

СОГЛАСОВАНО

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

А.Н. Щипунов

2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Устройства синхронизации единого времени серии СВ

Методика поверки

МП 651-24-019

р.п. Менделеево
2024 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	7
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	7
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	8
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
9 ПРОВЕРКА ПО СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	11
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	18
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	20

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства синхронизации единого времени серии СВ (модификации СВ-02А, СВ-03, СВ-04) (далее – СВ), изготавливаемых ООО НПП «ЭКРА», г. Чебоксары, и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1.2 Метрологические характеристики указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики 1	Значение						
	2 СВ-02А	3 СВ-03	4 СВ-04	5 СВ-04 исполнение портов сетевых М4			
Номинальное значение частоты выходных сигналов, Гц	1						
Параметры импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня ТТЛ: - верхний уровень напряжения (логический «1»), В, не менее - нижний уровень напряжения (логический «0»), В, не более	2,6 0,4						
Параметры дискретных сигналов (0 – 24) В при питании дискр. вых. $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В: - верхний уровень напряжения (логический «1»), В, не менее - нижний уровень напряжения (логический «0»), В, не более	22,7 [*] 1,3 [*]	- -					
Параметры сигнала «10 МГц»: - верхний уровень напряжения (логический «1»), В, не менее - нижний уровень напряжения (логический «0»), В, не более	1,8 [*] 0,4 [*]	- -					
Пределы допускаемой разности формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, мкс	$\pm 1,0$						
Среднее квадратическое отклонение результатов измерений ШВ при интервале времени измерения 1 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, нс, не более	50						

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Предел допускаемой задержки времени выдачи телеграммы IRIG-B007(004) через порт RS422 относительно формируемой ШВ, нс			100	
Пределы допускаемых задержек выдачи дискретного сигнала (0 – 24) В при питании дискр. вых. $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В относительно начала выходного импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня ТТЛ, мкс	$\pm 300^*$		–	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в автономном режиме работы за 1 сутки, мс			$\pm 5 (\pm 10)^{**}$	
Предел допускаемого среднего квадратического относительно двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала «10 МГц» при интервале времени измерения 100 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS	$1,5 \cdot 10^{-8}^*$		–	
Примечания:				
* Параметр может отсутствовать в зависимости от исполнения устройства.				
** В скобках указаны метрологические характеристики исполнений СВ-XXX-X УХЛХ				

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц времени и частоты в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерения времени и частоты, утверждённой Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

1.5 Настоящая методика поверки может применяться для поверки СВ в качестве рабочего эталона единиц времени и частоты четвертого разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерения времени и частоты, утверждённой Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования:

– значения разности формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS находятся в допускаемых пределах $\pm 1,0$ мкс;

– значение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в автономном режиме работы за 1 сутки находится в допускаемых пределах ± 5 мс (для исполнения СВ-XXX-X УХЛХ ± 10 мс).

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Для поверки СВ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	да	да	7
2 Контроль условий поверки	да	да	8.2
3 Опробование	да	да	8.4
4 Проверка ПО средства измерений	да	да	9
5 Определение метрологических характеристик средства измерений:	да	да	10
5.1 Определение номинального значения частоты выходных сигналов и параметров импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня ТТЛ	да	да	10.1
5.2 Определение разности формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS	да	да	10.2
5.3 Определение среднего квадратического отклонения результатов измерений ШВ при интервале времени измерения 1 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS	да	да	10.3
5.4 Определение задержки времени выдачи телеграммы IRIG-B007(004) через порт RS422 относительно формируемой ШВ	да	да	10.4
5.5 Определение параметров дискретных сигналов (0 – 24) В при питании дискр. вых. Упит = (24±0,1) В (для модификации СВ-02А)	да	да	10.5
5.6 Определение параметров сигнала «10 МГц» (для модификации СВ-02А)	да	да	10.6

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
5.7 Определение задержек выдачи дискретного сигнала (0 – 24) В при питании дискр. вых. Упит = (24±0,1) В относительно начала выходного импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня ТТЛ (для модификаций СВ-02А)	да	да	10.7
5.8 Определение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в автономном режиме работы за 1 сутки	да	да	10.8
5.9 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения 100 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS (для модификаций СВ-02А)	да	да	10.9
6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11
7 Оформление результатов поверки	да	да	12

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений определяемых модификацией и исполнением СВ.

2.3 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 2, определяемых модификацией и исполнением, СВ бракуется и отправляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха при плюс 25 °С, не более, % 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800);
- напряжение питания от сети переменного тока, В от 198 до 242;
- частота переменного тока, Гц от 49,5 до 50,5.

