24)</p>
<p>п. 10.7 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием алгоритма SLAM-измерений</p>	<p>Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда по приказу Росстандарта от 26 ноября 2018 г № 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла»</p> <p>Средства измерений приращений координат с доверительными границами абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95) в режиме «Статика» в плане $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, по высоте $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – измеряемое расстояние, мм</p>	<p>Комплекс геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рег. № 42877-09)</p> <p>Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная SouthGalaxy G3 (рег. № 91121-24)</p>

	Средства измерений времени в диапазоне до 120 с с пределами допускаемой погрешности ± 1 с	Секундомер электронный «Интеграл С-01» (рег. № 44154-16)
п. 10.8 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения»	Эталоны единиц величин, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда по приказу Росстандарта от 26 ноября 2018 г. № 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла» Средства измерений приращений координат с доверительными границами абсолютной погрешности измерений длины базиса (при вероятности 0,95) в режиме «Статика» в плане $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, по высоте $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – измеряемое расстояние, мм	Комплекс геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рег. № 42877-09) Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная SouthGalaxy G3 (рег. № 91121-24)

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).

5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих точность передачи единиц величин поверяемому сканеру.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр производится визуально.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие сканера следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида сканера описанию типа средства измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки;
- на нижней панели сканера должен быть нанесен заводской номер;
- комплектность сканера должна соответствовать руководству по эксплуатации.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки сканера необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации.

8.2 Провести контроль параметров окружающей среды (температура окружающего воздуха) в помещении, где проводится поверка. Условия поверки должны соответствовать требованиям п.3 настоящей методики.

8.3 Выдержать поверяемый сканер не менее 4 часов при условиях, указанных выше.

8.4 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

8.5 При опробовании должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

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

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификация микропрограммного обеспечения (далее МПО) выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО;
- в настройках перейти в пункт «Версия ПО»;
- считать номер версии в строке «МПО».

9.2 Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) EFT SLAM выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО;
- в настройках перейти в пункт «Версия ПО»;
- считать номер версии в строке «ПО».

9.3 Идентификация ПО EFT LiDAR выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО;
- в настройках перейти в пункт «Версия ПО»;
- считать номер версии в строке «Систем».

9.4 Идентификационные данные ПО и МПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные (признаки) ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	МПО	EFT SLAM	EFT LiDAR
Идентификационное наименование ПО			
Номер версии ПО	не ниже 1.0.0	не ниже 1.0.0	не ниже 1.0.0
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СКАНЕРОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояний

10.1.1 Выбрать такие пункты базиса, расстояния между которыми (не менее четырех) охватывают весь диапазон измерений сканеров.

10.1.2 Установить марки на выбранные пункты базиса.

10.1.3 Включить поверяемый сканер и привести его в рабочий режим согласно руководству по эксплуатации.

10.1.4 Произвести сканирование местности сканером, двигаясь по траектории, огибающей все выбранные пункты базиса (выбранные пункты базиса должны находиться внутри описываемой при сканировании траектории движения).

10.1.5 Сохранить данные, полученные при сканировании.

10.1.6 Обработать данные, полученные при сканировании.

10.1.7 Локализовать точки облака, относящиеся к отсканированным маркам, при помощи программного обеспечения.

10.1.8 Вычислить расстояния между выбранными пунктами базиса.

10.1.9 Определить абсолютную погрешность измерений каждого из расстояний Δl_i по формуле

$$\Delta l_i = l_{изм_i} - l_{эм_i}, \quad (1)$$

где $l_{изм_i}$ – результат измерений i -го расстояния сканером; $l_{эм_i}$ – действительное значение длины i -ой линии базиса; $i=1 \dots n$ – порядковый номер линии базиса, $n \geq 4$.

10.1.10 Результаты поверки считать положительным (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа), если значения абсолютной погрешности измерений расстояний соответствуют значениям, приведенным в таблице 5. При получении отрицательных результатов (несоответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа) поверку сканеров прекращают.

