

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
(в редакции, утвержденной приказом Росстандарта № 1203 от 15.06.2018 г.)

Частотомеры универсальные ЧЗ-86А

Назначение средства измерений

Частотомеры универсальные ЧЗ-86А (далее - приборы) предназначены для измерения частоты (периода) непрерывных синусоидальных и видеоимпульсных сигналов, временных параметров видеоимпульсных сигналов (длительности, периода следования, длительности фронта и спада импульсов), интервалов времени, отношения частот двух сигналов и счета числа колебаний, частоты непрерывных колебаний и несущей частоты радиоимпульсных сигналов в диапазоне СВЧ, разности фаз двух синхронных синусоидальных сигналов.

Описание средства измерений

Принцип действия приборов основан на формировании на установленном уровне входного сигнала и последующем измерении интервала T_x , равного при временных измерениях измеряемому параметру (длительности, длительности фронта или спада импульса, длительности интервала времени) или целому числу периодов входного сигнала за установленное время измерения (счета) t_c при измерении частоты и периода сигнала.

Высокая точность измерений обеспечивается внутренним опорным кварцевым термостатированным генератором. Возможна работа прибора от внешнего источника опорного сигнала. Внешний или внутренний опорный сигнал подается также на наружный разъем и может быть использован для синхронизации внешних устройств.

Работа приборов осуществляется под контролем встроенного микропроцессорного устройства, которое обеспечивает управление режимами работы и отображение параметров на экране, а также дистанционное управление по интерфейсу RS-232, универсальному последовательному интерфейсу USB и последовательно-параллельному интерфейсу КОП.

Разъемы интерфейсов RS-232, КОП и USB выведены на заднюю панель прибора для осуществления работы в режиме дистанционного управления.

Приборы имеют конструкцию настольного исполнения и выполнены в унифицированном корпусе типа «Надел-85».

Каркас приборов состоит из двух боковых стенок, верхней и нижней крышек. На нижней крышке расположены съемные ножки прибора.

Управление приборами осуществляется с помощью клавиатуры, размещенной на передней панели прибора.

Передняя панель состоит из несущей панели, на которой закреплена печатная плата клавиатуры с кнопочными переключателями управления и световыми индикаторами, входные ВЧ разъемы и графический жидкокристаллический дисплей.

Индикация режимов измерения, результатов измерения и вспомогательной информации осуществляется на экране графического дисплея в алфавитно-цифровой форме.

Между боковыми стенками закреплено горизонтальное шасси, на котором размещены печатные узлы функциональных частей прибора: устройство микропроцессорное; блок счетный, генератор ударного возбуждения (ГУВ) 2 шт., блок питания, блок опорных частот с кварцевым генератором, умножитель частоты, делитель с переменным коэффициентом деления, блок индикации (дисплей), клавиатура передней панели, усилитель широкополосный, интерфейс КОП.

Межузловые соединения выполнены с помощью ВЧ кабелей с соединителями врубного типа (SMB) и ленточных кабелей - шлейфов с НЧ соединителями.

Общий вид частотомера универсального ЧЗ-86А представлен на рисунке 1.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение мест нанесения знака поверки представлены на рисунке 2.



Рисунок 1 - Общий вид частотомера универсального ЧЗ-86А



Рисунок 2 - Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение мест нанесения знака поверки

Программное обеспечение

Выполнение алгоритма функционирования приборов осуществляется программным обеспечением (ПО). ПО приборов имеет структуру с разделением на метрологически значимую и метрологически незначимую части.

Метрологически значимая часть включает в себя встроенное программное обеспечение, данные которого защищены в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ), программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС), микроконтроллере центрального процессора, предназначено для управления режимами работы прибора и индикации.

Встроенное ПО предназначено для приема внешних команд управления, изменения режимов работы в соответствии с полученными командами, приема внешних запросов о текущем состоянии при подключении к ПЭВМ, выполнения процедуры самотестирования и проведения калибровки.

