

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель  
генерального директора —  
заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

» 04 2022 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерители-регистраторы ТС-A1G-V8.1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-22-017 МП

р.п. Менделеево  
2022 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 Общие сведения .....	3
2 Перечень операций поверки .....	3
3 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	4
5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки .....	4
6 Требования к условиям проведения поверки .....	5
7 Внешний осмотр средства измерений .....	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	5
8.1 Подготовка к поверке.....	5
8.2 Опробование .....	6
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	6
10 Определение метрологических характеристик средства измерений .....	7
10.1 Определение доверительных границ инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане .....	7
10.2 Определение доверительных границ инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости...	11
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	12
12 Оформление результатов поверки .....	12
Перечень сокращений .....	13

## 1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измерители-регистраторы ТС-AIG-V8.1 (далее по тексту — регистраторы), изготавливаемые ООО «Ситипоинт», г. Москва, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону единицы длины – метра ГЭТ 199-2018, утвержденной приказом Росстандарта № 2831 от 29.12.2018 г.

1.3 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на используемое при поверке оборудование.

1.4 Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 — Перечень операций, выполняемых при поверке

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение поверки	
		при первичной поверке (или после ремонта)	при периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10		
5 Определение доверительных границ инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане	10.1	да	да
6 Определение доверительных границ инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости	10.2	да	да
7 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 1 поверка прекращается, и регистратор бракуется.

2.3 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

### 3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

3.1 Рекомендуемые средства поверки регистратора приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Средства измерений, используемые при поверке

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1-10.2	Предел допускаемой погрешности воспроизведения координат потребителя ГНСС в системах координат WGS-84, ПЗ-90.11, ГСК-2011 4 м, предел допускаемой погрешности формирования скорости потребителя ГНСС 0,03 м/с	Рабочий эталон единиц координат местоположения 2 разряда согласно ГПС для координатно-временных измерений, утверждённой приказом Росстандарта № 2831 от 29 декабря 2018 г

3.2 Все средства поверки, применяемые при поверке регистратора, должны быть исправны, аттестованы или поверены.

3.3 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные, обеспечивающие определение метрологических характеристик регистратора с требуемой точностью.

3.4 На поверку должен быть предоставлен регистратор в комплекте с интерфейсным кабелем с разъемом DB9.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, квалифицированными в качестве поверителей в области координатно-временных средств измерений.

### 5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

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

## 6 Требования к условиям проведения поверки

6.1 При проведении поверки регистратора должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С..... $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, %, не более ..... 80;
- атмосферное давление, мм рт. ст.....от 630 до 800;
- напряжение питания от сети постоянного тока, В ..... от 9 до 40.

*Примечания:*

- 1 Диапазон напряжения питания регистратора определяется настройкой профиля питания.
- 2 Допускается проведение поверки в реально существующих условиях, кроме оговоренных в данной методике поверки, если они не выходят за пределы рабочих условий, установленных в руководствах по эксплуатации средств измерений, применяемых при поверке.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра проверить отсутствие механических повреждений и ослабления элементов, четкость фиксации их положения, четкость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов, фиксация их положения чёткая, разъёмы и гнезда чистые и исправные.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Поверитель должен изучить техническую и эксплуатационную документацию изготовителя и руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.1.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность регистратора согласно эксплуатационной документации;
- 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).

## 8.2 Опробование

8.2.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1, подключив к регистратору антенну ГЛОНАСС/GPS.



Рисунок 1 — Схема подключения регистратора для проверки работоспособности

8.2.1 Установить антенну ГЛОНАСС/GPS регистратора под открытым небом без затенения.

8.2.2 Включить измеритель-регистратор, подав питающее напряжение 12 В на pin13 (PWR - красный провод) и pin14 (IGN+ - зелёный провод), и подключив на массу pin1 (GND - чёрный провод) и pin2 (IGN- жёлтый провод).