Таблица 5 – Допускаемые значения абсолютной погрешности измерений расстояний

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний, мм:	
модификация ESL1:	
- в поддиапазоне от 0,1 до 15 м включ.;	±3
- в поддиапазоне св. 15 до 70 м;	±5
модификации SL2, SL2 Pro:	
- в поддиапазоне от 0,5 до 30 м включ.;	±2
- в поддиапазоне св. 30 до 60 м включ.;	±5
- в поддиапазоне св. 60 до 120 м включ.;	±10
- в поддиапазоне св. 120 до 300 м	±20

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений углов

10.2.1 Выбрать такие пункты базиса, угол между которыми известен.

10.2.2 Установить марки на выбранные пункты базиса.

10.2.3 Произвести сканирование местности сканером, двигаясь по траектории, огибающей все выбранные пункты базиса (выбранные пункты базиса должны находиться внутри описываемой при сканировании траектории движения).

10.2.4 Сохранить данные, полученные при сканировании.

10.2.5 Обработать данные, полученные при сканировании.

10.2.6 Локализовать точки облака, относящиеся к отсканированным маркам, при помощи программного обеспечения.

10.2.7 Вычислить горизонтальный угол между выбранными пунктами базиса.

10.2.8 Определить абсолютную погрешность измерений углов по формулам

$$\Delta\alpha = \alpha_{\text{изм}} - \alpha_{\text{эт}}, \quad (2)$$

$$\Delta\beta = \beta_{\text{изм}} - \beta_{\text{эт}}, \quad (3)$$

где $\Delta\alpha$ – абсолютная погрешность измерений горизонтальных углов;

$\Delta\beta$ – абсолютная погрешность измерений вертикальных углов;

$\alpha_{\text{изм}}$ – результат измерений горизонтального угла сканером;

$\alpha_{\text{эт}}$ – действительное значение горизонтального угла базиса;

$\beta_{\text{изм}}$ – результат измерений вертикального угла сканером;

$\beta_{\text{эт}}$ – действительное значение вертикального угла базиса.

За величину абсолютной погрешности принять максимальное по модулю значение из полученных значений $\Delta\alpha$ и $\Delta\beta$.

10.2.9 Результаты поверки считать положительными (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа), если значения абсолютной погрешности измерений углов находятся в пределах $\pm 0,005^\circ$. При получении отрицательных результатов (несоответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа) поверку сканеров прекращают.

10.3 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Статика»

10.3.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Статика» следует выбрать базисную линию протяженностью $(100 \pm 10\%)$ м, входящую в состав комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда) (далее - комплекс). В качестве базовой станции, устанавливаемой на опорном пункте комплекса использовать аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3.

10.3.2 Разместить аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3 на пункт из состава комплекса, включить ее в соответствии с РЭ на нее и внести опорные координаты.

10.3.3 Установить испытываемый сканер на пункт, расположенный на базисной линии, произвести измерения в режиме «Статика» в соответствии с РЭ. Повторить измерения, указанные в данном пункте не менее 10 раз.

10.3.4 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Статика» в диапазоне длин базисных линий до 30 км использовать установку измерительную - имитатор сигналов прецизионный многофункциональный К2-99.

10.3.5 Собрать рабочее место в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

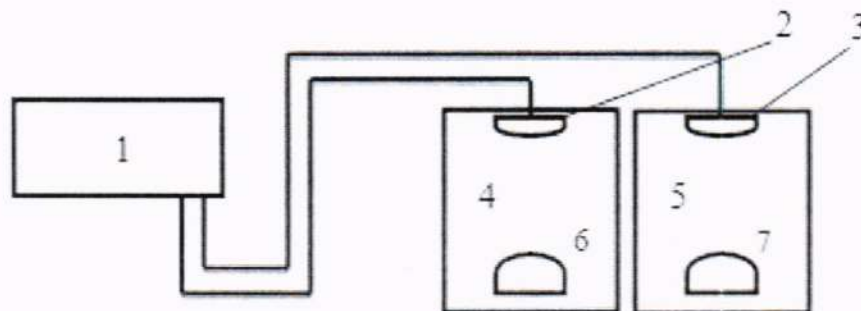


Рисунок 1 – Схема рабочего места: 1 – установка измерительная - имитатор сигналов прецизионный многофункциональный К2-99; 2, 3 – переизлучающая антенна; 4, 5 – камера экранированная ТДЦК.442259.019; 6 – аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная South Galaxy G3; 7 – сканер