ПЗУ хранит программу работы частотомера универсального. При включении прибора происходит перепись программы в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), воспроизводимую при работе прибора.

В энергонезависимой памяти центрального процессора хранятся калибровочные коэффициенты, версия ПО и другая информация, необходимая для функционирования приборов.

Метрологически незначимая часть ПО предназначена для дистанционного управления прибором через интерфейсы RS-232, КОП и USB.

Метрологически незначимая часть ПО управляется операционной системой Microsoft Windows XP SP2 или более поздней версией.

Диск CH3-86a.exe ТНСК.411142.003Д9 для дистанционного управления прибором входит в комплект поставки приборов (по отдельному заказу).

В приборах предусмотрены меры защиты от преднамеренного и непреднамеренного изменения. Потребитель не имеет возможности обновления или загрузки новых версий ПО. В режиме внешнего управления реализовано однозначное назначение каждой команды в соответствии с руководством по эксплуатации, поэтому невозможно подвергнуть ПО приборов искажающему воздействию через интерфейсы пользователя. Без нарушения целостности заводских пломб и конструкции приборов невозможно удаление запоминающих устройств или их замена.

Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Конструкция приборов исключает возможность несанкционированного влияния на ПО приборов и измерительную информацию.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077 - 2014 - высокий.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	СНЗ-86а Setup.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.4
Цифровой идентификатор ПО	0x18C399BA1
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC-32

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
Диапазон измерений: - по входу А: частоты непрерывных синусоидальных сигналов, Гц периода следования видеоимпульсных сигналов, с - по входу В частоты непрерывных синусоидальных и видеоимпульсных сигналов, Гц	от 0,005 до $1 \cdot 10^8$ от $1 \cdot 10^{-8}$ до 200 от 0,01 до $1 \cdot 10^8$
Уровни входных сигналов, В: - синусоидальной формы - видеоимпульсной формы	от 0,03 до 7 от 0,1 до 10
Минимальная длительность импульса, нс, не более	5
Диапазон измерения длительности импульсов положительной и отрицательной полярности по входу А на установленном уровне запуска при максимальной частоте следования не более 50 МГц, нс	от 10 до 999999999999
Уровень входных видеоимпульсных сигналов, В	от 0,1 до 10
Диапазон измерения длительности фронта и спада импульсов положительной и отрицательной полярности по входу А, нс	от 5 до $1 \cdot 10^5$
Уровень входных видеоимпульсных сигналов, В	от 1 до 2,5
Диапазон измерения длительности интервала времени (задержки) между импульсами положительной или/и отрицательной полярности, поступающих на входы А и В, на заданных уровнях запуска каналов А и В, нс	от -999999999999 до +999999999999
Минимальная длительность импульсов, нс, не более	5
Уровень входных видеоимпульсных сигналов, В	от 0,1 до 10