8.2.3 Убедиться, что красный светодиод «SAT», отвечающий за наличие сигналов спутников ГЛОНАСС/GPS, светится постоянно.

8.2.4 Результаты проверки считать положительными, если красный светодиод «SAT» светится постоянно.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1.1 Собрать схему для определения идентификационных данных регистратора, приведённую на рисунке 2.

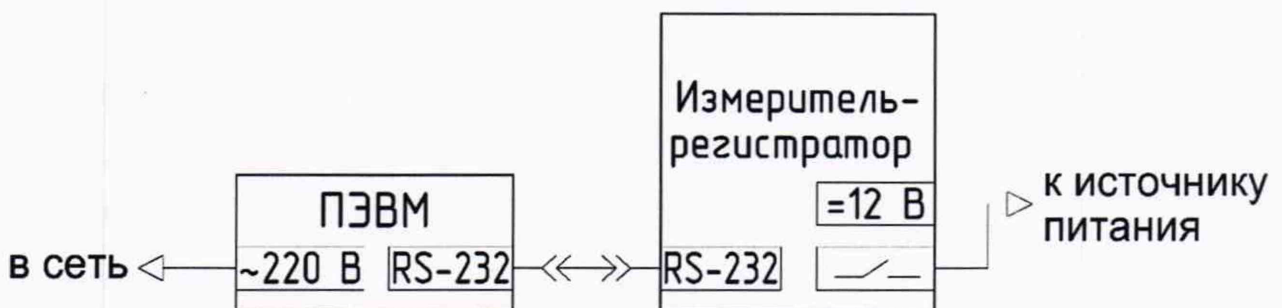


Рисунок 2 — Схема подключения для считывания данных с регистратора по последовательному интерфейсу

9.2 Запустить на ПЭВМ терминальную программу и настроить СОМ-порт в соответствии с РЭ измерителя регистратора.

Таблица 3 — Настройки СОМ-порта для обмена данными с регистратором

Параметр	Значение
Скорость передачи, бод	115200
Количество бит данных	8
Бит чётности	нет

9.3 При подаче питания на регистратор, подключенного с помощью интерфейсного кабеля, оснащённого разъёмом DB9, по интерфейсу RS-232 к ПЭВМ, в терминальную программу ПЭВМ передаётся строка, в которой отражена информация с наименованием и версией программного обеспечения следующего вида:

15-04-22 12:09:36 TC1AG HW8, FW v84.19t0, Slave v.22, ESN: E004319, GT: 21,

где TC1AG HW8 — наименование ПО;  
v84.19t0 — версия прошивки.

9.4 Идентификационные данные ПО представлены в таблице 4.

Таблица 4 — Идентификационные данные ПО регистратора

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование	TC1AG HW8
Номер версии (идентификационный номер), не ниже	83.19t0

9.5 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют данным, указанным в таблице 4.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

**10.1 Определение доверительных границ инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане**

10.1.1 Для проведения измерений собрать схему, приведенную на рисунке 3.

