

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»



32 ГИИИ МО РФ

А.Ю. Кузин

«30» июня 2006 г.

ИНСТРУКЦИЯ

**Аппаратура навигационная спутниковая
двухчастотная системы GPS DSM-232
фирмы «Trimble Navigation Ltd.», США**

Методика поверки

г. Мытищи, 2006 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру навигационную спутниковую двухчастотную системы GPS DSM-232 (далее – аппаратуру DSM-232) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

1.2 Межповерочный интервал - 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 Перед проведением поверки аппаратуры DSM-232 провести операции подготовки ее к работе.

2.2 Метрологические характеристики аппаратуры DSM-232, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в табл. 1.

Таблица 1. Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	8.1	да	да
Опробование	8.2	да	да
Определение (контроль) метрологических характеристик:	8.3		
Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в кодовом дифференциальном режиме (RTCM) при работе по сигналам GPS	8.3.1	да	да
Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений приращений координат в фазовом дифференциальном режиме реального времени (Real Time Kinematic Position) при работе по сигналам GPS (на расстоянии не более 10 км при времени наблюдения не менее 30 минут)	8.3.2	да	да
Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерения приращений координат в фазовом дифференциальном режиме реального времени (Real Time Kinematic Position) при работе по сигналам GPS (на расстоянии не менее 29 км и не более 30 км при времени наблюдения не менее 1 часа)	8.3.3	да	да
Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерения координат в фазовом дифференциальном режиме с приёмом сигналов спутникового сервиса Omnistar XP/HP при работе по сигналам GPS	8.3.4	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в табл. 2.

Вместо указанных в табл. 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

3.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия на время проведения поверки или оттиск поверительного клейма на приборе или в документации.

Таблица 2. Перечень средств поверки.

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	Эталонный базис 32 ГНИИ МО РФ (средняя квадратическая погрешность (СКП) измерения приращений координат в плане и по высоте ± 1 мм). GPS-приёмник двухчастотный спутниковый геодезический Trimble 5700 (СКП измерения приращений координат в плане не более $5+1 \cdot 10^{-6} \cdot D$, по высоте не более $10+1 \cdot 10^{-6} \cdot D$, где D - значение длины базиса в мм).
8.3.2	Эталонный базис 32 ГНИИ МО РФ. GPS-приёмник двухчастотный спутниковый геодезический Trimble 5700.
8.3.3	Эталонный базис 32 ГНИИ МО РФ. GPS-приёмник двухчастотный спутниковый геодезический Trimble 5700.
8.3.4	Эталонное устройство – геодезический пункт 32 ГНИИ МО РФ (средняя квадратическая погрешность измерения координат относительно пунктов высокоточной геодезической сети ГСВЧ не более 0,1 м).

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 При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:
температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$ (К)..... 20 ± 5 (293 ± 5);
относительная влажность воздуха, %..... 65 ± 15 ;
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)..... 100 ± 4 (750 ± 30).
Напряжение питания от сети постоянного тока, В.....от 19 до 36.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации (РЭ) поверяемой аппаратуры DSM-232 и используемых средств поверки.

7.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемой аппаратуры DSM-232 (наличие интерфейсных, антенных кабелей, шнуров питания и пр.);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) требуемые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима).

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- отсутствие внешних механических повреждений и ослабления элементов конструкции.

Аппаратура DSM-232, имеющая дефекты (механические повреждения), бракуется и направляется в ремонт.

8.2. Опробование.

Опробование (проверку функционирования) аппаратуры DSM-232 провести в следующем порядке:

8.2.1 Установить антенну испытываемой аппаратуры DSM - 232 таким образом, чтобы обеспечить возможность приема радиосигналов космических аппаратов КА спутниковой навигационной системы с верхней полусферы.

8.2.2 Проложить ВЧ кабель от места установки антенны до приемного устройства.

8.2.3 Присоединить ВЧ кабель к приемному устройству и антенне. Перед включением аппаратуры DSM-232 необходимо убедиться в наличии и исправности защитного заземления.

8.2.4 Подключить информационный кабель связи с ПЭВМ к приемному устройству и порту RS-232 ПЭВМ.

8.2.5 Присоединить кабель питания к приемному устройству и адаптеру питания, и подключить адаптер питания к сети. Включить испытываемую аппаратуру нажатием кнопки «Вкл.» на адаптере питания. О включении аппаратуры свидетельствует загорание жидкокристаллического дисплея на лицевой панели корпуса аппаратуры DSM-232.