Продолжение таблицы 2

1	2
Диапазон измерения разности фаз двух синхронных синусоидальных сигналов, поступающих на входы А и В, с частотой от 1 кГц до 10 МГц, °	от 0 до ±180
Уровень входных синусоидальных сигналов, В	от 0,03 до 7
Диапазон высшей (f_v) из сравниваемых частот непрерывных синусоидальных или видеоимпульсных сигналов (вход В), Гц	от 1 до $1 \cdot 10^8$
Диапазон низшей (f_n) из сравниваемых частот непрерывных синусоидальных или видеоимпульсных сигналов (вход А), Гц	от 0,1 до $1 \cdot 10^8$
Уровень входных сигналов, В: - непрерывных синусоидальных сигналов - видеоимпульсных сигналов	от 0,03 до 7 от 0,1 до 10
Диапазон установки и индикации уровней запуска каналов А и В с учетом полярности сигнала в автоматическом (при частоте синусоидальных колебаний или частоте следования импульсов более 10 кГц) или в ручном режимах, В	от -2,5 до +2,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровней запуска, В	±0,05
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты по входам А и В (и периода по входу А), $\delta(f, P)$	$\pm(\delta_0 + \delta_{зап} + 2 \Delta t_p /t_c)^{*1}$
Пределы допускаемой погрешности запуска, $\delta_{зап}$	$\pm 2 \cdot (3\sigma_{ш} + U_{п})/S \cdot t_c^{*2}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных параметров импульсов Δt_x (длительность, фронт, спад) и интервалов времени, с	$\pm(\delta_0 \cdot t_x + \Delta t_{сис} + \Delta t_{уп} + \Delta t_{зап} + \Delta t_p)^{*3}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности среднего значения разности фаз двух синхронных синусоидальных сигналов, ° - в диапазоне частот от 1 кГц до 1 МГц - в диапазоне частот выше 1 МГц	±0,36 ±3,6
Диапазон измерения среднего за время счета t_c значения частоты непрерывных синусоидальных колебаний по входу С при уровне входных сигналов от 0,03 до 1 В, МГц	от 100 до 1000
Диапазон измерения частоты следования видеоимпульсов прямоугольной формы по входу С при скважности равной 2 (меандр) и амплитуде импульсов от 0,1 до 2,5 В, МГц	от 100 до 300
Диапазон измерения частоты сигналов по входу D, МГц: - непрерывного синусоидального - несущей частоты непрерывной радиоимпульсной последовательности (ИМ)	от $6 \cdot 10^2$ до $17,85 \cdot 10^3$ от $6 \cdot 10^2$ до $17,85 \cdot 10^3$
Параметры радиоимпульсов: - минимальная длительность радиоимпульса, мкс - максимальная длительность радиоимпульса - частота следования радиоимпульсов $F_{сл}$, кГц - скважность радиоимпульсной последовательности - время нарастания и спада колебаний при форме радиоимпульса близкой к прямоугольной, мкс, не более	1 определяется периодом следования импульсов от 0,1 до 500 от 2 до 10^3 0,1
Уровень мощности входных сигналов по входу D, мВт	от 0,03 до 5
КСВН канала D, не более	3

Продолжение таблицы 2

1	2
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты δf сигналов по входам С и непрерывных синусоидальных D	$\pm(\delta_0+2\Delta t_p/t_c)$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения среднего значения несущей частоты импульсно-модулированных сигналов δf_n (ИМ) по входу D	$\pm[\delta_0+6 \cdot \Delta t_p/(t_n \cdot N^{1/2})]^*4$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения отношения частот δ	$\pm(\delta_{зап \cdot (t_c \cdot f_n)}+1/t_c \cdot f_n)^*5$
Номинальное значение частоты внутреннего кварцевого генератора, МГц	10
Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора при выпуске прибора, по истечении времени установления рабочего режима не менее 1 ч	$\pm 2 \cdot 10^{-8}$
Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора через 10 мин. после включения прибора	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора за 12 мес. по истечении времени установления рабочего режима	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Пределы коррекции частоты кварцевого генератора относительно номинального значения	$\pm 3 \cdot 10^{-7}$
Частота внешнего источника опорного сигнала напряжением от 0,2 до 1 В на нагрузке 50 Ом, МГц	5 или 10
Частота выходного опорного сигнала с уровнем не менее 0,3 В на нагрузке 50 Ом при работе от внутреннего или внешнего источника опорного сигнала, МГц	10
Устанавливаемое время счета t_c , мс	$1 \cdot 10^{-3}$; $1 \cdot 10^{-2}$; $1 \cdot 10^{-1}$; 1; 10; 100; $1 \cdot 10^3$; $1 \cdot 10^4$ *6
Длительность положительного импульса напряжением от 1 до 2 В на нагрузке 50 Ом в режиме внешней синхронизации при подаче на вход «ВНЕШН» на задней панели, нс, не менее	50
*1 где δ_0 - относительная погрешность по частоте опорного генератора; $\delta_{зап}$ - относительная погрешность запуска - случайная составляющая погрешности, обусловленная влиянием внутренних шумов измерительного тракта, отношением сигнал/шум входного сигнала и крутизной перепада напряжения входного сигнала в точке запуска; Δt_p - аппаратная разрешающая способность измерения - случайная составляющая погрешности, обусловленная несовпадением фаз входного и опорного сигналов, находится в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ с; t_c - установленное время счета.	