10.3.6 С помощью специализированного программного обеспечения (среда создания сценария) ТДЦК.80253-01, входящего в состав установки измерительной - имитатора сигналов прецизионного многофункционального К2-99, сформировать пять сценариев для многоэлементного объекта, имитирующие длину базисных линий 1000, 5000, 10000, 20000 и 30000 м соответственно. Параметры сценариев имитации радионавигационного поля для вышеперечисленных длин базисных линий приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры сценариев имитации радионавигационного поля

Наименование характеристики	Значение
<i>Общие параметры для всех сценариев</i>	
Формируемые спутниковые радионавигационные сигналы: ГЛОНАСС GPS GALILEO BeiDou QZSS	L1OF, L2OF L1 C/A, L1C, L2C, L5 E1, E5a и E5b B1 L1 C/A
Количество НКА	текущая группировка
Продолжительность, с	1800
Дискретность формирования спутниковых радионавигационных сигналов, с	0,1
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует ионосфера присутствует
<i>Для длины базисной линии 1 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - сканер)	B = 60°00,5385399'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 5 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - испытываемый сканер)	B = 60°02,6926920'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 10 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - испытываемый сканер)	B = 60°05,3853656'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 20 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - испытываемый сканер)	B = 60°10,7706575'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 30 000 м</i>	

Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - испытываемый сканер)	B = 60°16,1558760'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м

10.3.7 Провести измерения в режиме «Статика» в соответствии с РЭ с периодичностью записи измерительной информации 1 измерение в секунду. Повторить измерения для каждой длины базисной линии не менее 10 раз.

10.3.8 Учитывая, что данные измерений накапливаются во внутренней памяти, используя USB-кабель, произвести передачу результатов полученных измерений в ПК, на котором установлено ПО для постобработки геодезических измерений. С помощью данного ПО произвести постобработку результатов выполненных измерений и получить приращения координат пунктов, определяющих базисные линии в метрах - $\Delta B_{изм.ij}$, $\Delta L_{изм.ij}$, $\Delta H_{изм.ij}$, где i - номер измерения, j - номер базисной линии.

10.3.9 Определить расстояние, полученное по j -ой линии с помощью испытываемого сканера в i -ом приеме измерений между пунктами в плане по формуле

$$S_{изм.ij} = \sqrt{\Delta B_{изм.ij}^2 + \Delta L_{изм.ij}^2} \quad (4)$$

10.3.10 Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане по формулам

$$\Delta S_{ij} = S_{изм.ij} - S_{ист.j}, \quad (5)$$

$$dS_j = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta S_{ij}, \quad (6)$$

где $S_{ист.j}$ - действительное значение длины базиса; i - номер измерения; N - количество измерений.

10.3.11 Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса по высоте по формулам

$$\Delta H_{ij} = H_{изм.ij} - H_{ист.j}, \quad (7)$$

$$dH_j = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta H_{ij}, \quad (8)$$

где $H_{ист.j}$ - действительное значение высоты; i - номер измерения; N - количество измерений.

10.3.12 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса в плане по формуле

$$\sigma_{S_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta S_{ij} - dS_j)^2}{N - 1}} \quad (9)$$

10.3.13 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса по высоте по формуле

$$\sigma_{H_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta H_{ij} - dH_j)^2}{N - 1}} \quad (10)$$

10.3.14 Определить доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане по формуле

$$P_{S_j} = \pm (|dS_j| + 2\sigma_{S_j}) \quad (11)$$

и по высоте по формуле

$$P_{H_j} = \pm (|dH_j| + 2\sigma_{H_j}) \quad (12)$$

10.3.15 Результаты поверки считать положительными (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа), если значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длин базиса при вероятности 0,95 для выбранных длин базиса находятся в пределах $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане и $\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте, где D - измеренная длина базиса в миллиметрах. При получении отрицательных результатов (несоответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа) поверку сканеров прекращают.

