

СОГЛАСОВАНО
Начальник ФГБУ «ГНМЦ»
Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев

« 19 » 10 2021 г.

СТАНДАРТ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ ВОДОРОДНЫЙ
VCH-1008 ЯКУР.411141.034

Руководство по эксплуатации

Методика поверки

Приложение В

(обязательное)

ЯКУР.411141.034РЭ2

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ»
Минобороны России

С.Г. Серко

« 15 » 10 2021 г.



Содержание

1	Общие сведения	3
2	Операции поверки	4
3	Средства поверки	5
4	Требования к квалификации поверителей	7
5	Требования безопасности	8
6	Условия поверки	9
7	Подготовка к поверке	10
8	Проведение поверки	11
8.1	Внешний осмотр	11
8.2	Опробование	11
8.3	Определение (контроль) метрологических характеристик	14
9	Выключение прибора	19
10	Оформление результатов поверки	20

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взамен инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		Справ. №		Перв. примен.	
										VCH-1008		ЯКУР.411141.034	
Изм. Лист № докум. Подп. Дата Разраб. Синельников Пров. Пеллошенко Согл. Н.контр. Киселева Утв. Сахаров Стандарт частоты и времени водородный VCH-1008 Руководство по эксплуатации Методика поверки Приложение В (обязательное) Лит. Лист Листов 2 21 ЗАО «Время-Ч»													

1 Общие сведения

Настоящая методика поверки распространяется на стандарты частоты и времени водородные VCH-1008 ЯКУР.411141.034 (далее – приборы) в модификациях ЯКУР.411141.034, ЯКУР.411141.034-01, ЯКУР.411141.034-02, ЯКУР.411141.034-03 и устанавливает методы и средства первичной, периодической и внеочередной поверок, проводимых в соответствии с Приказом Минпромторга от 31 июля 2020 г. N 2510.

Поверка проводится аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Поверяемый прибор должен иметь прослеживаемость к государственному первичному эталону в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.07.2018 № 1621 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

Интервал между поверками – 1 год.

Сокращенная поверка приборов невозможна.

Подп. и дата

инв. № доул.

Взамен инв. №

Подп. и дата

инв. № подл.

					ЯКУР.411141.034РЭ2	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2 Операции поверки

Перед проведением поверки прибора проводится внешний осмотр и операция подготовки его к работе.

Метрологические характеристики, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность поверки параметров		
		первичная поверка		периодическая поверка
		при выпуске	после ремонта	
Внешний осмотр	8.1	да	да	да
Опробование	8.2	да	да	да
Проверка номинальных значений частот выходных сигналов	8.3.1	да	да	да
Проверка среднеквадратического значения напряжения выходных сигналов на разъемах 5; 10; 100 МГц, уровня импульсных сигналов 2,048, 1 МГц и параметров импульсных сигналов частотой 1, 1/60 Гц (полярность, амплитуда, длительность импульсов)	8.3.2	да	да	да
Проверка относительной погрешности по частоте при выпуске из производства	8.3.3	да	да	нет
Проверка относительного среднего изменения частоты за одни сутки в режиме хранения	8.3.4	да	да	да
Проверка среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала 5 МГц в режиме хранения	8.3.5	да	да	да
Проверка спектральной плотности мощности фазовых флуктуаций в спектре выходного сигнала 5 МГц	8.3.6	да	да	да
Проверка относительной погрешности по частоте в режиме слежения за НКА ГЛОНАСС/GPS на интервале времени наблюдения 1 сутки после 10 суток непрерывной работы (для модификаций ЯКУР.411141.034-02, ЯКУР.411141.034-03)	8.3.7	да	да	да

Проверка погрешности воспроизведения шкалы времени относительно UTC (SU) в режиме слежения за НКА ГЛОНАСС/GPS (для модификаций ЯКУР.411141.034-02, ЯКУР.411141.034-03)	8.3.8	да	да	да
--	-------	----	----	----