Продолжение таблицы 2

*² где $\sigma_{ш}$ - приведенное к входу измерительного тракта среднеквадратическое значение шума в рабочей полосе частот, которое не превышает $1 \cdot 10^{-4}$ В.

$U_{п}$ - напряжение помехи входного сигнала (пиковое значение), если помеха имеет случайный характер с эффективным значением $\sigma_{п}$, то $U_{п} = 3\sigma_{п}$;

S - крутизна перепада напряжения входного сигнала в точке запуска:

- для синусоидального входного сигнала при уровне запуска, равном нулю, значение крутизны $S = 2\pi f \cdot U_{м} / K_{атт}$;

- для импульсного входного сигнала значение крутизны $S = U_{м} / t_{ф} \cdot K_{атт}$,

где: $U_{м}$ - амплитуда сигнала;

$K_{атт}$ - коэффициент ослабления аттенюатора;

$t_{ф}$ - длительность рабочего фронта импульса;

$K_{атт} = 1$ или 10 в зависимости от положения входных аттенюаторов «X1» и «X10»

соответственно.

*³ где δ_o - относительная погрешность по частоте опорного генератора;

t_x - измеряемый временной интервал, с;

$\Delta t_{сис}$ - систематическая погрешность измерения, обусловленная не идентичностью трактов прохождения сигналов старт и стоп; значение Δt_c находится в пределах ± 1 нс;

$\Delta t_{ур}$ - погрешность измерения, обусловленная погрешностью установки уровней запуска:

$$\Delta t_{ур} = \pm (| \Delta U_{ур1} \cdot K_{атт1} / S_1 | + | \Delta U_{ур2} \cdot K_{атт2} / S_2 |),$$

где: $\Delta U_{ур1,2}$ - погрешность установки уровней запуска каналов А и В, находится в пределах $\pm 0,05$ В;

$S_{1,2}$ - значение крутизны сигнала по входам А и В, в точке запуска каналов.

$\Delta t_{зап}$ - случайная составляющая погрешности, обусловленная влиянием шумов измерительных трактов, отношением сигнал/шум входного сигнала и крутизной перепада напряжения входного сигнала в точке запуска:

$$\Delta t_{зап} = \pm (| \Delta t_{зап1} | + | \Delta t_{зап2} |),$$

где: $\Delta t_{зап1,2}$ - погрешность запуска каналов А и В:

$$\Delta t_{зап1,2} = (3\sigma_{ш} + U_{п1,2}) \cdot K_{атт1,2} / S_{1,2},$$

где: $U_{п1,2}$ - пиковое значение помехи по входам А и В.

$\sigma_{ш}$ - приведенное к входу измерительного тракта среднеквадратическое значение шума в рабочей полосе частот, которое не превышает $1 \cdot 10^{-4}$ В.

$S_{1,2}$ - значение крутизны сигнала по входам А и В, в точке запуска каналов.

Δt_p - аппаратная разрешающая способность измерения - случайная составляющая погрешности, обусловленная несовпадением фаз входного и опорного сигналов, находится в пределах: $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ с при измерении интервалов времени менее 1000 с;

$\pm 1 \cdot 10^{-9}$ с при измерении интервалов времени равных или больших 1000 с.

*⁴ где $t_{и}$ - длительность радиоимпульса на уровне 0,5 импульсной мощности;

N - коэффициент усреднения.

*⁵ где $f_{н}$ - значение низшей из сравниваемых частот;

$f_{в}$ - значение высшей из сравниваемых частот.