10.4 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)»

10.4.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» следует выбрать базисную линию протяженностью $(100 \pm 10\%)$ м, входящую в состав комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда). В качестве базовой станции, устанавливаемой на опорном пункте комплекса для формирования фазовых поправок к измерениям псевдодалностей испытываемого сканера, использовать аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3.

10.4.2 Разместить аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3 на пункт из состава комплекса, включить ее в соответствии с РЭ на нее, внести опорные координаты и настроить на выдачу фазовых поправок для реализации режима «Кинематика в реальном времени (RTK)» в сканере.

10.4.3 Установить испытываемый сканер на определяемый пункт, расположенный на базисной линии, провести измерения в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)», выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ. Повторить измерения, указанные в данном пункте не менее 10 раз.

10.4.4 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» в диапазоне длин базисных линий до 30 км использовать установку измерительную - имитатор сигналов прецизионный многофункциональный К2-99.

10.4.5 Собрать рабочее место в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

10.4.6 С помощью специализированного программного обеспечения (среда создания сценария) ТДЦК.80253-01, входящего в состав установки измерительной - имитатора сигналов прецизионного многофункционального К2-99, сформировать пять сценариев для многоэлементного объекта. При этом сценарии имитации формируют радионавигационное поле для одного статического объекта (База) и одного динамического объекта (Ровер), движущегося относительно статического объекта с постоянной скоростью. Параметры сценариев имитации радионавигационного поля для вышеперечисленных длин базисных линий приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Параметры сценариев имитации радионавигационного поля

Наименование характеристики	Значение
<i>Общие параметры для всех сценариев</i>	
Формируемые спутниковые радионавигационные сигналы:	

ГЛОНАСС GPS GALILEO BeiDou QZSS	L1OF, L2OF L1 C/A, L1C, L2C, L5 E1, E5a и E5b B1 L1 C/A
Количество НКА	текущая группировка
Продолжительность, с	1800
Параметры движения точки 2 (ровер - испытываемый сканер) относительно точки 1 (база - South Galaxy G3):	
1) стоянка в течение, с	60
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1
- длительность, с	240
2) стоянка в течение, с	20
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1
- длительность, с	280
3) стоянка в течение, с	20
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1
- длительность, с	280
4) стоянка в течение, с	20
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1
- длительность, с	280
5) стоянка в течение, с	20
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1
- длительность, с	280
6) стоянка в течение, с	300
Дискретность формирования спутниковых радионавигационных сигналов, с	0,1
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует ионосфера присутствует
Направление движения точки 2 (ровер)	север
<i>Для длины базисной линии 1 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - испытываемый сканер) до начала движения	B = 60°00,5385399'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 5 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - испытываемый сканер) до начала движения	B = 60°02,6926920'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 10 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N

	L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - испытываемый сканер) до начала движения	B = 60°05,3853656'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 20 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - испытываемый сканер) до начала движения	B = 60°10,7706575'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 30 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - испытываемый сканер) до начала движения	B = 60°16,1558760'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м

10.4.7 Провести измерения в режиме «Кинематика с постобработкой», выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ.

10.4.8 Учитывая, что данные измерений накапливаются во внутренней памяти, используя USB-кабель, произвести передачу результатов полученных измерений в ПК, на котором установлено ПО для постобработки геодезических измерений. С помощью данного ПО произвести постобработку результатов выполненных измерений и получить приращения координат пунктов, определяющих базисные линии в метрах - $\Delta B_{изм.ij}$, $\Delta L_{изм.ij}$, $\Delta H_{изм.ij}$, где i - номер измерения, j - номер базисной линии.

10.4.9 Определить по полученным данным расстояние, полученное с помощью испытываемого сканера в i -ом приеме измерений между пунктами в плане по формуле (4).

10.4.10 Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (5), (6) и (7), (8), соответственно.