3.2 Условия проведения поверки должны соответствовать эксплуатационным документам и (или) требованиям правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных средств.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, имеющие квалификацию поверителя в области измерения времени и частоты, изучившие эксплуатационные документы поверяемых СВ и применяемых средств поверки, имеющие навык работы на персональном компьютере.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Требования к метрологическим и техническим характеристикам средств поверки изложены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
п. 8.2 Контроль условий поверки	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более ±1 °C; средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 80 % с погрешностью не более 3 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 мод. ИВТМ-7М6-Д-1, рег. №71394-18
	Средство измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 198 до 242 В с относительной погрешностью не более 3 %; средство измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более ±0,25 Гц	Клещи для измерения параметров качества электроэнергии Fluke 345, рег. № 52396-13
п. 10 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон единиц времени и частоты третьего разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты (приказ Росстандарта от 26.09.2022 № 2360). Пределы допускаемых смещений рабочих шкал времени относительно национальной шкалы времени $\Delta T_{UTC(SU)-РШ}$ не хуже ±300 нс. Номинальные значения частот выходных сигналов 1 Гц; 1, 5 и 10 МГц. Нестабильность частоты (СКДО частоты выходного сигнала 5(10) МГц) для интервала времени измерения 100 с не более – $1 \cdot 10^{-9}$.	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007, рег. № 40466-09

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
	Средство измерений интервалов времени в диапазоне от 10 нс до 1 с. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения интервалов времени ± 15 нс (для интервалов времени не более 100 мкс)	Частотомер универсальный СНТ-90, рег. № 41567-09
	Полоса пропускания 100 МГц. Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения ± 3 %	Осциллограф цифровой DPO3032A, рег. № 41691-09
	Номинальные значения частот входных сигналов 5, 10 и 100 МГц. Предел допускаемого среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерения частоты для одноканального режима работы при $t = 100$ с не более $1,0 \cdot 10^{-9}$	Компаратор частотный VCH-314 рег. № 35266-07
	Диапазон установки напряжения постоянного тока от 0 В до 32 В, диапазон силы постоянного тока от 0 А до 3 А	Вспомогательное средство. Источник питания GPS-72303А
	Интерфейс Ethernet и RS232, ОС Windows 7, 10, процессор с тактовой частотой 400 МГц, ОЗУ 128 Мб	Вспомогательное средство. Персональный компьютер

5.2 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СВ с требуемой точностью.

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

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, регламентированные в ГОСТ IEC 61010-1-2014.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить соответствие СВ следующим требованиям:

- соответствие маркировки СВ паспорту и описанию типа;
- соответствие комплектности СВ паспорту;
- сохранность пломб;
- чистота и исправность соединителей;
- отсутствие внешних механических повреждений корпуса, мешающих работе с прибором, и ослабления элементов конструкции;
- сохранность органов управления.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются условия п. 7.1, в противном случае СВ бракуют.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовить СВ к работе в соответствии с руководством по его эксплуатации (далее - РЭ), средства поверки – в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 Перед поверкой СВ убедиться, что условия поверки соответствуют указанным в разделе 3.

8.3 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность рекомендуемых (или аналогичных им) средств поверки;
- заземлить (если это необходимо) на общую точку заземления средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в эксплуатационной документации).

8.4 Опробование

8.4.1 Опробование СВ провести последовательно в соответствии с указаниями, приведенными в разделе 3 руководства по эксплуатации: ЭКРА.426472.003 РЭ для модификации СВ-02А, ЭКРА.426472.004 РЭ для модификации СВ-03, ЭКРА.426472.005 РЭ для модификации СВ-04.

8.4.2 Результаты поверки считать положительными, если по истечении не более 5 минут световой индикатор «Синхр.» («Синхронизация» для СВ-02А) светится зеленым цветом, что означает: приемная антенна ГНСС подключена, навигационные данные принимаются, внутренний опорный источник частоты синхронизирован.

В противном случае СВ бракуют.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Собрать схему согласно рисунку 1.

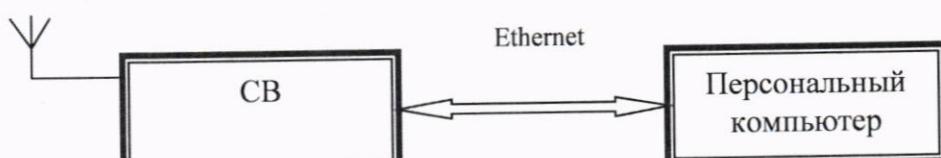


Рисунок 1 – Схема для проверки ПО средства измерений.

9.2 Подключиться к СВ через интерфейс Ethernet в соответствии с руководством по эксплуатации.

Персональный компьютер и СВ должны быть в одной сети. По умолчанию IP адреса LAN1 и LAN2 имеют значения 192.168.0.100 и 192.168.0.101 соответственно.

9.3 Запустить программу «Конфигуратор устройств серии СВ». Перейти во вкладку «О сервере», нажать кнопку «Считать» и зафиксировать идентификационные данные программного обеспечения, как показано на рисунке 2.

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
1	2		
Идентификационное наименование ПО	Микропрограмма СВ-02A sv_02a.bin	Микропрограмма СВ-03 sv_03.bin	Микропрограмма СВ-04 sv_04.bin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже v.2.0.2с		

