

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапинов

« 06 » 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Терминалы телематические FORT-114

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-306-2024

г. Чехов
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки терминалов телематических FORT-114 (далее – терминалы), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины методом прямых измерений от рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «28» декабря 2023 г. № 2821, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному специальному эталону координат местоположения ГЭТ 218-2022.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах 1 - 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики FORT-114M, FORT-114EM

Наименование характеристики	Значение
Доверительные границы абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения координат местоположения в плане при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A), при скорости движения от 0 до 100 м/с, геометрическом факторе PDOP не более 2, м	± 7
Доверительные границы абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения высоты при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A), при скорости движения от 0 до 100 м/с, геометрическом факторе PDOP не более 2, м	± 10
Доверительные границы абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения скорости в диапазоне от 0 до 100 м/с, при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A), геометрическом факторе PDOP не более 2, м/с	$\pm 0,1$

Таблица 2 – Метрологические характеристики FORT-114-PLUS

Наименование характеристики	Значение
Доверительные границы абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения координат местоположения в плане при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A, L5), при скорости движения от 0 до 100 м/с, геометрическом факторе PDOP не более 2, м	± 7
Доверительные границы абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения высоты при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A, L5), при скорости движения от 0 до 100 м/с, геометрическом факторе PDOP не более 2, м	± 10
Доверительные границы абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения скорости в диапазоне от 0 до 100 м/с, при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A, L5), геометрическом факторе PDOP не более 2, м/с	$\pm 0,1$

1.4 Метрологические характеристики терминалов подтверждаются методом непосредственного сличения.

1.5 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции поверки	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
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 При проведении поверки в лаборатории соблюдают следующие условия:

– температура окружающей среды, °C от -40 до +85

– относительная влажность воздуха, не более, % 80

3.2 В помещении не должно быть сквозняков и сильных конвекционных воздушных потоков.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку средства измерений

К проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемое устройство и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение 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	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -40 °C до +85 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с погрешностью не более 2%	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «28» декабря 2023 г. № 2821 – Имитатор	Имитаторы сигналов глобальных навигационных спутниковых систем GSG, рег. № 83742-21

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	сигналов ГНСС (ГЛОНАСС, GPS, Beidou), предел допускаемой погрешности формирования координат местоположения потребителя ГНСС в системе координат WGS-84 не более 5 м, предел допускаемой погрешности формирования скорости потребителя ГНСС не более 0,1 м/с	

5.2 Допускается использование других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

5.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть зарегистрированы в ФИФОЕИ, утвержденного типа, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

5.4 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и поверяемого средства измерений, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

6.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы поверяемого средства измерений и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводится визуально:

- 7.2 Контроллер допускается к дальнейшей поверке, если
- внешний вид и комплектность контроллера соответствует описанию типа;
 - отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки;
 - отсутствуют видимые механические повреждения корпуса, все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.

7.3 При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и устройство допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, устройство к дальнейшей поверке не допускается, результаты поверки признают отрицательными.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Средства поверки и терминал выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов.

8.2 Средства поверки и терминал подготавливают к работе в соответствии с их

эксплуатационными документами.

8.3 Для опробования необходимо включить терминал в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.4 Необходимо убедиться, что загорелся индикатор статуса питания на терминале;

8.5 При помощи персонального компьютера с установленным программным обеспечением (далее по тексту – ПО) подключиться к терминалу в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.6 Результаты опробования считаются положительными, если загорелся индикатор включения и удалось подключиться к терминалу при помощи персонального компьютера.

8.7 Результаты опробования считаются отрицательными при

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 При проверке идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) терминала проверяется номер версии (идентификационный номер ПО) указанные в описании типа на терминалы и приведенные в таблицах 5 и 6.

9.2 При помощи ПО Fort Configurator установить соединение с терминалом. После подключения к терминалу, его модель и версия встроенного ПО будут отображаться в верхней части приложения.

