

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый заместитель генерального директора -  
заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»**

  
А.Н. Шапунов  
М.п.

**Комплекс бортовых воздушных и навигационных измерений  
(КБВНИ)  
Методика поверки  
842-18-01МП**

**р.п. Менделеево  
2018 г.**

## 1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплекс бортовых воздушных и навигационных измерений (КБВНИ) (далее – комплекс), зав. № 206007, изготовленный ЗАО «ВАИС-Техника», г. Курск, и устанавливает порядок и объем его первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 5 лет.

## 2 Операции поверки

2.1 При поверке комплекса выполнить работы в объеме, указанном в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной шкалой координированного времени UTC(SU) при работе по сигналам ГЛОНАСС/GPS	8.3	да	да
4 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения по каждой координатной оси в диапазоне высот до 10 км, диапазоне скоростей от 0 до 150 м/с, при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код С/А) при геометрическом факторе PDOP не более 3	8.4	да	да
5 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости в диапазоне скоростей от 0 до 150 м/с при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код С/А) при геометрическом факторе PDOP не более 3	8.5	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и комплекс бракуется.

## 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

Таблица 2

№ пунктов методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3	Изделие ПС-161 ТСЮИ.461531.014, доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности (по уровню вероятности 0,95) синхронизации формируемой ШВ с ШВ UTC (SU) в режиме «Навигация на стоянке» при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS $\pm 55$ нс
8.3	Частотомер универсальный CNT-90XL, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов 200 нс
8.4, 8.5	Имитатор сигналов СН-3803М: предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности до НКА ГНСС ГЛОНАСС и GPS по фазе дальномерного кода 0,1 м, по псевдоскорости 0,005 м/с
<b>Вспомогательные средства</b>	
8.3, 8.4	Кабель Ethernet – ВАШП.464349.001СС
8.3	Кабель PPS – ВАШП.685661.005
8.4, 8.5	Пункт геодезический (только при первичной поверке)

3.2 Допускается использование других средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого комплекса с требуемой точностью.

3.3 Применяемые для поверки средства измерений должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (знаки поверки).

#### **4 Требования к квалификации поверителей**

4.1 К проведению поверки комплекса допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, имеющий право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

#### **5 Требования безопасности**

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземленные браслеты и заземленную оснастку.

#### **6 Условия поверки**

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- в лабораторных условиях:
  - температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
  - относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- на пункте геодезическом:
  - температура окружающего воздуха, °С от -25 до 35;
  - относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80.

Все средства измерений, используемые при поверке комплекса, должны работать в нормальных условиях эксплуатации.

## 7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в РЭ поверяемого комплекса по подготовке его к работе;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

7.2 Измерить координаты пункта геодезического в системе координат WGS-84 в соответствии с «Методикой измерений координат пункта геодезического» (аттестат методики выполнения измерений № 236-01.00294-2010/2015) (только при первичной поверке).

*Примечание* - Интервал времени между датой протокола результатов измерения координат пункта геодезического и датой поверки комплекса не должен превышать интервала между поверками сети геодезической, с использованием которой осуществлялось измерение координат пункта геодезического.

## 8 Проведение поверки

### 8.1 Внешний осмотр

#### 8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабления элементов, четкость фиксации их положения;
- чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;
- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования п. 8.1.1.

### 8.2 Опробование

#### 8.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1

8.2.2 Подать питание на комплекс, на имитаторе сигналов воспроизвести сигналы спутниковых группировок ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) для неподвижного объекта.

8.2.3 Выдержать комплекс 1 минуту, убедиться, что после решения навигационной задачи, индикатор «СНС» на передней панели комплекса мигает зелёным цветом с частотой 1 Гц, индикаторы «5 В» и «27 В» горят зелёным цветом.

8.2.4 Выполнить запуск утилиты «КБВНИ-Клиент», выполнить соединение с комплексом, выбрать «Сведения о версии ПО», в открывшемся окне появится информация о ПО комплекса. Убедиться, что имеющиеся на открывшейся странице идентификационные данные (признаки) ПО соответствуют указанным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	KBVNI
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.2
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	If4e57e3

8.2.5 Результаты опробования считать положительными, если выполняются требования п.п. 8.2.3- 8.2.4.