8.2.6 Произвести установку и запуск программы AgRemote на ПЭВМ. С помощью мыши и клавиатуры установить связь с испытываемой аппаратурой по СОМ-порту со скоростью 38400 кбит/с. Убедиться, что программа принимает данные с аппаратуры. Об этом свидетельствует верхняя строка основного окна программы, где указано величина PDOP и количество видимых спутников.

8.2.7 Результаты опробования считаются положительными, если в основном окне программы отображается величина $PDOP \leq 4$ и количество видимых спутников.

8.2.8 При невыполнении требований п. 8.2.7 аппаратура DSM-232 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик.

8.3.1 Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в кодовом дифференциальном режиме (RTCM) при работе по сигналам GPS.

8.3.1.1 Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в кодовом дифференциальном режиме (RTCM) при работе по сигналам GPS провести с использованием эталонного базиса 32 ГНИИИ МО РФ. С этой целью выполнить действия п.п. 6.2.1 – 6.2.6.

8.3.1.2 Установить порт «А» аппаратуры DSM-232 на приём кодовых дифференци-

альных поправок, а порт «В» на выдачу измерительной информации в формате NMEA с темпом 1 Гц и записью в часовые файлы измерений.

8.3.1.3 Настроить GPS-приемник Trimble 5700 на режим работы «Базовая станция» с выдачей по порту А кодовых поправок согласно технической документации фирмы-изготовителя на приёмник.

8.3.1.4 Установить GPS-приемник Trimble 5700 на одну из точек, ограничивающих базис. Аппаратуру DSM-232 установить на другую точку, ограничивающую базис.

8.3.1.5 Провести операции точного центрирования и горизонтирования антенн приёмника и аппаратуры по отношению к соответствующим точкам, ограничивающим базис.

8.3.1.6 Подключить кабель передачи дифференциальной информации (информационный кабель) к порту А GPS-приемника Trimble 5700 и порту А аппаратуры DSM-232.

8.3.1.7 Провести измерения в течение не менее 1 часа при геометрическом факторе не более 4 с записью файла в память ПЭВМ. По окончании проведения измерений прекратить запись измерительной информации.

8.3.1.8 Провести обработку измерительной информации (строки формата GGA протокола NMEA). Определить систематическую погрешность измерений составляющих координат, например, для координаты В (широты), по формуле:

$$\overline{\Delta}_B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta_{B_i} \quad (1)$$

где: N – количество измерений;

Δ_{B_i} - последовательность i – некоррелированных результатов абсолютных погрешностей измерений координаты В на интервалах наблюдений, определяемых одинаковым числом НКА в обработке при $GDOP \leq 4$;

$i = [1; N]$.

8.3.1.9 Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерения составляющих координат, например, для координаты В (широты), по формуле:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N \left(\Delta_{B_i} - \overline{\Delta}_B \right)^2} \quad (2)$$

Аналогичным образом вычислить погрешность измерений координаты L (долготы) и координаты H (высоты).

8.3.1.10 Определить погрешность (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат, например, для координаты В (широты), по формуле:

$$\Pi_B = \overline{\Pi}_B \pm \Delta_B \quad (3)$$

Аналогичным образом вычислить погрешность измерений координаты L (долготы) и координаты H (высоты).

8.3.1.11 Определить погрешность (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в плане по формуле:

$$\Pi_{ПЛ} = \sqrt{\Pi_B^2 + \Pi_L^2} \quad (4)$$

8.3.1.12 Результаты поверки считать положительными, если вычисленные в соответствии с п.п. 8.3.1.10, 8.3.1.11 значения погрешностей (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в кодовом дифференциальном режиме (RTCM) при работе по сигналам GPS находятся в пределах: в плане ± 1 м; высоты ± 1 м.

Если требования п. 8.3.1.12 не выполняются, то аппаратура DSM-232 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.2 Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений приращений координат в фазовом дифференциальном режиме реального времени (Real Time Kinematic Position) при работе по сигналам GPS (на расстоянии не более 10 км при времени наблюдения не менее 30 минут).

8.3.2.1 Перед проведением испытаний подготовить испытательную базу, содержащую в своем составе базис № 1 длиной D1 (9 км < D1 < 10 км) и базис № 2 длиной D2 (29 км < D2 < 30 км).

8.3.2.2 Приращения координат точек, ограничивающих базис № 1, (dB1, dL1, dH1) и приращения координат точек, ограничивающих базис № 2, (dB2, dL2, dH2) испытательной базы измерить с помощью GPS-приемников двухчастотных спутниковых геодезических Trimble 5700, где В – геодезическая широта, L – геодезическая долгота, Н – геодезическая высота в системе координат WGS-84.