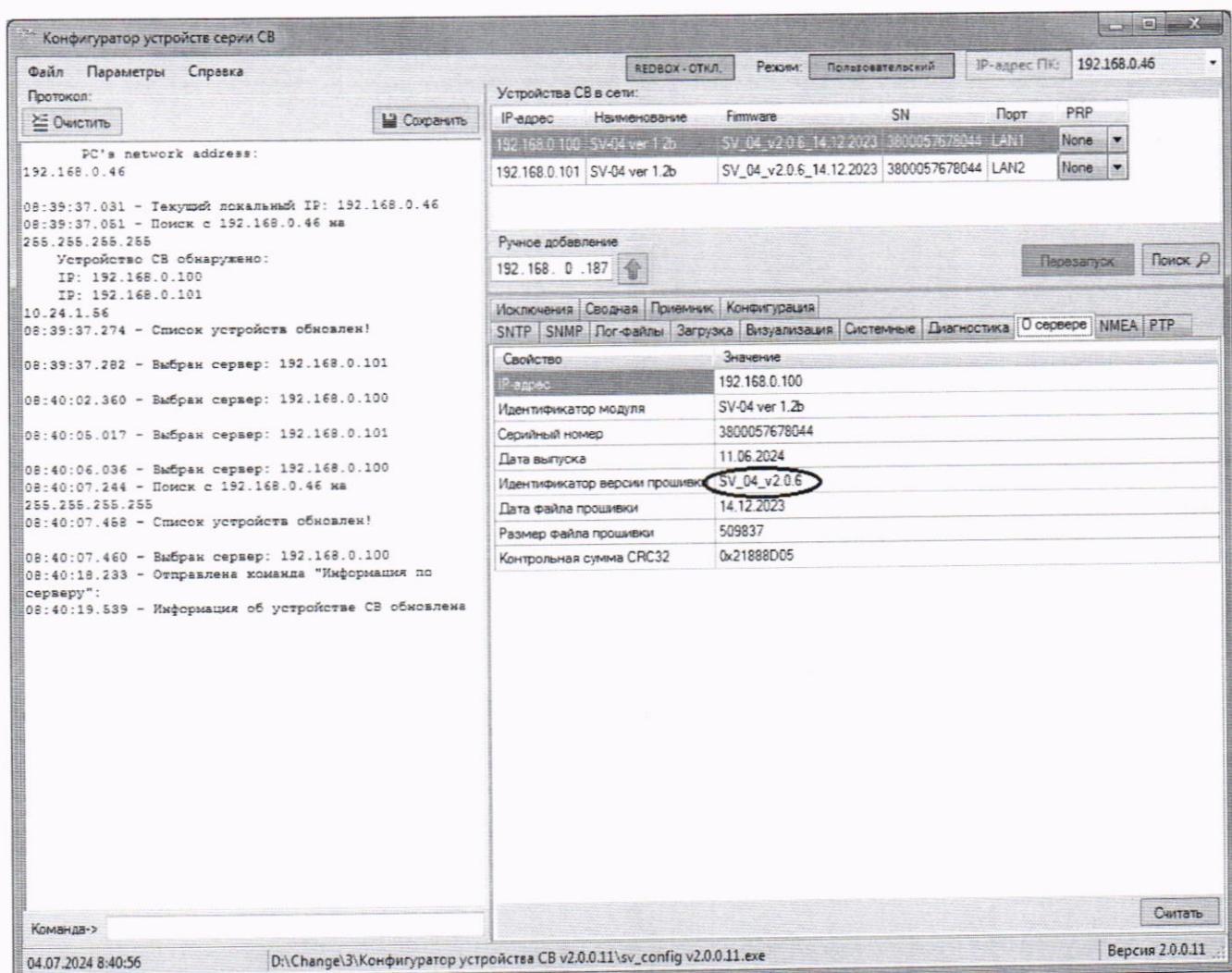


Рисунок 2 – Идентификация ПО.

9.4 Результаты поверки считать положительными, если номер версии ПО соответствует описанию типа. Идентификационные данные ПО представлены в таблице 4. В противном случае СВ бракуют.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение номинального значения частоты выходных сигналов и параметров импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня TTL

10.1.1 Прогреть осциллограф цифровой DPO3032A в течении 30 минут. Подключить на вход осциллографа входной сигнал частотой 1 Гц на нагрузке 50 Ом.

10.1.2 Определить номинальное значение частоты выходных сигналов и параметры импульсного сигнала 1 Гц на выходе «TTL» (контакт 7 «+», контакт 8 «GND») с помощью осциллографа:

- номинальное значение частоты выходных сигналов;
- верхний уровень напряжения (логический «1»);
- нижний уровень напряжения (логический «0»).

10.1.3 Результаты поверки считать положительными, если номинальное значение частоты выходных сигналов и параметры импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня TTL составляют:

- | | |
|--|------|
| - номинальное значение частоты выходных сигналов, Гц | 1; |
| - верхний уровень напряжения (логический «1»), В, не менее | 2,6; |
| - нижний уровень напряжения (логический «0»), В, не более | 0,4. |

В противном случае СВ бракуют.

10.2 Определение разности формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS

10.2.1 Разность формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS определить с помощью стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007, работающего в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, и частотомера универсального CNT-90 по схеме, приведенной на рисунке 3.