8.3 Определение погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной шкалой координированного времени UTC(SU) при работе по сигналам ГЛОНАСС/GPS

8.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2. Для подачи сигнала 1 Гц с комплекса на частотомер CNT-90XL использовать кабель PPS – ВАШП.685661.005

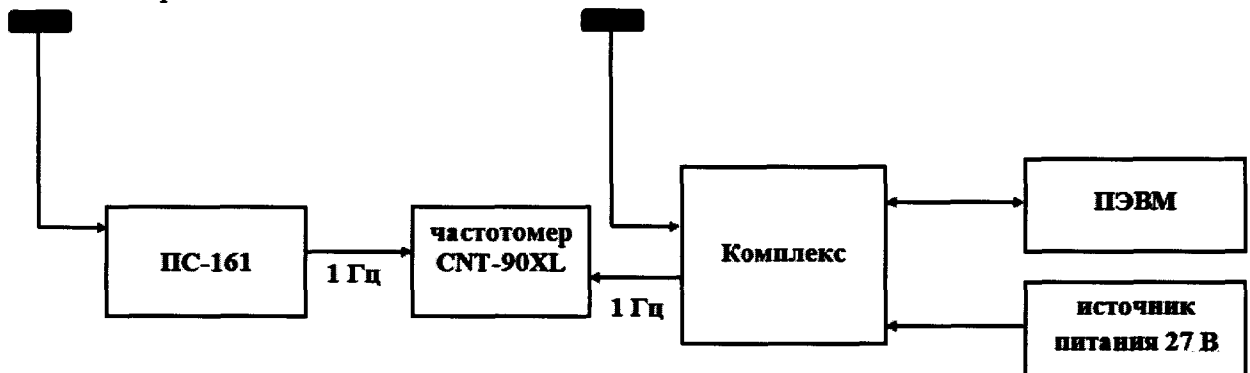


Рисунок 2 – Схема для проведения измерений при определении абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной шкалой координированного времени UTC(SU)

8.3.2 Обеспечить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС и GPS в верхней полусфере. В соответствии с эксплуатационной документацией на комплекс и изделие ПС-161 ТСЮИ.461531.014 подготовить их к работе.

8.3.3 Подать питание на комплекс, выдержать 1 минуту, списать с табло частотомера CNT-90XL не менее 30 значений расхождений шкал времени комплекса и изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014 (с учетом задержек сигналов 1 Гц в соединительных кабелях).

8.3.4 Убедиться, что каждое значение разности шкал времени (абсолютная погрешность синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной шкалой координированного времени UTC(SU)) находится в пределах  $\pm 1$  мкс.

8.3.5 Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования п. 8.3.4.

8.4 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения по каждой координатной оси в диапазоне высот до 10 км, диапазоне скоростей от 0 до 150 м/с, при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3.

#### При первичной поверке

8.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

8.4.2 Подготовить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 4, при этом контролировать, чтобы значение геометрического фактора ухудшения точности не превышало 3.

Таблица 4

Наименование параметра	Значение параметра
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС в частотном диапазоне L1 (код СТ), GPS (код C/A без SA) в частотном диапазоне L1
Продолжительность	30 минут
Количество каналов: - ГЛОНАСС - GPS	12 12
Начальные координаты местоположения	55° 00' 00" 37° 00' 00" 200 м
Формируемые параметры движения	Изменение скорости: от 0 до 150 м/с за 5 минут Изменение высоты: до 10,000 м за 10 минут Движение по окружности радиусом 5 км со скоростью 150 м/с

8.4.3 Включенный комплекс выдержать 1 минуту. При включении комплекс настроен на выдачу навигационных решений в формате NMEA с частотой 5 Гц.

8.4.4 Осуществить запись не менее 200 строк измерительной информации (координаты местоположения и скорость) на ПЭВМ при значении геометрического фактора ухудшения точности, рассчитанным приемником навигационным комплексом, не более 3. После окончания записи измерительной информации разобрать схему.

8.4.5 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.