8.3.2.3 Геодезические измерения GPS-приемниками Trimble 5700 на точках базиса № 1 проводить в течение не менее 1 часа. Геодезические измерения GPS-приемниками Trimble 5700 на точках базиса № 2 проводить в течение не менее 3 часов. Использовать измеренные значения (dB1, dL1, dH1) и (dB2, dL2, dH2) в качестве истинных (контрольных).

8.3.2.4 Для определения погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в фазовом дифференциальном режиме реального времени (Real Time Kinematic Position) при работе по сигналам GPS (на расстоянии не более 10 км при времени наблюдения не менее 30 минут) установить GPS-приемник Trimble 5700 на одну из точек, ограничивающих базис № 1. Аппаратуру DSM -232 установить на другую точку, ограничивающую базис № 1.

8.3.2.5 Провести операции точного центрирования и горизонтирования антенн приёмника и аппаратуры по отношению к соответствующим точкам, ограничивающим базис № 1.

8.3.2.6 Перевести GPS-приемник Trimble 5700 в режим работы «Базовая станция» и выдачу через радиомодем фазовых дифференциальных поправок согласно технической документации на приемник.

8.3.2.7 Настроить аппаратуру DSM-232 на приём фазовых дифференциальных поправок по радиоканалу согласно технической документации фирмы-изготовителя на приемник.

8.3.2.8 Провести синхронные измерения GPS-приемником Trimble 5700 и аппаратурой DSM-232 с записью измерительной информации в память ПЭВМ в течение 1 часа. По окончании измерений прекратить запись измерительной информации.

8.3.2.9 Провести обработку измерительной информации и получить значения приращений координат (dB_{ИЗМ}, dL_{ИЗМ}, dH_{ИЗМ}) между точками, ограничивающими базис № 1.

8.3.2.10 Определить систематическую погрешность измерения приращений координат, например, для координаты В (широты), по формуле:

$$\overline{\Delta_{B_{изм}}} = \frac{1}{N \sqrt{2}} \sum_{i=1}^N \Delta_{B_i} \quad (5)$$

где: N – количество измерений;

Δ_{B_i} - последовательность i – некоррелированных результатов абсолютных погрешностей измерений приращений координаты В на интервалах наблюдений, определяемых одинаковым числом НКА в обработке при GDOP < 4;

$i = [1; N]$.

Значение $\sqrt{2}$ в знаменателе подкоренного выражения обусловлено тем, что значения погрешностей испытываемой аппаратуры DSM-232 и GPS-приемников Trimble 5700 численно равны, а проведенные при испытаниях измерения некоррелированы.

Аналогичным образом вычислить систематическую погрешность измерений координаты L (долготы) и Н (высоты).

8.3.2.11 Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерения приращений координат, например, для координаты В (широты), путем вычисления по формуле:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{(N - 1)} \sum_{i=1}^N \left(\Delta_{B_i} - \overline{\Delta_B} \right)^2} \quad (6)$$

Аналогичным образом вычислить погрешность измерений координаты L (долготы) и координаты Н (высоты).

8.3.2.12 Определить погрешность (при доверительной вероятности 0,667) измерения координат, например, для координаты В (широты), по формуле:

$$\Pi_B = \overline{\Pi}_B \pm \cdot \Delta_B \quad (7)$$

Аналогичным образом вычислить погрешность измерений координаты L (долготы) и координаты Н (высоты).

8.3.2.13. Определить погрешность (при доверительной вероятности 0,667) измерения координат в плане по формуле:

$$\Pi_{пл} = \sqrt{\Pi_B^2 + \Pi_L^2} \quad (8)$$

8.3.2.14 Результаты поверки считать положительными, если вычисленные в соответствии с п.п. 8.3.2.12, 8.3.2.13 значения погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерения приращений координат при работе по сигналам GPS (на расстоянии не более 10 км при времени наблюдения не менее 30 минут) находятся в пределах: в плане $\pm 0,01$ м; по высоте $\pm 0,02$ м.

Если требования п. 8.3.2.14 не выполняются, то аппаратура DSM-232 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.3 Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений приращений координат в фазовом дифференциальном режиме реального времени (Real Time Kinematic Position) при работе по сигналам GPS (на расстоянии не менее 29 км и не более 30 км при времени наблюдения не менее 1 часа).