3 Средства поверки

3.1 Рекомендуемые средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	пределы измерения	погрешность	
Частотомер	Диапазон измерения частот 0,001 Гц – 300 МГц Измерение интервалов времени от 100 пс	Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора $\pm 5,0 \cdot 10^{-7}$	CNT-90
Компаратор частотный	Частота входных сигналов 5; 10; 100 МГц с отклонением от номинального значения $\pm 1,0 \cdot 10^{-6}$	Погрешность, вносимая компаратором (среднее квадратическое отклонение): $1,5 \cdot 10^{-13}$ при интервале времени измерения 1 с; $2,0 \cdot 10^{-14}$ при интервале времени измерения 10 с; $3,0 \cdot 10^{-15}$ при интервале времени измерения 100 с; $5,0 \cdot 10^{-16}$ при интервале времени измерения 1000 с.	VCH-315
Стандарт частоты и времени водородный	Частота выходных сигналов 1 Гц; 5, 10, 100 МГц	$7,0 \cdot 10^{-14}$ при периоде измерения 1 с; $1,5 \cdot 10^{-14}$ при периоде измерения 10 с; $4,0 \cdot 10^{-15}$ при периоде измерения 100 с; $1,5 \cdot 10^{-15}$ при периоде измерения 1000 с; $1,5 \cdot 10^{-15}$ при периоде измерения 1 ч; $5,0 \cdot 10^{-16}$ при периоде измерения 1 сут; $\pm 3,0 \cdot 10^{-13}$ относительная погрешность по частоте.	Ч1-1035
Компаратор-анализатор фазовый	Частота входных сигналов 5; 10; 100 МГц	1 Гц –135 дБн/Гц; 10 кГц –163 дБн/Гц	VCH-323

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	пределы измерения	погрешность	
Осциллограф	Полоса пропускания (0 – 500) МГц	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитуды $\pm 3\%$; пределы допускаемой относительной погрешности измерений временных интервалов $\pm 3\%$	DSO7052B
Приемник сигналов НКА ГЛОНАСС/ GPS	Частота выходного сигнала 1 Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности (по уровню вероятности 0,95) синхронизации формируемой шкалы времени со шкалой времени UTC(SU) при работе по сигналам НКА ГЛОНАСС/GPS ± 20 нс	ОСП-2 ТСЮИ.46 1531.037
Прибор комбинированный	диапазон измерений относительной влажности воздуха от 10 до 98 %	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха $\pm 3\%$	Testo 622
	диапазон измерений температуры воздуха от минус 10 до 60 °C	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры воздуха $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$	
	диапазон измерений абсолютного давления от 30 до 120 кПа	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа	
ПЭВМ			Вспомогательное оборудование

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие необходимую точность и диапазоны измерений.

3.2 Применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть утвержденного типа, исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск знака поверки на приборе или в технической документации.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в порядке, установленном в ПР 50.2.012-94.

[illegible]

— L — L — L — L — L — L — L — L — L — L —

[illegible]

					ЯКУР.411141.034РЭ2	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

6 Условия поверки

6.1 При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения операций поверки

Температура окружающего воздуха, °С (К)	20 ±5 (293 ±5)
При проведении проверки среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты выходных сигналов изменение температуры окружающей среды в любой точке диапазона рабочих температур не должно превышать	± 1 °С
Относительная влажность воздуха при температуре до 25 °С, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.)	84 – 106,7 (630 – 800)
Питание от сети переменного тока:	
- напряжение сети, В;	220 ± 4,4
- частота, Гц.	50,0 ± 0,5

Подп. и дата

Инв. № доул.

Взамен инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411141.034РЭ2

Лист

9

7 Подготовка к поверке

7.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого прибора и используемых средств поверки.

7.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого прибора;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в технической документации равного 24 часа).

7.3 Перед началом работы обеспечить надежное заземление прибора, для чего зажим защитного заземления присоедините к шине заземления раньше других соединений. Крепления заземляющей клеммы и проводников должны быть надежно зафиксированы.

7.4 Подключить питание прибора.

Подп. и дата

инв. № доул.

Взамен инв. №

Подп. и дата

инв. № подл.

					ЯКУР.411141.034РЭ2	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

Произвести внешний осмотр прибора, убедиться в отсутствии внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность прибора.