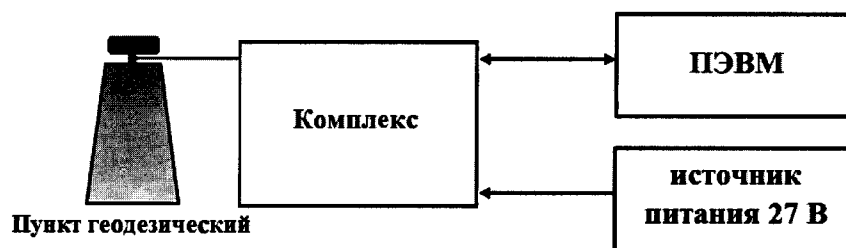


Рисунок 3 – Схема для проведения измерений при определении погрешности определения координат местоположения на пункте геодезическом

8.4.6 Выполнить действия п.п. 8.4.4.

8.4.7 Используя измерительную информацию о координатах местоположения, определить систематическую составляющую погрешности определения координат по формулам (1) и (2), например, для координаты В (широта):

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

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

где  $B_{\text{действ}}(j)$  – действительное значение координаты В в j-ый момент времени, секунды;

$B(j)$  – измеренное значение координаты В в j-й момент времени, секунды;

$N$  – количество измерений.

Аналогичным образом определить систематическую составляющую погрешности определения координат L (долготы) и H (высоты).

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

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

Аналогичным образом определить СКО случайной составляющей погрешности определения координат L (долгота) и H (высота).

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

- для широты:

$$\Delta B(м) = \text{arc}1'' \cdot \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta B(\text{секунда}); \quad (4)$$

- для долготы:

$$\Delta L(м) = \text{arc}1'' \cdot \frac{a(1-e^2) \cos B}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta L(\text{секунда}), \quad (5)$$

где  $a$  – большая полуось эллипсоида, м;

$e$  – первый эксцентриситет эллипсоида;

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

8.4.10 Определить погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения координат (например, для координаты H (высоты)) по формуле (6):

$$П_H = \pm (|dH| + 2 \cdot \sigma_H), \quad (6)$$

Аналогичным образом определить погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения координаты В (широта) и L (долгота).

#### При периодической поверке

8.4.11 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

8.4.12 Подготовить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 4, при этом контролировать, чтобы значение геометрического фактора ухудшения точности не превышало 3.

8.4.13 Выполнить действия п.п. 8.4.3., 8.4.4, 8.4.7 – 8.4.10.

8.4.14 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения по каждой координатной оси в диапазоне высот до 10 км, диапазоне скоростей от 0 до 150 м/с при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3 находятся в пределах  $\pm 10$  м.

8.5 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости в диапазоне скоростей от 0 до 150 м/с при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3

#### При первичной поверке

8.5.1 Используя измерительную информацию о скорости из файлов, записанных в п. 8.4.4, п. 8.4.6, определить систематическую составляющую погрешности определения скорости по формулам (7) и (8):

$$\Delta V(j) = V(j) - V_{\text{действ}}(j), \quad (7)$$

$$dV = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta V(j), \quad (8)$$

где  $V_{\text{действ}}(j)$  – действительное значение скорости в  $j$ -ый момент времени, м/с;

$V(j)$  – измеренное значение скорости в  $j$ -й момент времени, м/с;

$N$  – количество измерений.

8.5.2 Определить СКО случайной составляющей погрешности определения скорости по формуле (9):

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta V(j) - dV)^2}{N-1}} \quad (9)$$

8.5.3 Определить погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости по формуле (10):

$$P_V = \pm (|dV| + 2 \cdot \sigma_V). \quad (10)$$

#### При периодической поверке

8.5.4 Используя измерительную информацию о скорости (п. 8.4.13), определить абсолютную погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости по формулам (7) – (10).

8.5.5 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости в диапазоне скоростей от 0 до 150 м/с, при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3 находятся в пределах  $\pm 0,3$  м/с.

### **9 Оформление результатов поверки**

9.1 При положительных результатах поверки на комплекс выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый комплекс к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Заместитель генерального директора –  
начальник НИО-8 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 842 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Денисенко

А.А. Фролов