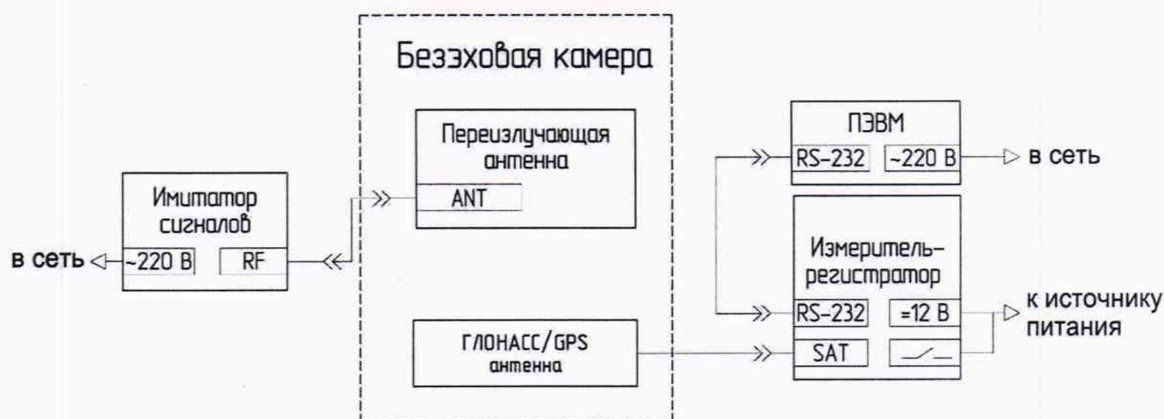


Рисунок 3 — Схема подключения для определения координат местоположения

10.1.2 Запустить имитатор сигналов из состава рабочего эталона 2 разряда единиц координат местоположения согласно его РЭ.

10.1.3 Запустить ПЭВМ нажатием на кнопку включения.

10.1.4 Включить измеритель-регистратор, подав питающее напряжение 12 В на pin13 (PWR — красный провод) и pin14 (IGN+ — зелёный провод), и подключив на массу pin1 (GND — чёрный провод) и pin2 (IGN — жёлтый провод).

10.1.5 Выждать время прогрева имитатора сигналов до выхода его рабочих параметров на номинальный режим работы.

10.1.6 Запустить на имитаторе сигналов сценарий согласно таблице 5.

Таблица 5 — Параметры сценария

Наименование характеристики	Значение
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС L1, код СТ GPS L1, код C/A
Количество НКА GPS/ГЛОНАСС	текущая группировка
Продолжительность, ч	2
Дискретность записи в файл формируемой траектории движения объекта, с	1
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует ионосфера присутствует
Формируемые сигналы функциональных дополнений	нет



Наименование характеристики	Значение
Модель движения объекта	по окружности с параметрами: - центр: а) широта 56°00'00" N б) долгота 37°00'00" E в) высота 200 м - радиус 5000 м
Скорость движения объекта, м/с	56

10.1.7 Запустить на ПЭВМ программу-терминал для работы с последовательными портами ПЭВМ.

10.1.8 Сконфигурировать программу-терминал для чтения сообщений с СОМ-порта, установив скорость обмена информацией 115200 бод.

10.1.9 Включить в программе-терминале функцию записи принимаемых сообщений в файл.

*Примечание* — Данные с регистратора включают в себя измерения в формате протокола NMEA 0183 с частотой 1 Гц.

10.1.10 Провести измерения регистратором в ходе исполнения сценария на имитаторе сигналов.

10.1.11 После окончания выполнения сценария подготовить файл измерений с регистратора и файл траектории с имитатора сигналов для совместной обработки.

10.1.12 Выбрать измерения координат местоположения по широте и долготе на общем интервале времени из двух файлов.

10.1.13 Выбрать из полученного файла измерения с геометрическим фактором снижения точности HDOP не более 2.

10.1.14 Рассчитать абсолютную погрешность определения широты по формуле:

$$\Delta B_i = B_i - B_{ref}, \quad (1)$$

где  $B_i$  — широта, измеренная регистратором, °;

$B_{ref}$  — широта из сценария имитатора сигналов, °.

10.1.15 Рассчитать абсолютную погрешность определения долготы по формуле:

$$\Delta L_i = L_i - L_{ref}, \quad (2)$$

где  $L_i$  — долгота, измеренная регистратором, °;

$L_{ref}$  — долгота из сценария имитатора сигналов, °.

10.1.16 Перевести полученные значения абсолютной погрешности определения широты и долготы в метры по формулам (3) и (4) соответственно:

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

$$\Delta L'_i = \frac{\Delta L_i \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot \cos B_{ref}}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{ref}}}, \quad (4)$$

где  $\Delta B_i$ ,  $\Delta L_i$  — абсолютная погрешность определения широты и долготы на  $i$  эпоху регистратора, °;

$a$  — большая полуось общеземного эллипсоида, м;

$e$  — эксцентриситет общеземного эллипсоида.

