

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



[Handwritten signature]
«10»

А.Н. Щипунов

12

2025 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
КОМПЛЕКСЫ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ «СТРИТ ФАЛЬКОН»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-25-059

г.п. Менделеево
2025 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика применяется для поверки комплексов аппаратно-программных «Стрит Фалькон» (далее - комплекс) всех модификаций, используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает объем и методы первичной и периодических поверок.

1.2 Прослеживаемость результатов измерений при поверке комплексов обеспечивается к государственному первичному специальному эталону координат местоположения ГЭТ 218-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта от 07.06.2024 № 1374 и к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360.

1.3 Для определения метрологических характеристик поверяемого комплекса используется метод прямых измерений.

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

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические требования модификации «Стрит Фалькон»-В

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации текущего времени комплексов с национальной шкалой времени UTC(SU), с	± 2

Таблица 2 – Подтверждаемые метрологические требования модификации «Стрит Фалькон Про»

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации текущего времени комплексов с национальной шкалой времени UTC(SU), с	± 2
Диапазон измерений интервалов времени, с	от 6 до 86400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени, с	± 6
Границы допускаемой абсолютной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат комплексов в плане, м	± 10

где * - метрологическая характеристика определена по сигналам от спутников GPS и ГЛОНАСС, принимаемых одновременно, при значениях PDOP ≤ 3

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Для поверки комплексов аппаратно-программных «Стрит Фалькон» должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование операции	№ пункта методики	Проведение операций при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да

Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
Определение абсолютной погрешности синхронизации текущего времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU)	10.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений интервалов времени	10.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат комплекса в плане	10.3	Да	Да

2.2 Объем первичной поверки определяется исходя измерительных задач, решаемых комплексом.

2.3 Предусматривается возможность проведения периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин для модификации «Стрит Фалькон Про». Объем поверки определяется эксплуатирующей организацией в зависимости от применения комплекса. На основании решения эксплуатирующей организации соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и сведения переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2.4 Поверку, обусловленную ремонтом комплекса, проводить в объеме периодической поверки.

2.5 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 3, поверка прекращается и комплекс признаётся непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка производится при рабочих условиях эксплуатации поверяемого комплекса и используемых средств поверки.

3.2 Средства поверки комплекса должны быть подготовлены к работе в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

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 радиотехнических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на комплекс 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 4.

Таблица 4.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Средства измерений, применяемые в качестве рабочих эталонов не ниже 5-го разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, и предназначенные для воспроизведения единиц времени и шкалы времени, синхронизированных с абсолютной погрешностью синхронизации шкалы времени не более 1 мкс; Средства измерений, применяемые в качестве рабочих эталонов не ниже 2-го разряда по ГПС для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 1374 от 07.06.2024, и предназначенные для воспроизведения координат объектов, пределом допускаемой погрешности формирования координат местоположения в плане не более 4 м	Источники первичные точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15 Комплекс эталонный формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег. № 82567-21,
пп. 7 – 10 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -40 до +70 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500 – 12
Вспомогательное оборудование		
пп. 10.1, 10.2	Индикатор времени с точностью отображения времени до 0,0001 с	Индикатор времени «ИВ-1»
п. 10.2	Средство измерений интервалов времени до 10 мин с погрешностью не более $\pm 0,5$ с	Секундомеры механические «Интеграл-01»

5.2 Вместо указанных в таблице 4 средств поверки допускается применять другие аналогичные, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых комплексов с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь сведения о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

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.

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 комплекс, наличие поясняющих надписей;
- целостность разъемов, отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

7.2 Результаты поверки по разделу 7 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 Подготовить комплекс к работе и включить его.

8.2 Убедиться, что на экране появляется стартовая страница после введения соответствующих идентификационных данных. Защита программного обеспечения от изменения метрологически значимой его части реализована путем введения пароля администратора при входе в меню настроек. После запуска программы Street Falcon появляется окно программы с изображением, снимаемым поворотной камерой.

8.3 Результаты поверки по разделу 8 считаются положительными, если функционирование комплекса соответствует п. 8.2.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Используя веб-интерфейс войти во вкладку «Версия ПО»

9.2 Считать идентификационные данные метрологически значимой части ПО.

9.3 Результаты поверки по разделу 9 считать положительными, если идентификационные данные соответствуют указанным в таблице 5.