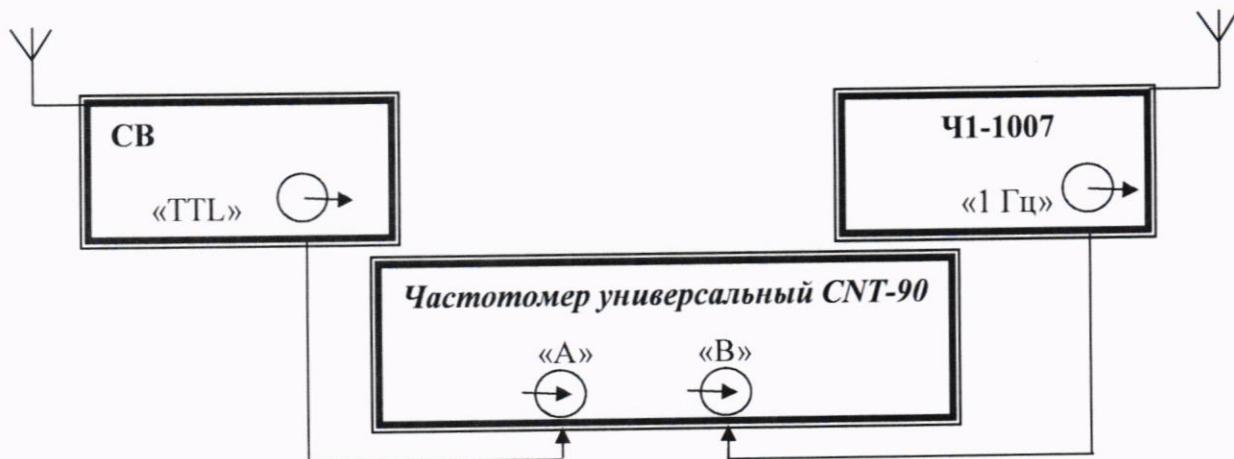


Рисунок 3 – Схема для определения разности формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS

Кабели, подключаемые к входам «A» и «B», частотомера универсального СНТ-90 должны быть одинаковыми по длине и типу. В ином случае, в результате измерений необходимо учитывать разницу задержек прохождения сигналов в подключаемых кабелях.

10.2.2 На вход «A» частотомера универсального СНТ-90 подать импульсный сигнал с выхода «TTL» (контакт 7 «+», контакт 8 «GND») СВ, на вход «B» частотомера универсального СНТ-90 подать импульсный сигнал 1 Гц от стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007, работающего в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS. Частотомер универсальный СНТ-90 установить в режиме измерений интервалов времени.

10.2.3 Настроить входы «A» и «B» частотомера универсального СНТ-90 в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц:

- измерение интервала от А до В (Meas Func → Time → TimeInterval → A to B);
- интервал между измерениями не менее 10 мс (Settings → MeasTime → «10 ms»);
- число измерений не менее 100 (Settings → Stat → No.Samples → «100»);
- срабатывание по переднему фронту (Input A(B) → « Γ »);
- связь по постоянному току (Input A(B) → «DC»);
- входная нагрузка 50 Ом (Input A(B) → «50 Ω »);
- затухание 1x и переключатель на щупах 1x (Input A(B) → «1x»);
- ручной запуск (Input A(B) → «Man»);
- уровень напряжения точки привязки 1 В (Input A(B) → Trig → «1 V»);
- выключить фильтрацию (Input A(B) → Filter → «Off»).

Произвести не менее 100 измерений интервала времени между выходными импульсными сигналами 1 Гц СВ и стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007 (разности формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU)).

10.2.4 Результаты поверки считать положительными, если значения разности формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS находятся в пределах $\pm 1,0$ мкс.

В противном случае СВ бракуют.

10.3 Определение среднего квадратического отклонения результатов измерений ШВ при интервале времени измерения 1 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS

10.3.1 Определение среднего квадратического отклонения результатов измерений ШВ при интервале времени измерения 1 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS произвести по схеме, приведенной на рисунке 3.

10.3.2 Повторить пункты с п.10.2.1 по п. 10.2.3.

Частотомер универсальный СНТ-90 автоматически произведет расчет среднего квадратического отклонения результатов измерений. Зафиксировать полученное значение «Std».

10.3.3 Результаты поверки считать положительными, если значение среднего квадратического отклонения результатов измерений ШВ при интервале времени измерения 1 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS не превышает 50 нс.

В противном случае СВ бракуют.

10.4 Определение задержки времени выдачи телеграммы IRIG-B007(004) через порт RS422 относительно формируемой ШВ

10.4.1 Задержку времени выдачи телеграммы IRIG-B007(004) через порт RS422 относительно формируемой ШВ провести по схеме, приведенной на рисунке 4.

Кабели, подключаемые к входам «1» и «2» осциллографа цифрового DPO3032A, должны быть одинаковыми по длине и типу. В ином случае в результате измерений необходимо учитывать разницу задержек прохождения сигналов в подключаемых кабелях.



Рисунок 4 – Схема для определения задержки времени выдачи телеграммы IRIG-B007(004) через порт RS422 относительно формируемой ШВ

10.4.2 При формировании телеграммы IRIG-B007(004) СВ производит синхронизацию кадра с формируемой ШВ. Фактически посылка кадра происходит при появлении переднего фронта импульсного сигнала 1 Гц.

Протокол IRIG-B007(004) представляет из себя закодированную информацию о дате и времени. Привязка ШВ, закодированного в кадре времени, происходит по переднему фронту первого импульса в кадре. Так как кадр представляет из себя непрерывный поток импульсов, формируемый раз в секунду, то необходимо идентифицировать два продолжительных импульса, причем первый будет означать конец кадра, второй – начало кадра. Наглядно структура кадра представлена на рисунке 5.