10.4.11 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (9) и (10), соответственно.

10.4.12 Определить доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане по формуле (11) и по высоте по формуле (12).

10.4.13 Провести измерения аналогично п.10.4.6, 10.4.7 в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ.

10.4.14 Вычислить доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане и по высоте по формулам (4) - (12).

10.4.15 Результаты поверки считать положительными (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа), если значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базисов при вероятности 0,95 для выбранных длин базиса в режиме «Кинематика с постобработкой» находятся в пределах:

- в плане - $\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм ;

- по высоте - $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм.

где D - измеренная длина базиса в миллиметрах;

а в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» находятся в пределах:

- в плане – $\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм ;
- по высоте – $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм.

где D - измеренная длина базиса в миллиметрах.

При получении отрицательных результатов (несоответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа) поверку сканеров прекращают.

10.5 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика

10.5.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика следует выбрать базисную линию протяженностью $(100 \pm 10\%)$ м, входящую в состав комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда). В качестве базовой станции, устанавливаемой на опорном пункте комплекса для формирования фазовых поправок к измерениям псевдодальностей испытываемого сканера, использовать аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3.

10.5.2 Разместить аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3 на пункт из состава комплекса, включить ее в соответствии с РЭ на нее, внести опорные координаты и настроить на выдачу фазовых поправок для реализации режима «Кинематика в реальном времени (RTK)» в сканере.

10.5.3 Разместить испытываемый сканер на определяемом пункте комплекса и настроить на прием фазовых поправок, формируемых аппаратурой South Galaxy G3.

10.5.4 На пункте провести калибровку инерциального (IMU) датчика в соответствии с РЭ. Произвести на пункте совместные измерения в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ. При измерениях производить наклон сканера относительно линии отвеса в диапазоне от нуля до шестидесяти градусов в следующем порядке: на первой точке задать угол наклона равный 0° , далее изменять угол наклона с шагом 10° , угол наклона задавать при помощи оптического квадранта.

10.5.5 Используя USB-кабель, произвести передачу полученных результатов измерений на ПК иполучить приращения координат пунктов, определяющих базисную линию в метрах $-\Delta B_{изм,i}$, $\Delta L_{изм,i}$, $\Delta H_{изм,i}$, где i - номер измерения.

10.5.6 Определить по полученным данным расстояние, полученное для базисной линии с помощью испытываемого сканера в i -ом приеме измерений между пунктами в плане по формуле (4).

10.5.7 Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (5), (6) и (7), (8), соответственно.

10.5.8 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (9) и (10), соответственно.

10.5.9 Определить доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане по формуле (11) и по высоте по формуле (12).

10.5.10 Результаты поверки считать положительными (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа), если значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса при вероятности 0,95 в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика находятся в пределах:

- в плане – $\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D + 8 + 0,7 \cdot \alpha)$ мм;
- по высоте – $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D + 8 + 0,7 \cdot \alpha)$ мм,

где D - измеренная длина базиса в миллиметрах, α - коэффициент от 0 до 60, соответствующий углу наклона аппаратуры в градусах.

При получении отрицательных результатов (несоответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа) поверку сканеров прекращают.

10.6 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане и по высоте удаленных объектов относительно сканера фотограмметрическим методом в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика

10.6.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения местоположения удаленных объектов относительно аппаратуры фотограмметрическим методом в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика для сканера модификации ESL1 использовать пункты из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда) с известными координатами и их взаимного планового и высотного положения дополнительно к центральному пункту комплекса. В качестве базовой станции, устанавливаемой на опорном пункте комплекса для формирования фазовых поправок к измерениям псевдодальностей испытываемого сканера, использовать аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3.

10.6.2 Разместить аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3 на пункт из состава комплекса, внести опорные координаты и настроить на выдачу фазовых поправок для реализации режима «Кинематика в реальном времени (RTK)» в сканере модификации ESL1.

