

СОГЛАСОВАНО  
Генеральный директор  
ОАО «ЛИИ им. М.М.Громова»



П.Н. Власов

10 2012 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ГЦИ СИ  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

06 » 11 2012 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

**Комплексы бортовых траекторных  
измерений маневренных самолетов КБТИ-М**

**Методика поверки  
ИКПВ.794129.001 МП**

г.п. Менделеево  
2012 г.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

- 1.1. Настоящая методика поверки распространяется на комплексы бортовых траекторных измерений маневренных самолетов КБТИ-М (далее – аппаратура) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.
- 1.2. Межповерочный интервал - 5 лет.

## 2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

- 2.1. При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		при ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
1. Внешний осмотр.	8.1	да	да
2. Опробование.	8.2	да	да
3. Определение (контроль) метрологических характеристик:	8.3		
3.1 Определение погрешности (по уровню доверительной вероятности 0,95) определения относительных координат в автономном, дифференциальном кодовом и дифференциальном фазовом режимах работы в постобработке	8.3.1	да	да
3.2 Определение погрешности (по уровню доверительной вероятности 0,95) определения составляющих вектора скорости в автономном, дифференциальном кодовом и дифференциальном фазовом режимах работы в постобработке	8.3.2	да	да

## 3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

- 3.1. При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.1	Комплект GNSS-приемников спутниковых геодезических многочастотных SIGMA, диапазон измерений длин базисов, определяемых по приращениям координат от 0 до 30 км, пределы допускаемой погрешности (при доверительной вероятности 0,67) определения приращений координат пунктов в режиме «Псевдокинематика с постобработкой» в плане $\pm (10 + 10^{-6} \cdot D)$ мм, по высоте $\pm (15 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D - расстояние между пунктами в мм. Мобильная лаборатория на базе легкового автомобиля.
8.3.2	Комплект GNSS-приемников спутниковых геодезических многочастотных SIGMA, мобильная лаборатория на базе легкового автомобиля.

- 3.2. Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.
- 3.3. Все средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

- 4.1. Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в порядке, установленном в ПР 50.2.012-94 «ГСИ Порядок аттестации поверителей средств измерений».

#### 5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

- 5.1. При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

#### 6. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

- 6.1. Поверку проводить при следующих условиях:
- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С    | $20 \pm 5$ ;                  |
| - относительная влажность воздуха, %     | $65 \pm 15$ ;                 |
| - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | $100 \pm 4$ ( $750 \pm 30$ ). |

#### 7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

- 7.1. Поверитель должен изучить техническую документацию фирмы-изготовителя и руководства по эксплуатации (РЭ) применяемых средств поверки.
- 7.2. Перед проведением операций поверки необходимо:
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки;
  - заземлить (если это необходимо) рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

#### 8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

- 8.1. Определение погрешности (по уровню доверительной вероятности 0,95) определения приращения координат в постобработке
- 8.1.1. Установить на антенной площадке мобильной лаборатории ФГУП «ВНИИФТРИ» антенну ГНСС ГЛОНАСС/GPS из комплекта аппаратуры. Сигнал с антенны с помощью сплиттера разделить на два, которые подать на антенный вход блока МКИУС-КБТИ-М из состава бортовой аппаратуры КБТИ-М и антенный вход GNSS-приемника спутникового геодезического многочастотного SIGMA.
- 8.1.2. Вышеперечисленные устройства включить и настроить на непрерывный сбор данных с интервалом 1 с в соответствии с руководством по эксплуатации.
- 8.1.3. Установить на одном из геодезических пунктов на крыше 28 корпуса ФГУП «ВНИИФТРИ» базовую контрольную станцию (БКС) из состава наземной аппаратуры КБТИ-М и настроить непрерывный сбор данных с интервалом 1 с в соответствии с руководством по эксплуатации.
- 8.1.4. Проехать на мобильной лаборатории по маршруту с характеристиками, приведенными в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон скоростей	От 0 до 30 м/с
Продолжительность	180 мин. (20 мин. стоянка, 160 мин. движение)
Удаление от базовой станции	От 300 м до 80 км
Наличие объектов, препятствующих приёму навигационного сигнала.	нет
Перепад высот на маршруте	70 м

8.1.5. Данные, полученные с базовой контрольной станции КБТИ-М и SIGMA обработать с помощью ПО Javad Justin в фазовом дифференциальном режиме, получив таким образом опорные значения относительного местоположения и скорости.

8.1.6. Данные, полученные с базовой контрольной станции КБТИ-М и МКИУС КБТИ-М обработать с помощью штатного программно-математического обеспечения в автономном, кодовом и фазовом дифференциальном режимах.