*⁶ Реальное время счета устанавливается автоматически равным целому числу периодов входного сигнала с учетом выбранного времени счета, но не может быть менее одного периода входного сигнала

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	220±22 или 220±11 50±1 или 400±28
Потребляемая мощность, В·А, не более	50
Габаритные размеры средства измерений, мм, не более - высота - ширина - длина	136 299 435,5
Масса, кг, не более	7,5
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре 30 °С, % - атмосферное давление, кПа	от -10 до +50 90 от 60 до 106
Средний срок службы, лет	15
Средняя наработка на отказ, ч	10000

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации и формуляра типографским способом и на приборы сеткографическим способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплектность средства измерений

Наименование, тип	Обозначение	Количество
Частотомер универсальный ЧЗ-86А	ТНСК.411142.003	1 шт.
Комплект принадлежностей	ТНСК.411142.131	1 шт.
Диск с программой СНЗ-86а.exe	ТНСК.411142.003 Д9	1 шт.*
Руководство по эксплуатации	ТНСК.411142.003 РЭ	1 экз.
Формуляр	ТНСК.411142.003 ФО	1 экз.
* поставляется по требованию заказчика		

Поверка

осуществляется по документу ТНСК.411142.003 РЭ «Частотомер универсальный ЧЗ-86А. Руководство по эксплуатации», раздел 7 «Поверка прибора» с изменением № 1, утвержденному ФБУ «Нижегородский ЦСМ» 26 марта 2018 г.

Основные средства поверки:

Генератор сигналов высокочастотный Г4 - 227 (регистрационный № 47059-11).

Генератор сигналов низкочастотный прецизионный Г3 - 122 (регистрационный № 10237-85).

Генератор сигналов низкочастотный Г3-123 (регистрационный № 11185-88).

Генератор сигналов высокочастотный Г4-176 (регистрационный № 11207-88).

Генератор сигналов высокочастотный Г4 - 204 (регистрационный № 20772-01).

Ваттметр поглощаемой мощности М3 - 90 (регистрационный № 11477-88).

Генератор импульсов Г5 - 56 (регистрационный № 5269-12).

Генератор импульсов Г5-78 (регистрационный № 8776-82).

Источник временных сдвигов И1-8 (регистрационный № 4987-75).

Стандарт частоты и времени Ч1 - 81 (регистрационный № 13442-03).

Частотомер вычислительный ЧЗ -65 (регистрационный № 9510-84).

Калибратор фазы Ф1-4 (регистрационный № 7922-80).

Осциллограф универсальный двухканальный широкополосный С1 - 97 (регистрационный № 7464-79).

Вольтметр универсальный В7-79 (регистрационный № 34480-07).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых частотомеров универсальных ЧЗ-86А с требуемой точностью.

Знак поверки наносится давлением на специальную мастику пломб, которые расположены на задней панели в местах крепления верхней и нижней крышек и над потенциометром «КОРР ЧАСТ».

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к частотомерам универсальным ЧЗ-86А

ГОСТ 22335-98 Частотомеры электронно-счетные. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ТНСК.411142.003 ТУ Частотомер универсальный ЧЗ-86А. Технические условия

Изготовитель

Акционерное общество «Научно-производственная фирма «Техноякс»

(АО «НПФ «Техноякс»)

ИНН 7719247218

105484, г. Москва, ул. 16-я Парковая, д. 30

ИНН 7719247218

Телефон: (499) 464-23-47, факс: (499) 464-59-81

Web-сайт: www.tehnojaks.com

E-mail: mail@tehnojaks.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области»

(ФБУ «Нижегородский ЦСМ»)

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Республиканская, д. 1

Телефон: (831) 428-78-78, факс (831) 428-57-48

Web-сайт: www.nncsm.ru

E-mail: mail@nncsm.ru

Аттестат аккредитации ФБУ «Нижегородский ЦСМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30011-13 от 27.11.2013 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« ___ » _____ 2018 г.