Таблица 5

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Street Falcon
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2023.2.X
Цифровой идентификатор ПО	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение абсолютной погрешности синхронизации текущего времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU)

Операция выполняется для комплексов всех модификаций

10.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 – Схема проведения измерений

10.1.2 Обеспечить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС в верхней полусфере. Поместить индикатор времени «ИВ-1» в поле зрения поворотной камеры.

10.1.3 С помощью ПО комплекса сформировать пять кадров в течение 10 минут с изображением «ИВ-1». На фотографии должны быть видны время национальной шкалы времени (ШВ) UTC(SU) и время, наложенное на изображение комплексом в соответствии с рисунком 2.

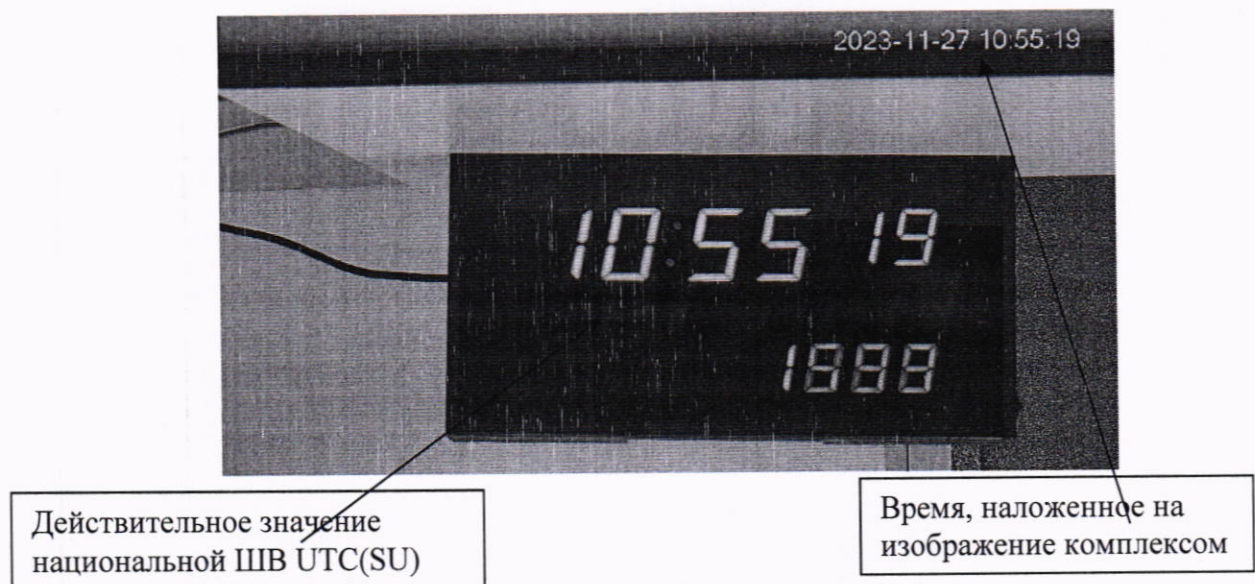


Рисунок 2 – Пример фотографии, сформированной комплексом

10.1.4 Определить абсолютную погрешность синхронизации текущего времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU) по формуле (с учетом поясного времени):

$$\Delta T(j) = T(j) - T_{\text{действ}},$$

где $\Delta T(j)$ – абсолютная погрешность синхронизации текущего времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU) в j -й момент времени, с;

$T(j)$ – время, наложенное на изображение комплексом в j -й момент времени, с;

$T_{\text{действ}}$ – действительное значение национальной ШВ UTC(SU) в j -й момент времени, с.

10.1.5 Результаты поверки по п. 10.1 считать положительными, если для каждого результата измерений значения абсолютной погрешности синхронизации текущего времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU) не более ± 2 с.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений интервалов времени

Операция выполняется только комплексов модификации «Стрит Фалькон Про»

10.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

10.2.2 Убедиться, что комплекс и УКУС-ПИ 02ДМ синхронизированы с национальной координированной шкалой времени UTC(SU).

10.2.3 В браузере указать IP-адрес комплекса и войти в web-интерфейс. Нажать виртуальную кнопку «Начать фиксацию интервала». Через интервал времени примерно равный 6 с, нажать виртуальную кнопку «Закончить фиксацию интервала». При этом комплекс сформирует pdf-файл, содержащий две фотографии индикатора времени «ИВ-1» и интервал времени, рассчитанный комплексом.