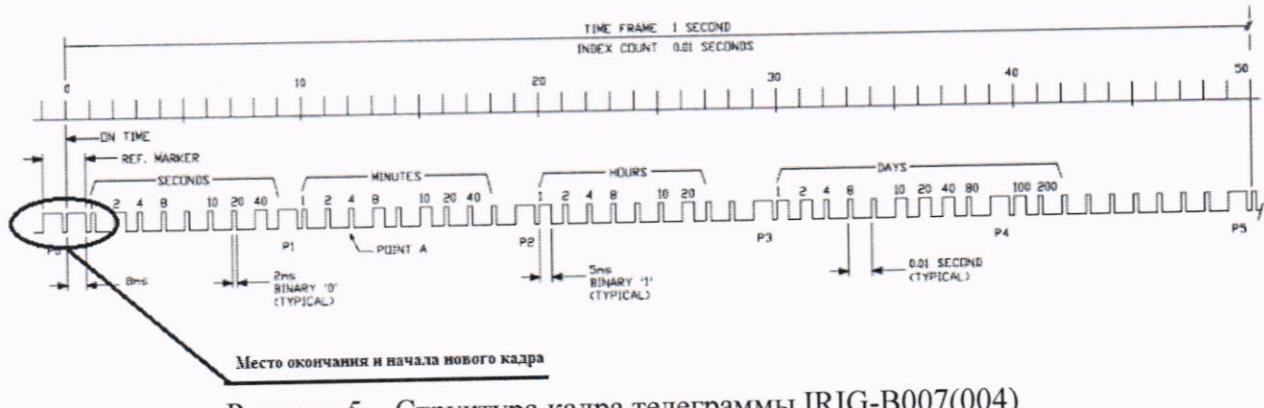


Рисунок 5 – Структура кадра телеграммы IRIG-B007(004)

На вход «1» осциллографа подать импульсный сигнал 1 Гц СВ с выхода «RS422», на вход «2» осциллографа подать импульсный сигнал IRIG-B007(004) с выхода «RS422».

10.4.3 Настроить входы «1» и «2» осциллографа в соответствии с параметрами импульсного сигнала 1 Гц:

- срабатывание по переднему фронту;
 - входная нагрузка 50 Ом;
 - уровень напряжения точки привязки 1 В.

Произвести синхронизацию по переднему фронту импульсного сигнала 1 Гц. Убедиться, что передний фронт находится между двумя продолжительными импульсами, отмеченными на рисунке 5.

Произвести не менее 10 измерений интервала времени между выходным импульсным сигналом 1 Гц СВ и импульсным сигналом, являющимся началом кадра телеграммы IRIG-B007(004). Зафиксировать максимальное значение времени задержки выдачи телеграммы IRIG-B007(004) через порт RS422 относительно формируемой ШВ.

10.4.4 Результаты поверки считать положительными, если значения задержки выдачи телеграммы IRIG-B007(004) через порт RS422 относительно формируемой ШВ не превышают 100 нс.

В противном случае СВ бракуют.

10.5 Определение параметров дискретных сигналов (0 – 24) В при питании дискр. вых. $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В (для модификации СВ-02А)

Измерения проводятся для исполнения СВ-02А(-А)-XXX-XXXX(-И1)-ГХ...

10.5.1 Включить и прогреть осциллограф цифровой DPO3032A в течении 30 минут.

С помощью осциллографа определить параметры дискретных сигналов (0 – 24) В при питании дискретного выхода $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В на нагрузке 1 МОм (контакты 2 (+), 3 (GND) группы X3.1 для исполнений СВ-02А(-А)-XXX-XXXX-И1-ГХ...; контакты 2 (+), 3 (GND) и 5 (+), 6 (GND) группы X3 для исполнений СВ-02А(-А)-XXX-XXXX-ГХ...):

- верхний уровень напряжения (логический «1»);
- нижний уровень напряжения (логический «0»).

10.5.2 Результаты поверки считать положительными, если параметры дискретных сигналов (0 – 24) В при питании дискретного выхода $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В:

- верхний уровень напряжения (логический «1») – не менее 22,7 В;
- нижний уровень напряжения (логический «0») – не более 1,3 В.

В противном случае СВ бракуют.

10.6 Определение параметров сигнала «10 МГц» (для модификации СВ-02А)

Измерения проводятся для исполнения СВ-02А(-А)-XXX-XXXX-И1-ГХ...

10.6.1 Включить и прогреть осциллограф цифровой DPO3032A в течении 30 минут.

С помощью осциллографа определить параметры сигнала «10 МГц» на нагрузке 50 Ом:

- верхний уровень напряжения (логический «1»);
- нижний уровень напряжения (логический «0»).

10.6.2 Результаты поверки считать положительными, если параметры сигнала «10 МГц»:

- верхний уровень напряжения (логический «1») – не менее 1,8 В
- нижний уровень напряжения (логический «0») – не более 0,4 В.

В противном случае СВ бракуют.

10.7 Определение задержек выдачи дискретного сигнала (0 – 24) В при питании дискр. вых. $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В относительно начала выходного импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня TTL (для модификаций СВ-02А)

Измерения проводятся для исполнения СВ-02А(-А)-XXX-XXXX(-И1)-ГХ...