9.3 Сравнить номер версии (идентификационный номер ПО) с соответствующими идентификационными данными, указанными в таблице 5, в зависимости от модификации терминала.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО терминалов FORT-114M, FORT-114EM

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	fort-114m v1.68b35 h5.40.dfu
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.68b35
Цифровой идентификатор ПО	-

Таблица 6 – Идентификационные данные ПО терминалов FORT-114-PLUS

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	fort-114p v1.68b35 h5.50.dfu
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.68b35
Цифровой идентификатор ПО	-

9.4 Результаты проверки идентификационных данных ПО считают положительными, если номер версии ПО терминала совпадает. При получении отрицательных результатов проверки, при несовпадении номера версии ПО терминала, проверку терминала прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

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

10.1 **Определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения координат местоположения в плане и координат высоты.**

10.1.1 Подключить источник питания к терминалу, и подключить терминал к персональному компьютеру по USB.

10.1.2 Запустить ПО «Fort Configurator». В строке «IMEI» выбрать подключенный терминал и нажать кнопку «Подключить/отключить терминал».

10.1.3 С помощью ПО «Fort Configurator» нужно считать конфигурацию для каждого из образцов, и отключить использование пользовательских настроек GPS модуля в разделе «Мониторинг транспорта – Настройки GNSS» для терминалов FORT-114M, FORT-114EM. Использование пользовательских настроек GPS модуля должно быть включено для терминала FORT-114-PLUS. В этих настройках должны быть заданы значения:

- минимальное количество спутников начального определения координат – 4
- минимальный угол возвышения спутников – 5
- использовать спутники: GPS, GPS L5, ГЛОНАСС

Остальные навигационные системы должны быть отключены.

После изменения настроек необходимо загрузить конфигурации в образцы и выполнить их перезагрузку нажав кнопку «Перезагрузить терминал» для применения конфигурации.

10.1.4 С помощью ПО «Fort Configurator» нужно подключиться к терминалу. Нажать на кнопку «Отладка», перейти в раздел «NMEA» и перевести терминал в режим передачи данных протокола NMEA через виртуальный COM порт нажав на кнопку «Включить трансляцию NMEA потока в USB».

10.1.5 Запустить любое ПО для мониторинга COM порта, например Terminal 1.9, открыть порт на чтение и запустить запись log файла.

10.1.6 Собрать схему рабочего места в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 - Схема проведения измерений при поверке

10.1.7 Подготовить Имитатор сигналов глобальных спутниковых систем (далее – иммитатор ГНСС) к работе в соответствии с ЭД.

10.1.8 Запустить на имитаторе сценарий имитации систем ГЛОНАСС/GPS с параметрами, приведенными в таблице 7, при этом контролировать, чтобы значение геометрического фактора PDOP не превышало 2.

Таблица 7 – параметры сценария имитации навигационных сигналов в статическом режиме НАП

Наименование параметра	Значение
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС (L1, код СТ) GPS (L1, код C/A, L5)
Продолжительность подготовки терминалов к измерениям	15 минут
Продолжительность сценария для измерений	20 минут
Полная продолжительность сценария	35 минут
Количество каналов:	
ГЛОНАСС	8
GPS	8
Параметры среды распространения навигационных сигналов: тропосфера, ионосфера	отсутствует
Координаты в системе координат WGS-84 (стоянка):	
Широта	60°00'000000 N
Долгота	030°00'000000 E
высота, м	100,00
Примечание – в течении 15 минут продолжительности подготовки терминалов к измерениям после запуска сценария обеспечивается полная загрузка альманаха/эфемерид от спутников ГНСС терминалом. Данные значения следует не учитывать при измерениях.	

10.1.9 Выделить из файла информацию, содержащуюся в сообщениях GGA (RMC), об определенных в ходе поверки координатах местоположения: широты (B), долготы (L) и высоты (H) (не менее 300 измерений).

10.1.10 Определить систематическую составляющую погрешности определения координат широты (ΔB_i^G), долготы (ΔL_i^G) и высоты (ΔH_i) по формулам 1-3.