При проведении внешнего осмотра проверяется:

- сохранность пломб;
- чистота и исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей и соответствие их номиналов требуемым;
- ослабления элементов конструкции.

Приборы, имеющие дефекты (механические повреждения), бракуют и направляют в ремонт.

8.2 Опробование

Для опробования прибора, оценки его исправности и приведения прибора в рабочее состояние, подключить к прибору переменное напряжение 220 В и включить тумблер «АССУМ» на задней панели прибора. При этом должен загореться индикатор **ОТКАЗ** на передней панели прибора, на экране ЖК-индикатора появится окно сообщений с информацией, что прибор находится в автоматическом режиме включения (рисунок 1).



Рисунок 1 – Сообщение на экране прибора в режиме прогрева после включения.

Примерно через четыре часа, индикатор **ОТКАЗ** гаснет, окно сообщений на экране ЖК-индикатора будет отображать информацию о нормальной работе прибора (рисунок 2).

Подп. и дата

Инв. № докл.

Взамен инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411141.034РЭ2

Лист

11



Рисунок 2 - Сообщение на экране прибора в режиме нормальной работы.

Если во время включения прибора центральный процессор обнаружил незначительные нарушения в работе, при которых допустима нормальная работа прибора, в окно сообщений будет выведена информация о предупреждениях (рисунок 3). При этом в третьей строке будет отображаться информация о предупреждениях, если таких предупреждений несколько, то полный список можно просмотреть, используя пункт «Информация» главного меню.



Рисунок 3 - Сообщение на экране прибора в режиме нормальной работы с предупреждениями

В любое время после включения питания можно перейти в главное меню для проверки параметров или управления прибором, нажав клавишу «**ВОЙТИ В МЕНЮ**». Для обратного перехода в окно сообщений из любого другого окна необходимо несколько раз нажать

Инв. № подл.	Подп. и дата		Взамен инв.№		Инв. № дубл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411141.034РЭ2	
						Лист
						12

8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

8.3.1 Проверку номинальных значений частот выходных сигналов 1, 2,048, 5, 10, 100 МГц и 1, 1/60 Гц провести путем их измерения частотомером CNT-90 на соответствующих разъемах прибора. На разъем «EXT REF FREQ INPUT» частотомера CNT-90 подать опорный сигнал частотой 10 МГц от стандарта частоты и времени Ч1-1035. Результаты проверки считать удовлетворительными, если измеренные значения соответствующих частот находятся в пределах (1000000 ± 1) Гц, $(2048000,00 \pm 1)$ Гц, (5000000 ± 1) Гц, (10000000 ± 1) Гц, (100000000 ± 1) Гц, $(1 \pm 1 \cdot 10^{-7})$ Гц, $(0,016(6) \pm 1 \cdot 10^{-9})$ Гц.

8.3.2 Проверку среднеквадратического значения напряжения выходных сигналов на разъемах 5; 10; 100 МГц, уровня импульсных сигналов 2,048, 1 МГц и параметров импульсных сигналов частотой 1, 1/60 Гц (полярность, амплитуда, длительность импульсов) провести с помощью осциллографа DSO7052B на нагрузке $(50,0 \pm 0,3)$ Ом. Результаты проверки считать удовлетворительными, если:

- среднеквадратическое значение напряжение выходных синусоидальных сигналов на нагрузке $(50 \pm 0,3)$ Ом, В находится в пределах от 0,8 до 1,2 В;
- уровень выходных импульсных сигналов 2,048 и 1 МГц на нагрузке $(50 \pm 0,3)$ Ом находится в пределах от 2,3 до 2,7 В;
- полярность импульсных сигналов частотой 1, 1/60 Гц положительная;
- амплитуда на нагрузке $(50 \pm 0,3)$ Ом импульсных сигналов частотой 1, 1/60 Гц находится в пределах от 2,5 до 5 В;
- длительность импульсов сигналов частотой 1, 1/60 Гц находится в пределах $100 \pm 0,01$; $10 \pm 0,01$; $1 \pm 0,01$; $0,1 \pm 0,01$ мкс;
- время нарастания фронта не более 15 нс.