10.7.1 Определение задержек выдачи дискретного сигнала (0 – 24) В при питании дискретного выхода $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В (контакты 2 (+), 3 (GND) группы X3.1 для исполнений СВ-02А(-А)-XXX-XXXX-И1-ГХ...; контакты 2 (+), 3 (GND) и 5 (+), 6 (GND) группы X3 для исполнений СВ-02А(-А)-XXX-XXXX-ГХ...) относительно начала выходного импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня TTL (контакты 7 (+), 8 (GND) группы X4) произвести по схеме, представленной на рисунке 6.

Рекомендуется в соответствии с РЭ настроить выход дискретный (0 – 24) В на выдачу сигнала 1 Гц.

Кабели, подключаемые к входам «A» и «B» частотомера универсального СНТ-90, должны быть одинаковыми по длине и типу. В ином случае в результате измерений необходимо учитывать разницу задержек прохождения сигналов в подключаемых кабелях.

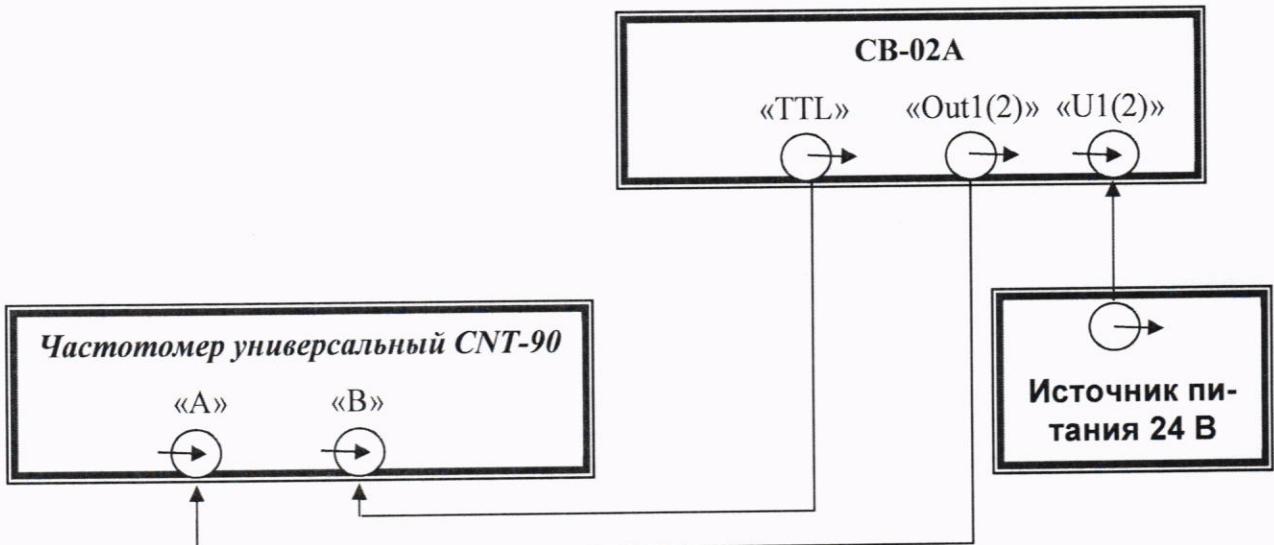


Рисунок 6 – Схема для определения задержек выдачи дискретного сигнала (0 – 24) В при питании дискр. вых. $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В относительно начала выходного импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня ТТЛ

10.7.2 На вход «A» частотомера универсального СНТ-90 подать импульсный сигнал 1 Гц с выхода «TTL» (контакт 7 «+», контакт 8 «GND» группы X4) СВ-02А, на вход «B» частотомера универсального СНТ-90 подать импульсный сигнал с выхода «Out» (контакты 2(+), 3(GND) группы X3.1 для модификации СВ-02А(-A)-XXX-XXXX-И1-ГХ... «Out1»; контакты 2(+), 3(GND) и 5(+), 6(GND) группы X3 для модификации СВ-02А(-A)-XXX-XXXX-ГХ... «Out1» и «Out2») СВ-02А.

10.7.3 Настроить входы «A» и «B» частотомера универсального СНТ-90 в соответствии с параметрами импульсных сигналов:

- измерение интервала от А до В (Meas Func → Time → TimeInterval → A to B);
- интервал между измерениями не менее 10 мс (Settings → MeasTime → «10 ms»);
- число измерений не менее 10 (Settings → Stat → No.Samples → «100»);
- срабатывание по переднему фронту (Input A(B) → « Γ »);
- связь по постоянному току (Input A(B) → «DC»);
- входная нагрузка 1 МОм (Input A(B) → «1M Ω »);
- затухание 1x и переключатель на щупах 1x (Input A(B) → «1x»);
- ручной запуск (Input A(B) → «Man»);
- уровень напряжения точки привязки 1 В (Input A(B) → Trig → «1 V»);
- выключить фильтрацию (Input A(B) → Filter → «Off»).

Произвести не менее 10 измерений интервала времени между выходными импульсными сигналами СВ-02А (задержек выдачи дискретного сигнала (0 – 24) В при питании дискр. вых. $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В относительно начала выходного импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня ТТЛ).