10.6.3 С применением тахеометра электронного Leica TS30 (рабочий эталон 2-разряда) относительно определяемого пункта, в качестве которого используется один из пунктов комплекса с известными координатами, подготовить базисную линию длиной $(15 \pm 10\%)$ м для определения местоположения удаленных объектов относительно аппаратуры фотограмметрическим методом.

10.6.4 В соответствии с требованиями РЭ на сканер модификации ESL1 провести измерения фотограмметрическим методом определяемого пункта из состава комплекса для базисной линии, подготовленной в соответствии с п.10.6.3.

10.6.5 Координаты пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» при расчетах принимать в качестве опорных.

10.6.6 Определить по полученным данным расстояние, полученное для базисной линии с помощью испытываемого сканера модификации ESL1 в i -ом приеме измерений между пунктами в плане по формуле (4).

10.6.7 Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (5), (6) и (7), (8), соответственно.

10.6.8 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (9) и (10), соответственно.

10.6.9 Определить доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане по формуле (11) и по высоте по формуле (12).

10.6.10 Результаты поверки считать положительными (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа), если значения доверительных границ абсолютной погрешности при вероятности 0,95 определения координат местоположения в плане и по высоте удаленных объектов относительно сканера фотограмметрическим методом в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием инерциального (IMU) датчика для сканера модификации ESL1 находятся в пределах:

- в плане – $\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D + 10)$ мм;

- по высоте – $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D + 15)$ мм,

где D - измеренная длина базиса в миллиметрах.

При получении отрицательных результатов (несоответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа) поверку сканеров прекращают.

10.7 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием алгоритма SLAM-измерений

10.7.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием алгоритма SLAM-измерений для сканера модификации ESL1 выбрать базисную линию протяженностью $(100 \pm 10\%)$ м, входящую в состав комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда). В качестве базовой станции, устанавливаемой на опорном пункте комплекса для формирования фазовых поправок к измерениям псевдодальностей испытываемого сканера, использовать аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3.

10.7.2 Разместить аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3 на пункт из состава комплекса, включить ее в соответствии с РЭ на нее, внести опорные координаты и настроить на выдачу фазовых поправок для реализации режима «Кинематика в реальном времени (RTK)» в сканере модификации ESL1.

10.7.3 В соответствии с РЭ на сканер модификации ESL1 настроить прием фазовых поправок к измерениям псевдодальностей и перейти в режим «Кинематика в реальном времени (RTK)».

10.7.4 Перенести сканер модификации ESL1, не выключая режим «Кинематика в реальном времени (RTK)», на пункт из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России», расположенный внутри здания для ограничения приема радионавигационных сигналов ГНСС.

10.7.5 С момента пропадания радионавигационных сигналов ГНСС в помещении запустить секундомер.

10.7.6 По истечении 120 секунд зафиксировать значения координат определяемого пункта.

10.7.7 Провести аналогичные измерения не менее 10-ти раз.

10.7.8 Используя USB-кабель, произвести передачу полученных результатов измерений на ПК и получить приращенные координат пунктов, определяющих базисную линию в метрах $-\Delta B_{\text{изм.}i}$, $\Delta L_{\text{изм.}i}$, $\Delta H_{\text{изм.}i}$, где i - номер измерения.

10.7.9 Определить по полученным данным расстояние, полученное для базисной линии с помощью испытываемого сканера в i -ом приеме измерений между пунктами в плане по формуле (4).

10.7.10 Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (5), (6) и (7), (8), соответственно.

10.7.11 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (9) и (10), соответственно.

10.7.12 Определить доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане по формуле (11) и по высоте по формуле (12).

10.7.13 Результаты поверки считать положительными (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа), если значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса при вероятности 0,95 в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с использованием алгоритма SLAM-измерений для сканера модификации ESL1 находятся в пределах:

- в плане – $\pm 2 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D + 10)$ мм;

- по высоте – $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D + 15)$ мм,

где D - измеренная длина базиса в миллиметрах.

При получении отрицательных результатов (несоответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа) поверку сканеров прекращают.