10.2.4 Рассчитать значение интервала времени, полученного с помощью УКУС-ПИ 02ДМ по формуле:

$$T_{\text{эт}} = T_{2\text{э}} - T_{1\text{э}},$$

где $T_{1\text{э}}$ – значение времени, показываемого средством визуализации на верхнем фото, с;

$T_{2\text{э}}$ – значение времени, показываемого средством визуализации на нижнем фото, с.

10.2.5 Считать значение интервала времени, измеренного комплексом $T_{\text{к}}$.

10.2.6 Сравнить значение интервала $T_{\text{эт}}$ с временем $T_{\text{к}}$ и определить их разность по формуле (с учетом поясного времени):

$$\Delta T = T_{\text{эт}} - T_{\text{к}}$$

10.2.7 Повторить пп. 4.3.3 – 4.3.6 для интервалов времени 60 с, 600 с (время контролировать секундомером).

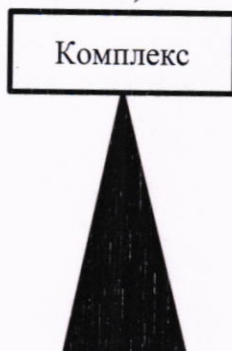
10.2.8 Результаты поверки по п. 10.2 считать положительными, если для всех проведенных измерений значения абсолютной погрешности измерений интервалов времени находятся в пределах ± 6 с.

10.3 Определение абсолютной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат комплекса в плане

Операция выполняется только комплексов модификации «Стрит Фалькон Про»

Вариант 1 (с применением геодезического пункта).

10.3.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 3, установив комплекс на одном из геодезических пунктов из состава рабочего эталона единиц координат местоположения (подключение электропитания не показано).



Геодезический пункт

Рисунок 3 – Схема размещения поверяемого комплекса

10.3.2 Включить комплекс согласно РЭ.

10.3.3 Осуществить запись не менее 3600 NMEA сообщений с частотой 1 Гц для

испытываемого средства.

10.3.4 Из записанных файлов с измерениями выбрать измерения координат местоположения (сообщения $\\$**GGA$ или $\\$**RMC$) по широте и долготе со значениями геометрического фактора $PDOP \leq 3$ (сообщения NMEA $\\$**GSA$).

10.3.5 Выполнить преобразование данных измерений из строк $\\$**RMC$ и $\\$**GGA$ в формат, описанный в таблице 6.

Таблица 6 – Формат файла измерений

Тип данных	Формат
Время	время от начала дня в шкале времени UTC, с
Широта	градусы, XX.XXXXXX°
Долгота	градусы, XX.XXXXXX°
Высота	над эллипсоидом, м

10.3.6 Пересчитать координаты геодезического пункта на фазовый центр антенны аппаратуры, получив координаты опорной точки.

10.3.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерения широты по формуле:

$$\Delta B_i = B_i - B_{ref},$$

где B_i — широта, измеренная аппаратурой, °;

B_{ref} — широта опорной точки, °.

10.3.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения долготы по формуле:

$$\Delta L_i = L_i - L_{ref},$$

где L_i — долгота, измеренная аппаратурой, °;

L_{ref} — долгота опорной точки, °.

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

$$\Delta B'_i = \frac{\Delta B_i \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot (1 - e^2)}{\sqrt{(1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{ref})^3}};$$

$$\Delta L'_i = \frac{\Delta L_i \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot \cos B_{ref}}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{ref}}},$$

где $\Delta B_i, \Delta L_i$ — абсолютная погрешность измерения широты и долготы на i -ю эпоху, °;

a — большая полуось общеземного эллипсоида, м;

e — эксцентриситет общеземного эллипсоида.

10.3.10 Рассчитать математическое ожидание абсолютной погрешности измерения широты и долготы по формулам:

$$M_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta B'_i;$$

$$M_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta L'_i,$$

где N — количество измерений.

10.3.11 Рассчитать СКО абсолютной погрешности измерения широты и долготы по формулам:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta B'_i - M_B)^2}{N-1}};$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta L'_i - M_L)^2}{N-1}}.$$

10.3.12 Рассчитать погрешность (при доверительной вероятности 0,95) измерения координат в плане по формуле:

$$\Pi_l = \pm \left(\sqrt{M_B^2 + M_L^2} + 2 \cdot \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_L^2} \right).$$

Вариант 2 (с применением имитатора сигналов ГНСС).

10.3.13 Собрать схему в соответствии с рисунком 4.