10.7.4 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения задержек выдачи дискретного сигнала (0 – 24) В при питании дискр. вых. $U_{пит} = (24 \pm 0,1)$ В относительно начала выходного импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня ТТЛ находятся в пределах ± 300 мкс.

В противном случае СВ бракуют.

10.8 Определение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в автономном режиме работы за 1 сутки

10.8.1 Определение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в автономном режиме работы за 1 сутки произвести по схеме, представленной на рисунке 3.

Кабели, подключаемые к входам «A» и «B» частотомера, должны быть одинаковыми по длине и типу. В ином случае в результате измерений необходимо учитывать разницу задержек прохождения сигналов в подключаемых кабелях.

10.8.2 Включить и прогреть СВ. Дождаться установления режима синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

10.8.3 На вход «A» частотомера универсального CNT-90 подать импульсный сигнал с выхода «TTL» (контакт 7 «+», контакт 8 «GND») СВ, на вход «B» частотомера универсального CNT-90 подать импульсный сигнал 1 Гц от стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007, работающего в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

10.8.4 Настроить входы «A» и «B» частотомера универсального CNT-90 в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц:

- измерение интервала от А до В (Meas Func → Time → TimeInterval → A to B);
- интервал между измерениями не менее 10 мс (Settings → MeasTime → «10 ms»);
- число измерений не менее 100 (Settings → Stat → No.Samples → «100»);
- срабатывание по переднему фронту (Input A(B) → «Г»);
- связь по постоянному току (Input A(B) → «DC»);
- входная нагрузка 50 Ом (Input A(B) → «50Ω»);
- затухание 1x и переключатель на щупах 1x (Input A(B) → «1x»);
- ручной запуск (Input A(B) → «Man»);
- уровень напряжения точки привязки 1 В (Input A(B) → Trig → «1 V»);
- выключить фильтрацию (Input A(B) → Filter → «Off»).

Произвести не менее 100 измерений интервала времени между выходными импульсными сигналами 1 Гц СВ и стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007 и по формуле (1) рассчитать \bar{T} :

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n T_i \quad , \quad (1)$$

где T_i – i -й результат измерений;

n – количество результатов измерений.

10.8.5 По истечении 30 минут после установления режима синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS перевести СВ в режим автономного хранения путем отключения приемной антенны сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

10.8.6 По истечении 1 суток повторить измерения в соответствии с п.п. 10.8.3 - 10.8.4 и по формуле (1) рассчитать \bar{T}_1 .

10.8.7 Значение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в автономном режиме работы за 1 сутки определить по формуле (2):

$$\Delta T = \bar{T}_1 - \bar{T} \quad (2)$$

10.8.8 Результаты поверки считать положительными, если значение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в автономном режиме работы за 1 сутки находится в пределах ± 5 мс (для исполнения СВ-XXX-X УХЛХ ± 10 мс).

В противном случае СВ бракуют.

10.9 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения 100 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS (для модификации СВ-02А)

Измерения проводятся для исполнения СВ-02А(-А)-XXX-XXXX-И1-ГХ...

10.9.1 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения 100 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS произвести по схеме, представленной на рисунке 7.

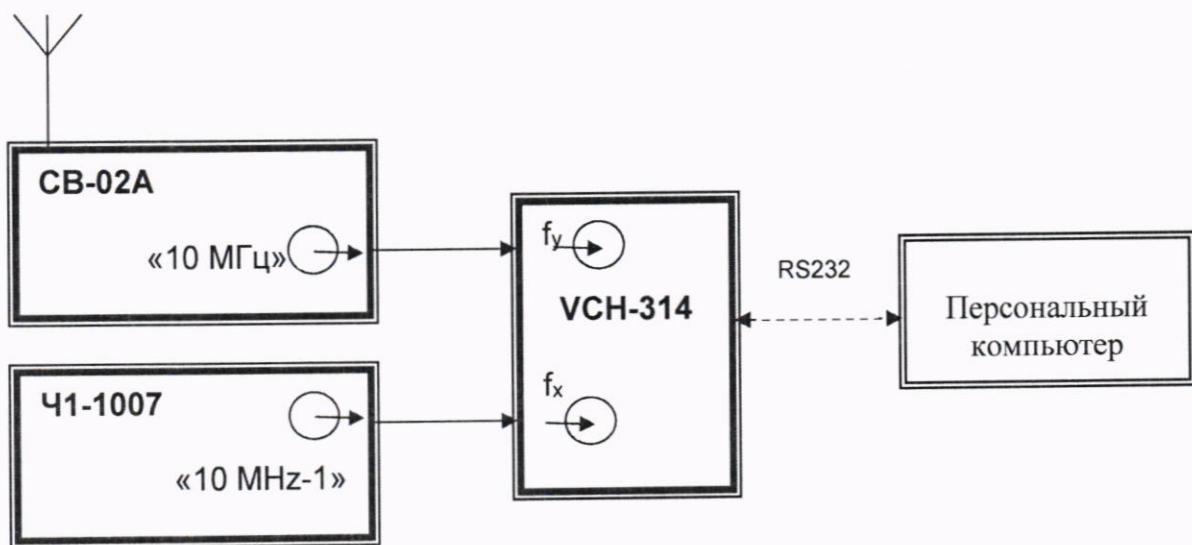


Рисунок 7 – Схема для определения среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения 100 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS

В соответствии с РЭ подготовить СВ-02А к работе в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

Включить VCH-314 в соответствии с руководством по эксплуатации ЯКУР.411146.014РЭ и прогреть в течение 2 ч.