для координаты B (широта):

$$\Delta B_i^G = B_i - B_{N_i}, i = 1 \dots N, \quad (1)$$

где B_i - измеренное значение координаты B в i-й момент времени, в угловых секундах;
 B_{N_i} - действительное значение координаты B в i-й момент времени, в угловых секундах.

для координаты L (долгота):

$$\Delta L_i^G = L_i - L_{N_i}, i = 1 \dots N, \quad (2)$$

где L_i - измеренное значение координаты L в i-й момент времени, в угловых секундах;
 L_{N_i} - действительное значение координаты L в i-й момент времени, в угловых секундах.

для координаты H (высота):

$$\Delta H_i = H_i - H_{N_i}, i = 1 \dots N, \quad (3)$$

где H_i - измеренное значение координаты H в i-й момент времени, в метрах;
 H_{N_i} - действительное значение координаты H в i-й момент времени, в метрах.

10.1.11 Перевести значения систематических составляющих погрешности определения координат в плане ΔB_i^G и ΔL_i^G из угловых секунд в метры (ΔB_i , ΔL_i) по формулам 4 и 5.

для широты (B):

$$\Delta B_i = \frac{a \cdot (1 - e^2)}{\sqrt{\left(1 - e^2 \sin^2\left(B_{N_i} \cdot \frac{\pi}{180^\circ}\right)\right)^3}} \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \cdot \frac{\Delta B_i^G}{3600''} \quad (4)$$

для долготы (L):

$$\Delta L_i = \frac{a \cdot (1 - e^2) \cdot \cos\left(B_{N_i} \cdot \frac{\pi}{180^\circ}\right)}{\sqrt{\left(1 - e^2 \sin^2\left(B_{N_i} \cdot \frac{\pi}{180^\circ}\right)\right)^3}} \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \cdot \frac{\Delta L_i^G}{3600''} \quad (5)$$

где a - большая полуось эллипсоида WGS-84, $a = 6378137,0$, м;

e - первый эксцентриситет эллипсоида WGS-84, $e = 0,08181919084262$;

B_{N_i} - действительное значение координаты B в i-й момент времени, в угловых секундах.

10.1.12 Вычислить среднее значение погрешности определения координат широты M_B , долготы M_L и высоты M_H по формулам 6-8.

$$M_B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta B_i, \quad (6)$$

$$M_L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta L_i, \quad (7)$$

$$M_H = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta H_i, \quad (8)$$

где N - количество измерений (из файла сообщений NMEA-0183 в строках GGA (RMC)).

10.1.13 Вычислить среднеквадратическое отклонение (СКО) результатов определения координат широты σ_B , долготы σ_L и высоты σ_H по формулам 9-11

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta B_i - M_B)^2}{N - 1}} \quad (9)$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta L_i - M_L)^2}{N - 1}} \quad (10)$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta H_i - M_H)^2}{N - 1}} \quad (11)$$

10.1.14 Рассчитать абсолютную погрешность определения координат (по уровню вероятности 0,67) в плане $\Delta P_{B,L}$ по формуле 12

$$\Delta P_{B,L} = \sqrt{M_B^2 + M_L^2 + \sigma_B^2 + \sigma_L^2} \quad (12)$$

10.1.15 Рассчитать абсолютную погрешность определения координат (по уровню вероятности 0,67) высоты ΔP_H по формуле 13.

$$\Delta P_H = M_H + \sigma_H \quad (13)$$

10.1.16 Запустить на имитаторе сценарий имитации систем ГЛОНАСС/GPS с параметрами, приведенными в таблице 8, при этом контролировать, чтобы значение геометрического фактора PDOP не превышало 2.