10.8 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения»

10.8.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения» использовать пункты из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда) с известными координатами и их взаимного планового и высотного положения дополнительно к центральному пункту комплекса. В качестве базовой станции, устанавливаемой на опорном пункте комплекса для формирования кодовых поправок к измерениям псевдодальностей испытываемого сканера, использовать аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3.

10.8.2 Разместить аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3 на пункт из состава комплекса, внести опорные координаты и настроить на выдачу кодовых поправок для реализации режима «Дифференциальные кодовые измерения» в сканере.

10.8.3 Поверяемый сканер поочередно устанавливать на выбранных пунктах комплекса. Произвести на них измерения в режиме «Дифференциальные кодовые измерения» с записью измерительной информации во внутреннюю память сканера в формате NMEA-0183 в течение 1 часа на каждом пункте, выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ.

10.8.4 Координаты пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» при расчетах принимать в качестве опорных.

10.8.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерения широты по формуле

$$\Delta B(j) = B(j) - B_{ref} \quad (13)$$

где $B(j)$ - широта, измеренная аппаратурой, градус; B_{ref} - широта пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России», градус.

10.8.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерения долготы по формуле

$$\Delta L(j) = L(j) - L_{ref} \quad (14)$$

где $L(j)$ - долгота, измеренная аппаратурой, градус; L_{ref} - долгота пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России», градус.

10.8.7 Перевести полученные значения абсолютной погрешности измерения широты и долготы в метры по формулам:

- для широты

$$\Delta B_j' = \frac{\Delta B(j) \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot (1 - e^2)}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{ref})^{3/2}} \quad (15)$$

- для долготы

$$\Delta L_j' = \frac{\Delta L(j) \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot \cos B_{ref}}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{ref})^{1/2}} \quad (16)$$

где $\Delta B(j)$, $\Delta L(j)$ — абсолютная погрешность измерения широты и долготы на j -ю эпоху, градус; a — большая полуось эллипсоида, м; e — первый эксцентриситет эллипсоида.

10.8.8 Рассчитать математическое ожидание абсолютной погрешности измерения широты и долготы по формулам

$$M_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta B_j' \quad (17)$$

$$M_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta L_j' \quad (18)$$

где N — количество измерений.

10.8.9 Рассчитать СКО абсолютной погрешности измерения широты и долготы по формулам

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta B_j' - M_B)^2}{N-1}} \quad (19)$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta L_j' - M_L)^2}{N-1}} \quad (20)$$

10.8.10 Рассчитать доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане по формуле

$$P_{\text{план}} = \pm(\sqrt{M_B^2 + M_L^2} + 2 \cdot \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_L^2}) \quad (21)$$

10.8.11 Рассчитать абсолютную погрешность измерения высоты по формуле

$$\Delta H(j) = H(j) - H_{\text{ref}} \quad (22)$$

где $H(j)$ - высота, измеренная аппаратурой, м; H_{ref} - высота пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России», м.

10.8.12 Рассчитать математическое ожидание абсолютной погрешности измерений высоты по формуле

$$M_H = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta H(j) \quad (23)$$

10.8.13 Рассчитать СКО абсолютной погрешности измерения высоты по формуле

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta H(j) - M_H)^2}{N-1}} \quad (24)$$

10.8.14 Рассчитать доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений высоты по формуле

$$P_H = \pm(|M_H| + 2 \cdot \sigma_H) \quad (25)$$

10.8.15 Результаты поверки считать положительными (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа), если значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения» при вероятности 0,95 находятся в пределах $\pm 2 (250 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане и $\pm 2 (500 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте, где D - измеренная длина базиса в миллиметрах.

При получении отрицательных результатов (несоответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа) поверку сканеров прекращают.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки сканеров передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие метрологическим требованиям) выдается свидетельство о поверке.

11.3 По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

11.4 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, возможно оформление протокола поверки.