10.9.2 Установить в меню «опции» параметры измерения VCH-314 в соответствии с руководством по эксплуатации ЯКУР.411146.014РЭ:

- коэффициент умножения $1 \cdot 10^6$;
- максимальное время усреднения измерений 1000 с;
- число измерений 10;
- входная частота 10 МГц.

10.9.3 Запустить однократный режим измерений. По истечении 1000 с значение среднего квадратического относительно двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения 100 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS определится компаратором частотным VCH-314 автоматически.

10.9.4 Результаты поверки считать положительными, если значение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения 100 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS не превышает $1,5 \cdot 10^{-8}$.

В противном случае СВ бракуют.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Номинальное значение частоты выходных сигналов и параметры импульсного сигнала частотой 1 Гц уровня ТТЛ определяют методом прямых измерений.

Результат поверки считать положительными, если полученные значения составляют (п. 10.1):

- номинальное значение частоты выходных сигналов – 1 Гц;
- верхний уровень напряжения (логический «1»), В – не менее 2,6;
- нижний уровень напряжения (логический «0»), В – не более 0,4.

11.2 Разность формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS определяют методом прямых измерений.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения находятся в допускаемых пределах $\pm 1,0$ мкс (п. 10.2).

11.3 Среднее квадратическое отклонение результатов измерений ШВ при интервале времени измерения 1 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS определяют с применением измерителя интервала времени (частотомера универсального СНТ-90) который в автоматическом режиме производит накопление и расчет СКО.

Результаты поверки считать положительными, если полученное значение не превышает 50 нс (п. 10.3).

11.4 Задержки времени выдачи телеграммы IRIG-B007(004) через порт RS422 относительно формируемой ШВ определяют методом прямых измерений.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения не превышают 100 нс (п. 10.4).

11.5 Параметры дискретных сигналов (0 – 24) В при питании дискр. вых. Упит = $(24 \pm 0,1)$ В (для модификации СВ-02А) определяют методом прямых измерений.

Результаты поверки (для модификации СВ-02А) считать положительными, если полученные значения составляют (п. 10.5):

- верхний уровень напряжения (логический «1») – не менее 22,7 В;
- нижний уровень напряжения (логический «0») – не более 1,3 В.

11.6 Параметры сигнала «10 МГц» (для модификации СВ-02А) определяют методом прямых измерений.

Результаты поверки (для модификации СВ-02А) считать положительными, если полученные значения составляют (п. 10.6):

- верхний уровень напряжения (логический «1») – не менее 1,8 В
- нижний уровень напряжения (логический «0») – не более 0,4 В.

11.7 Задержки выдачи дискретного сигнала (0 – 24) В при питании дискр. вых. Упит = $(24 \pm 0,1)$ В относительно начала выходного импульсного сигнала частотой 1 Гц (для модификаций СВ-02А) определяют методом прямых измерений.

Результаты поверки (для модификаций СВ-02А) считать положительными, если полученные значения находятся в пределах ± 300 мкс (п. 10.7).

11.8 Абсолютную погрешность хранения формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в автономном режиме работы за 1 сутки вычисляют по формуле (1) определяя смещение формируемой шкалы времени в автономном режиме работы за 1 сутки.

Результаты поверки считать положительными, если полученное значение находится в пределах ± 5 мс (для исполнения СВ-XXX-X УХЛХ ± 10 мс) (п. 10.8).

11.9 Среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения 100 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS (для модификации СВ-02А) определяют относительно эталона единицы частоты с применением компаратора частотного, который в автоматическом режиме производит накопление и расчет СКДО.

Результаты поверки (для модификации СВ-02А) считать положительными, если полученные значения не превышают $1,5 \cdot 10^{-8}$ (п. 10.9).

11.10 В соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 к рабочим эталонам 4 разряда установлены следующие обязательные требования:

– пределы допускаемых смещений рабочих шкал времени относительно национальной шкалы времени $\Delta T_{UTC(SU)-РШ}$ составляют ± 1 мс;

– пределы допускаемой погрешности хранения формируемой шкалы времени $\Delta T_{хран}$ в автономном режиме за сутки составляют $\pm 10,0$ мс;

11.11 СВ соответствует требованиям, предъявляемым к рабочему эталону 4 разряда, по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, если по результатам поверки установлено, что:

– значения разности формируемой ШВ и национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS находятся в допускаемых пределах $\pm 1,0$ мкс;

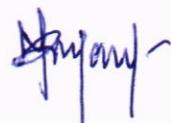
– значение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в автономном режиме работы за 1 сутки находится в допускаемых пределах ± 5 мс (для исполнения СВ-XXX-X УХЛХ ± 10 мс).

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки СВ подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включёнными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца СВ или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке СВ, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведённой поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причины непригодности.

12.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

Начальник отделения ГМЦ ГСВЧ
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.Н. Федотов

Начальник отдела № 71 – ученый хранитель
государственного эталона ФГУП «ВНИИФТРИ»



И.Б. Норец

Инженер I категории
лаборатории № 714 ФГУП «ВНИИФТРИ»



С.А. Семенов