8.1.7. Определить систематическую составляющую погрешности определения координат в плане (широты и долготы) по формулам (1), (2), например, для координаты В (широты):

$$\Delta B(j) = B(j) - B_{оп} , \quad (1)$$

$$dB = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta B(j) , \quad (2)$$

где  $B_{оп}$  – опорное значение координаты В, угл. сек;

$B(j)$  – значение координаты В в j-ый момент времени, угл. сек;

$N$  – количество измерений.

Аналогичным образом определить систематическую составляющую погрешности определения координаты L (долготы).

8.1.8. Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) случайной составляющей погрешности определения координат по формуле (3), например, для координаты В (широты):

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta B(j) - dB)^2}{N-1}} \quad (3)$$

Аналогичным образом определить СКО случайной составляющей погрешности определения координаты L (долготы).

8.1.9. Перевести значения погрешностей определения координат в плане (широты и долготы) из угловых секунд в метры по формулам (4) - (5):

- для широты:

$$\Delta B(m) = \text{arc1}'' \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta B(\text{угл. с}), \quad (4)$$

- для долготы:

$$\Delta L(m) = \text{arc1}'' \frac{a(1-e^2) \cos B}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta L(\text{угл. с}), \quad (5)$$

где  $a$  – большая полуось эллипсоида, м;

$e$  – первый эксцентриситет эллипсоида;

$1'' = 0,000004848136811095359933$  радиан ( $\text{arc } 1''$ ).

Для приближенных расчетов можно применять следующие формулы:

$$\Delta B(m) = 30,92 \cdot \Delta B(\text{угл. с}); \quad \Delta L(m) = 30,92 \cdot \Delta L(\text{угл. с}) \cdot \cos B.$$

8.1.10. Определить погрешность (по уровню доверительной вероятности 0,95) определения относительных координат по формулам (6)-(8):

$$\Pi_B = dB(m) \pm 2 \cdot \sigma_B(m), \quad (6)$$

$$\Pi_L = dL(m) \pm 2 \cdot \sigma_L(m), \quad (7)$$

$$\Pi_h = dh(m) \pm 2 \cdot \sigma_h(m) \quad (8)$$

8.1.11. Вычисления, приведённые в пп.4.10.7 - 4.10.10 провести данных, полученных во всех трёх режимах постобработки результатов измерений КБТИ-М: автономном, дифференциальном кодовом и дифференциальном фазовом.

8.1.12. Результаты испытаний считать положительными, если значения погрешности (по уровню доверительной вероятности 0,95) определения относительных координат в постобработке не превышает:

- в автономном режиме  $\pm 15$  м;
- в кодовом дифференциальном режиме  $\pm 5$  м;
- в фазовом дифференциальном режиме  $\pm 0,7$  м;

8.2. Определение погрешности (по уровню доверительной вероятности 0,95) определения составляющих вектора скорости в постобработке

8.2.1. Для обработки взять массивы данных, полученные в результате выполнения пп. 4.10.5 - 4.10.6.

8.2.2. Определить систематическую составляющую погрешности и среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности определения вектора скорости в плане в соответствии по формулам (8) - (10):

$$\Delta V(j) = V(j) - V_{on}, \quad (8)$$

$$dV = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta V(j), \quad (9)$$

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta V(j) - dV)^2}{N-1}}. \quad (10)$$

где  $V_{on}$  – истинное значение скорости в плане, м/с;

$V_j$  – значение скорости в плане в  $j$ -ый момент времени, м/с;

$N$  – количество измерений.

8.2.3. Определить погрешность (по уровню доверительной вероятности 0,95) определения составляющих вектора скорости по формуле (11):

$$\Pi_V = dV \pm 2\sigma_V. \quad (11)$$

8.2.4. Результаты испытаний считать положительными, если значения погрешности (по уровню доверительной вероятности 0,95) определения составляющих вектора скорости не превышают

- в автономном режиме  $\pm 0,2$  м/с;
- в дифференциальном кодовом режиме  $\pm 0,1$  м/с;
- в дифференциальном фазовом режиме  $\pm 0,1$  м/с.

## 9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 9.1. При положительных результатах поверки комплекса бортовых траекторных измерений маневренных самолетов КБТИ-М выдается свидетельство установленной формы.
- 9.2. На оборотной стороне свидетельства о поверке записывают результаты поверки.
- 9.3. В случае отрицательных результатов поверки поверяемый комплекс бортовых траекторных измерений маневренных самолетов КБТИ-М к дальнейшему применению не допускается. На такую аппаратуру выдается извещение об ее непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.

Начальник 84 отдела  
ФГУП ВНИИФТРИ

Младший научный сотрудник лаборатории  
№ 841 ФГУП ВНИИФТРИ



А.М. Каверин

Д.С.Печерица