8.3.3 Проверку относительной погрешности по частоте при выпуске провести методом сравнения сигнала частотой 5 МГц прибора с сигналом частотой 5 МГц стандарта частоты и времени водородного Ч1-1035 с помощью компаратора фазового многоканального VCH-315, согласно схеме, приведенной на рисунке 5.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № доул.	Подп. и дата	ЯКУР.411141.034РЭ2					Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



Рисунок 5 - Схема соединения приборов для измерения относительной погрешности по частоте.

Измерения провести с интервалом времени измерения 1 час на интервале времени наблюдения 24 часа, с определением среднего значения. При определении среднего значения необходимо учитывать еще и среднее значение частоты Ч1-1035. Результаты проверки считать удовлетворительными, если измеренное значение относительной погрешности по частоте находится в пределах $\pm 3,0 \cdot 10^{-13}$.

Если полученный результат находится в пределах $\pm 1,0 \cdot 10^{-11}$, необходимо скорректировать номинал частоты (п.2.4.3 Руководство по эксплуатации Инструкция пользователя Приложение Б ЯКУР.411141.034РЭ1). После коррекции частоты необходимо снова проверить относительную погрешность по частоте, значение которой должно находиться в пределах $\pm 3,0 \cdot 10^{-13}$. Если не удастся получить требуемое значение относительной погрешности по частоте, то прибор бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.4 Проверку относительного среднего изменения частоты за сутки в режиме хранения осуществить по результатам измерения систематического изменения частоты выходного сигнала 5 МГц на интервале не менее $n=10$ суток относительно выходного сигнала стандарта частоты и времени водородного Ч1-1035 с помощью компаратора фазового многоканального VCH-315 по схеме рис. 5.

При условии линейного характера систематического изменения частоты на интервале n суток значение среднего относительного изменения частоты за сутки ν вычислить по формуле (1).

$$\nu = \frac{6}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{2i}{n+1} - 1 \right) \Delta_{0f_i}, \quad (1)$$

где $n \geq 10$ – количество суток;

$i = 1, 2, 3 \dots n$;

$\Delta_{0f_1}, \Delta_{0f_2}, \Delta_{0f_3} \dots \Delta_{0f_n}$ – значения относительной погрешности по частоте в i -ые сутки

соответственно.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если значение относительного среднего изменения частоты находится в пределах $\pm 2,0 \cdot 10^{-15}$ в сутки.

Если указанные требования не выполняются, то прибор бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.5 Проверку относительного среднеквадратического двухвыборочного отклонения (нестабильности) частоты выходного сигнала 5 МГц провести согласно схеме, приведенной на рисунке 5, за интервалы времени измерений 1; 10; 100 сек., 1 час и 1 сутки с помощью компаратора многоканального VCH-315 и стандарта частоты и времени водородного Ч1-1035. Нестабильность частоты выходного сигнала за интервалы времени измерений 1; 10; 100 сек., 1 час и 1 сутки вычисляется компаратором фазовым многоканальным VCH-315. При этом число измерений для $\tau = 1$; 10; 100 сек., 1 час должно быть не менее 20. Для $\tau = 1$ сутки число измерений не менее 10. В процессе измерений температура окружающей среды должна находиться в пределах ± 1 °С в рабочем диапазоне температур. Контроль температуры осуществлять прибором комбинированным Testo 622. В случае выхода температуры окружающей среды за пределы допущенных значений, произвести проверку данного пункта методики поверки повторно.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если значения относительного среднеквадратического двухвыборочного отклонения частоты не более:

- для интервала времени измерений 1 с $5,0 \cdot 10^{-13}$;
- для интервала времени измерений 10 с $2,0 \cdot 10^{-13}$;
- для интервала времени измерений 100 с $5,0 \cdot 10^{-14}$;
- для интервала времени измерений 1 час $9,0 \cdot 10^{-15}$;
- для интервала времени измерений 1 сутки (при изменении температуры окружающей среды в пределах ± 1 °С в рабочем диапазоне температур) $3,0 \cdot 10^{-15}$.