11.5 Защита сканеров от несанкционированного вмешательства не предусмотрена, дополнительных действий по соблюдению требований по защите сканеров от несанкционированного вмешательства не требуется

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

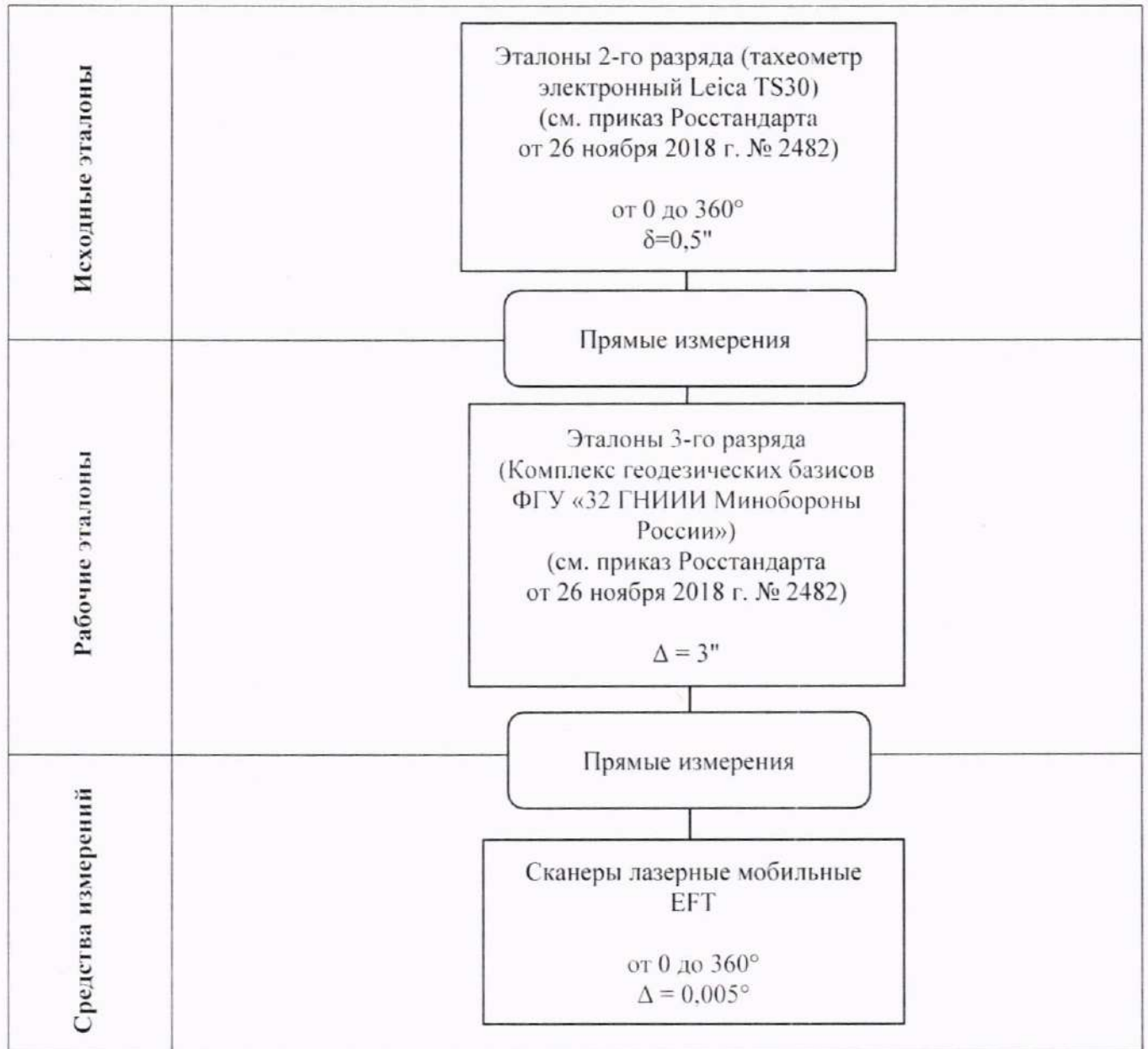
 С.Г. Серко

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

 К.А. Шарганов

Приложение А
(обязательное)

СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ
для сканеров лазерных мобильных EFT



Начальник ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



Т.Ф. Мамлеев