10.1.17 Рассчитать математическое ожидание абсолютной погрешности определения широты по формуле (5) и долготы по формуле (6):

$$M_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta B_i; \quad (5)$$

$$M_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta L_i, \quad (6)$$

где  $N$  — количество измерений.

10.1.18 Рассчитать СКО абсолютной погрешности определения широты по формуле (7) и долготы по формуле (8):

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta B_i - M_B)^2}{N-1}}; \quad (7)$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta L_i - M_L)^2}{N-1}}. \quad (8)$$

10.1.19 Рассчитать доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат в плане по формуле:

$$\Pi_l = \pm \left( \sqrt{M_B^2 + M_L^2} + 2 \cdot \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_L^2} \right). \quad (9)$$

10.1.20 Результаты поверки по п. 10.1 считать положительными, если значения доверительных границ инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане находятся в границах  $\pm 10$  м.

## 10.2 Определение доверительных границ инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости

10.2.1 Выполнить операции пп. 10.1.1-10.1.11 для обработки измерений скорости движения объекта.

10.2.2 Выбрать измерения скорости на общем интервале времени из двух файлов.

10.2.3 Выбрать из полученного файла измерения с геометрическим фактором снижения точности HDOP не более 2.

10.2.4 Перевести измеренную скорость регистратора из морских узлов в м/с путем умножения на коэффициент перевода 0,514.

10.2.5 Рассчитать абсолютную погрешность определения скорости по формуле:

$$\Delta V_i = V_i - V_{refi}, \quad (10)$$

где  $V$  — измеренная скорость регистратора, м/с;

$V_{ref}$  — скорость из сценария имитатора сигналов, м/с.

10.2.6 Рассчитать математическое ожидание абсолютной погрешности определения скорости по формуле:

$$M_V = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta V_i. \quad (11)$$

10.2.7 Рассчитать СКО абсолютной погрешности определения скорости по формуле:

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta V_i - M_V)^2}{N-1}}. \quad (12)$$

10.2.8 Рассчитать доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости по формуле:

$$П_V = \pm (|M_V| + 2 \cdot \sigma_V). \quad (13)$$

10.2.9 Результаты поверки по п. 10.2 считать положительными, если значения доверительных границ инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости находятся в границах  $\pm 0,1$  м/с.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки считаются положительными при одновременном выполнении пп. 10.1, 10.2 в результате поверки регистратора (метрологические характеристики регистратора соответствуют установленным при утверждении типа средства измерений).

11.2 При получении отрицательных результатов в одном из пп. 10.1, 10.2 результаты поверки считаются отрицательными, а регистратор бракуется.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки регистратора подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца регистратора или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке регистратора.

12.3 Результаты поверки по требованию заказчика записываются на обратной стороне свидетельства о поверке или оформляются отдельным приложением к свидетельству.

12.4 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый регистратор к дальнейшему применению не допускается, на него выдается извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Заместитель начальника отделения  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Инженер  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Д.С. Печерица



С.Ю. Бурцев

А.С. Мальцев

## Перечень сокращений

GPS	— Global positioning system (United states of America) (рус., глобальная навигационная система навигации (Соединенные штаты Америки))
HDOP	— horizontal dilution of precision (рус., показатель снижения точности определения положения в горизонтальной плоскости)
ГЛОНАСС	— глобальная навигационная спутниковая система (Российская Федерация)
ГНСС	— глобальная навигационная спутниковая система
ГПС	— государственная поверочная схема
ГСИ	— государственная система измерений
МП	— методика поверки
НАП	— навигационная аппаратура потребителей
НИО	— научное исследовательское отделение
НКА	— навигационный космический аппарат
ПО	— программное обеспечение
ПЭВМ	— персональная электронно-вычислительная машина
РЭ	— руководство по эксплуатации
СКО	— среднее квадратическое отклонение