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411141.034РЭ2

Лист

16

8.3.6 Проверку спектральной плотности мощности случайных отклонений фазы в спектре выходного сигнала 5 МГц произвести путем их измерения компаратором-анализатором фазовым VCH-323. На первый вход VCH-323 подать сигнал частотой 5 МГц от прибора, а на второй вход сигнал частотой 5 МГц от Ч1-1035. Измерить уровень шума на частотах 1, 10; 100; 1000 и 10000 Гц. Из полученного результата вычесть 3 дБ за счет применения идентичных источников сигнала 5 МГц.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если спектральная плотность мощности случайных отклонений фазы в спектре выходного сигнала 5 МГц не более:

- на частоте $(1 \pm 0,3)$ Гц минус 105 дБ/Гц;
- на частоте (10 ± 3) Гц минус 130 дБ/Гц;
- на частоте $100 \text{ Гц} \pm 10 \%$ минус 145 дБ/Гц;
- на частоте $1 \text{ кГц} \pm 10 \%$ минус 155 дБ/Гц;
- на частоте $10 \text{ кГц} \pm 10 \%$ минус 155 дБ/Гц.

8.3.7 Проверку относительной погрешности по частоте в режиме слежения за НКА ГЛОНАСС/GPS (для модификаций ЯКУР.411141.034-02, ЯКУР.411141.034-03) провести методом сравнения частоты прибора в режиме слежения за НКА ГЛОНАСС/GPS с частотой стандарта частоты и времени водородного Ч1-1035 с помощью компаратора фазового многоканального VCH-315, согласно схеме, приведенной на рисунке 5.

Включить режим слежения за НКА ГЛОНАСС/GPS и по прошествии 10 суток начать измерения. Измеряется сигнал на выходе «5 MHz-1» (или «5 MHz-2»). Измерения провести с интервалом времени измерения 1 час на интервале времени наблюдения 1 сутки с определением среднего значения. При определении среднего значения необходимо учитывать еще и среднее значение частоты Ч1-1035. Результат проверки считать удовлетворительным, если измеренное значение не более $\pm 1,0 \cdot 10^{-13}$.

Если указанные требования не выполняются, то прибор бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.8 Проверку абсолютной погрешности воспроизведения шкалы времени относительно шкалы времени UTC(SU) в режиме слежения за НКА ГЛОНАСС/GPS (для модификаций ЯКУР.411141.034-02, ЯКУР.411141.034-03) провести методом сравнения шкалы времени прибора (сигнал частотой 1 Гц) в режиме слежения за НКА ГЛОНАСС/GPS со шкалой времени (сигнал частотой 1 Гц) ОСП-2 ТСЮИ.461531.037. Включить режим слежения за

инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	инв. № доул.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411141.034РЭ2	Лист
						17

НКА ГЛОНАСС/GPS и по прошествии 3 суток, с помощью частотомера CNT-90 произвести не менее 10 измерений временного интервала между шкалой времени ОСП-2 ТСЮИ.461531.037 и шкалой времени прибора. Результат проверки считать удовлетворительным, если измеренные значения разности шкал находятся в пределах ± 50 нс.

Инв. № подл.	Подп. и дата		Взамен инв. №		Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411141.034РЭ2	
					Лист	18

L
L
L
L
L
L
L
T
T
T
T
T
T
T
T
T

При выключении прибора все установки режима его работы сохраняются в энергонезависимом запоминающем устройстве и при последующем включении прибора эти установки восстанавливаются.

[illegible]

10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах поверки на прибор оформляется в установленном порядке свидетельство о поверке установленной формы, знак поверки наносится на корпус прибора в виде наклейки и в свидетельство о поверке в виде оттиска клейма.

10.2 На оборотной стороне свидетельства записываются результаты поверки.

10.3 В случае отрицательных результатов поверки применение прибора запрещается и на него выдается извещение о непригодности его к применению с указанием причин забракования.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дуол.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411141.034РЭ2					Лист
										20

Лист регистрации изменений

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.41141.034РЭ2

Лист

21