8.3.3.1 Для определения погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в фазовом дифференциальном режиме реального времени (Real Time Kinematic Position) при работе по сигналам GPS (на расстоянии не менее 29 км, не более 30 км при времени наблюдения не менее 1 часа) выполнить действия п.п. 8.3.2.1 – 6.3.2.13 применительно к базису № 2.

8.3.3.2 Результаты поверки считать положительными, если вычисленные в соответствии с п.п. 8.3.2.12, 8.3.2.13 значения погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерения приращений координат при работе по сигналам GPS (на расстоянии не менее 29 км, не более 30 км при времени наблюдения не менее 1 часа) находятся в пределах: в плане $\pm 0,04$ м; высоты $\pm 0,05$ м.

Если требования п. 8.3.3.2 не выполняются, то аппаратура DSM-232 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.4 Для определения погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в фазовом дифференциальном режиме с приёмом сигналов спутникового сервиса Omnistar XP/HP при работе по сигналам GPS.

8.3.4.1 Проверку погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в фазовом дифференциальном режиме с приёмом сигналов спутникового сервиса Omnistar XP/HP при работе по сигналам GPS произвести с использованием геодезического пункта (реперной точки) 32 ГНИИИ МО РФ (система координат ITRF-2000). С этой целью выполнить действия п.п. 8.2.1 – 8.2.6.

8.3.4.2 Установить аппаратуру DSM-232 на приём OmniSTAR XP/HP дифференциальных поправок и выдачу измерительной информации в формате NMEA с темпом 1 Гц и записью в часовые файлы измерений.

8.3.4.3 Провести операции точного центрирования и горизонтирования антенны аппаратуры DSM-232 по отношению к точке установки.

8.3.4.4 Подключить кабель передачи информации (информационный кабель) к аппаратуре DSM-232 и ПЭВМ.

8.3.4.5 Провести измерения в течение не менее 1 часа (учесть, что время выхода на режим сантиметровой точности составляет 5 – 30 минут в зависимости от величины порога внутренней сходимости, задаваемой пользователем при геометрическом факторе не более 4 с записью файла в память ПЭВМ. По окончании проведения измерений прекратить запись измерительной информации.

8.3.4.6 Провести обработку измерительной информации (строки формата GGA протокола NMEA). Определить систематическую погрешность измерения составляющих координат, например, для координаты В (широты), по формуле:

$$\overline{\Delta}_B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta_{B_i} \quad (11)$$

где: N – количество измерений;

Δ_{B_i} - последовательность i – некоррелированных результатов абсолютных погрешностей измерений координаты В на интервалах наблюдений, определяемых одинаковым числом НКА в обработке при $GDOP \leq 4$;

$i = [1; N]$.

8.3.4.7 Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерения составляющих координат, например, для координаты В (широты), по формуле:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N \left(\Delta_{B_i} - \overline{\Delta}_B \right)^2} \quad (12)$$

8.3.4.8 Определить погрешность (при доверительной вероятности 0,667) измерения координат, например, для координаты В (широты), по формуле:

$$\Pi_B = \overline{\Pi}_B \pm \cdot \Delta_B \quad (13)$$

Аналогичным образом вычислить погрешность измерений координаты L (долготы) и координаты H (высоты).

8.3.4.9 Определить погрешность (при доверительной вероятности 0,667) измерения координат в плане по формуле (14):

$$\Pi_{пл} = \sqrt{\Pi_B^2 + \Pi_L^2} \quad (14)$$

8.3.4.10 Результаты поверки считать положительными, если вычисленные в соответствии с п.п. 8.3.4.8, 8.3.4.9 значения погрешности (при доверительной вероятности 0,667) измерений координат в фазовом дифференциальном режиме с приёмом сигналов спутникового сервиса Omnistar XP/HP при работе по сигналам GPS находятся в пределах: в плане $\pm 0,1$ м; высоты $\pm 0,2$ м.

Если требования п. 8.3.4.10 не выполняются, то аппаратура DSM-232 бракуется и отправляется в ремонт.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки аппаратуры DSM-232 выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 Параметры, определенные при поверке, заносят в формуляр на аппаратуру DSM-232.

9.4 В случае отрицательных результатов поверки, поверяемая аппаратура DSM-232 к дальнейшему применению не допускается. На такую аппаратуру выдается извещение об её непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин, а в формуляре делаются соответствующие записи.

Начальник отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

Младший научный сотрудник
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

И.Ю. Блинов

А.А. Фролов