Таблица 8 – параметры сценария имитации навигационных сигналов в динамическом режиме НАП

Наименование параметра	Значение
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС (L1, код СТ) GPS (L1, код C/A, L5)
Продолжительность подготовки терминалов к измерениям (стоянка)	15 минут
Продолжительность движения при скорости 5 м/с	15 минут
Продолжительность движения при ускорении 5 м/с ²	9 секунд
Продолжительность движения при скорости 50 м/с	15 минут
Продолжительность движения при ускорении 5 м/с ²	10 секунд
Продолжительность движения при скорости 100 м/с	15 минут
Полная продолжительность сценария	60 минут 19 секунд
Количество каналов:	
ГЛОНАСС	8
GPS	8
Параметры среды распространения навигационных сигналов: тропосфера, ионосфера	отсутствует
Начальные координаты в системе координат WGS-84:	
Широта	60°00'000000 N
Долгота	030°00'000000 E
высота, м	100,00
Примечание – в течении 15 минут продолжительности подготовки терминалов к измерениям после запуска сценария обеспечивается полная загрузка альманаха/эфемерид от спутников ГНСС терминалом. Данные значения следует не учитывать при измерениях. Измерения во время движения при ускорении следует не учитывать при измерениях.	

10.1.17 Выполнить пункты 10.1.3 – 10.1.9 для сценария имитации навигационных сигналов в динамическом режиме НАП при каждом значении скорости

10.1.18 Результаты определения абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения координат местоположения в плане и координат высоты считать положительными, если значения погрешностей (по уровню вероятности 0,67) определения координат в плане при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A, L5) геометрическом факторе (PDOP) не более 2, не превышают в статическом и динамическом режиме ± 7 м и если значения погрешностей (по уровню вероятности 0,67) определения высоты не превышают в статическом и динамическом режиме ± 10 м. При

получении отрицательных результатов поверку прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

10.2 Определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения скорости в диапазоне от 0 до 100 м/с

10.2.1 Выделить из лог-файла терминала информацию, содержащуюся в сообщениях RMC, об определенных в ходе поверки скоростях в интервалах времени измерений не менее 5 минут при каждом имитируемом значении скорости, либо не менее 300 измерений.

10.2.2 Определить систематическую составляющую погрешности определения скорости ΔV_i по формуле 14.

$$\Delta V_i = V_i - V_{N_i}, i = 1 \dots N, \quad (14)$$

где V_i - измеренное значение скорости в i -й момент времени, м/с;

V_{N_i} - действительное значение скорости в i -й момент времени, м/с.

N - число измерений, не менее 300.

Примечание – для перехода из единицы узел в метр в секунду использовать соотношение: 1 уз = 0,514(4) м/с.

10.2.3 Вычислить среднее значение погрешности определения скорости M_V по формуле 15.

$$M_V = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta V_i \quad (15)$$

10.2.4 Вычислить среднеквадратическое отклонение (СКО) результатов определения скорости σ_V по формуле 16.

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta V_i - M_V)^2}{N - 1}} \quad (16)$$

10.2.5 Рассчитать абсолютную погрешность определения скорости (по уровню вероятности 0,67) P_V по формуле 17

$$P_V = \pm (|M_V| + \sigma_V) \quad (17)$$

Примечание – знак абсолютной погрешности измерений скорости принимают тот же, что и при вычислении систематической погрешности измерений скорости.

10.2.6 Выполнить пункты 10.2.1 – 10.2.5 при каждом значении скорости.

10.2.7 Результаты определения абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения скорости в диапазоне от 0 до 100 м/с считать положительными, если значения погрешностей (по уровню вероятности 0,67) определения скорости при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A, L5) геометрическом факторе (PDOP) не более 2, при каждой имитируемой скорости, не превышают $\pm 0,1$ м/с. При получении отрицательных результатов поверку прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.3.1 Соответствие средства измерений обязательным метрологическим требованиям подтверждается, если при проведении всех операций по таблице 3 настоящей методики получены положительные результаты, и значение погрешностей, определяемых в п. 10.1 и п. 10.2 не превышают значений, указанных в таблицах 1-2.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки.

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца терминала или лица, представившего ее на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке терминала, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению терминала.

11.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Ведущий инженер по метрологии



А.О. Семенцов