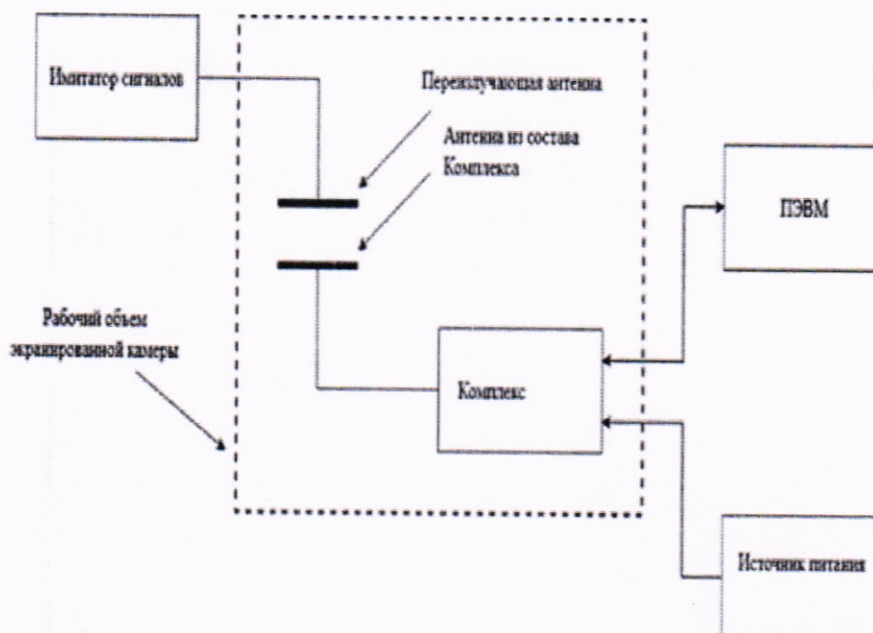


Рисунок 4 – Схема проведения измерений

10.3.14 Осуществить подключение ПЭВМ к комплексу через Ethernet-канал связи.

10.3.15 Запустить имитатор сигналов из состава комплекса эталонного формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР согласно его руководству по эксплуатации.

10.3.16 Запустить комплекс согласно его руководству по эксплуатации.

10.3.17 Запустить веб-браузер на ПЭВМ, указав при этом в графе адреса IP-адрес данного комплекса из паспорта.

10.3.18 На открывшейся странице ввести данные в поле «Логин» и в поле «Пароль». Выждать время прогрева имитатора сигналов до выхода его рабочих параметров на номинальный режим работы.

10.3.19 Запустить на имитаторе сигналов сценарий согласно таблице 7.

Таблица 7 – Параметры сценария

Наименование характеристики	Значение
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС L1, код СТ, GPS L1, код C/A
Время начала воспроизведения сценария	начало дня в шкале времени UTC (SU)
Количество НКА ГЛОНАСС, GPS	текущая группировка
Продолжительность, мин	60
Дискретность записи в файл формируемой траектории движения объекта, с	1
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует, модель stanag ионосфера присутствует, модель весна
Формируемые сигналы функциональных дополнений	нет
Модель движения объекта	неподвижная точка с параметрами: – широта 56°00'00" N – долгота 37°00'00" E – высота 200 м

10.3.20 Начать запись файла измерений комплекса.

10.3.21 После окончания выполнения сценария скачать файл измерений с комплекса.

10.3.22 Подготовить файл траектории сценария с имитатора сигналов в формате, описанном в таблице 8.

Таблица 8 – Формат файла траектории сценария

Тип данных	Формат
Время	время от начала дня в шкале времени UTC (SU), с
Широта	градусы, XX.XXXXXX°
Долгота	градусы, XX.XXXXXX°
Высота	над эллипсоидом, м

10.3.23 Выбрать из файла измерений комплекса строки \$GNRMC и \$GNGGA на эпоху с пространственным геометрическим фактором ухудшения точности PDOP не более 3, указанным в пакете \$GNGSA. Протокол NMEA0183 описан по ссылке https://geostar-navi.com/files/docs/geos5/GeoS_NMEA_protocol_v4_0_rus.pdf (дата обращения 13.11.2024).

10.3.24 Выполнить преобразование данных измерений из строк \$GNRMC и \$GNGGA в формат, описанный в таблице 8.

10.3.25 Провести операции по пп. 10.3.7 – 10.3.12.

10.3.26 Результаты поверки по п. 10.3 считать положительными, если при расчете по любому из вариантов, значение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат комплекса в плане находится в пределах ± 10 м.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки комплекса подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Результаты поверки оформить по установленной форме.

Начальник НИО-6 ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.И. Добровольский