

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Частотомеры универсальные ЧЗ-97

Назначение средства измерений

Частотомер универсальный ЧЗ-97 (далее – прибор) предназначен для измерения временных параметров видеоимпульсных сигналов (длительности, периода следования, длительности фронта и спада импульсов), интервалов времени, отношения частот двух сигналов, счета числа колебаний, разности фаз двух синхронных синусоидальных сигналов, частоты, периода непрерывных синусоидальных и видеоимпульсных сигналов в диапазоне частот от 0,001 Гц до 300 МГц по входам А и В, а также частоты непрерывных колебаний и несущей частоты радиоимпульсных сигналов в диапазоне частот от 300 до 37500 МГц по входу С.

Описание средства измерений

Принцип действия прибора основан на формировании на установленном уровне входного сигнала и последующем измерении интервала времени T_x , равного при временных измерениях измеряемому параметру (длительности импульса, 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.

Интервал времени T_x измеряется интерполяционным методом.

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 прибором осуществляется под контролем встроенного микропроцессорного устройства, которое обеспечивает управление режимами работы, отображение параметров и результатов измерения на экране, а также дистанционное управление по интерфейсу RS-232, ETHERNET и последовательно-параллельному интерфейсу КОП.

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

Прибор имеет конструкцию настольного исполнения и выполнен в унифицированном корпусе типа «Надел-85».

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

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

Передняя панель состоит из несущей панели, на которой закреплены 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, усилитель широкополосный, интерфейс КОП, преобразователь частоты, формирователь сигналов, синтезатор частоты, индикатор светодиодный.

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

Общий вид частотомера универсального ЧЗ-97 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-97



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

Программное обеспечение

Выполнение алгоритма функционирования прибора осуществляется программным обеспечением (ПО). ПО прибора 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 и предназначена 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), используемое при работе прибора.

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

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

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

Диск с программой «СНЗ-97.exe» ТНСК.411142.007Д9 для дистанционного управления прибором входит в комплект поставки приборов (по отдельному заказу).

В приборах предусмотрены меры защиты от преднамеренного и непреднамеренного изменения ПО. 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 прибора 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_97
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО	0xA3325CE1
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC-32

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измеряемых частот по входам А и В, Гц	от 0,001 до $3 \cdot 10^8$
Уровни входных сигналов, В: - синусоидальной формы - видеоимпульсной формы	от 0,03 до 10 от 0,1 до 10
Минимальная длительность импульса, нс, не более	1,65
Диапазон измерения длительности импульсов положительной и отрицательной полярности по входам А и В на установленном уровне запуска при максимальной частоте следования не более 100 МГц, нс	от 5 до 999999999999
Уровень входных видеоимпульсных сигналов, В	от 0,1 до 10
Диапазон измерения длительности фронта и спада импульсов положительной и отрицательной полярности по входам А и В, нс	от 5 до $1 \cdot 10^5$
Уровень входных видеоимпульсных сигналов, В	от 1 до 2
Диапазон измерения длительности интервала времени 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	1,65
Уровень входных видеоимпульсных сигналов, В	от 0,1 до 10

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
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 0,1 до 10
Диапазон высшей (f_v) из сравниваемых частот непрерывных синусоидальных или видеоимпульсных сигналов (вход В), Гц	от 1 до $3 \cdot 10^8$
Диапазон низшей (f_n) из сравниваемых частот непрерывных синусоидальных или видеоимпульсных сигналов (вход А), Гц	от 0,1 до $3 \cdot 10^8$
Уровень входных сигналов, В: - непрерывных синусоидальных сигналов - видеоимпульсных сигналов	от 0,03 до 10 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 не менее 1 кГц) или в ручном режимах, В	от -2 до +2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровней запуска, В	±0,01
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты по входам А и В, $\delta(f, P)$	$\pm(\delta_0 + \delta_{зап} + \Delta t_p /t_c) \cdot *^1$
Пределы допускаемой погрешности запуска, $\delta_{зап}$	$\pm 2 \cdot (3\sigma_{ш} + U_n) / S \cdot \chi_c \cdot *^2$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных параметров импульсов $D_{тх}$ (длительность, фронт, спад) и интервалов времени, с	$(\delta_0 \cdot \chi_x + D_{тсис} + D_{туп} + D_{тзап} + D_{тп}) \cdot *^3$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности среднего значения разности фаз двух синхронных синусоидальных сигналов при амплитуде входного сигнала 1 В, °	±2,3
Диапазон измерения по входу С, МГц: - частоты непрерывных (НГ) синусоидальных колебаний - несущей частоты непрерывной радиоимпульсной последовательности (ИМ)	от $3 \cdot 10^2$ до $37,5 \cdot 10^3$
Параметры радиоимпульсов: - минимальная длительность радиоимпульса, мкс в диапазоне частот от 300 до 600 МГц в диапазоне частот от 600 до 37500 МГц - максимальная длительность радиоимпульса - частота следования радиоимпульсов $F_{сл}$, кГц - скважность радиоимпульсной последовательности	0,5 0,3 определяется периодом следования импульсов от 0,1 до 1000 от 2 до 10^3
- время нарастания и спада колебаний при форме радиоимпульса близкой к прямоугольной, мкс, не более при $t_i \leq 1$ мкс при $t_i > 1$ мкс	$0,1 \cdot t_i \cdot *^4$ 0,1
Уровень мощности входных сигналов по входу С, мВт	от 0,1 до 5
КСВН канала С, не более	3
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты сигналов по входу С, df	$\pm[\delta_0 + \delta_{пр}(t_c) + K \cdot \delta_{дискр}] \cdot *^5$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения отношения частот d	$\pm(d_{зап} \cdot (t_c \cdot \mathcal{H}_n) + 1/t_c \cdot \mathcal{H}_B) \cdot *^6$

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
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	$\pm 2 \times 10^{-8}$
Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора через 10 мин после включения прибора	$\pm 2 \times 10^{-7}$
Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора за 24 мес по истечении времени установления рабочего режима	$\pm 2 \times 10^{-7}$
Пределы коррекции частоты кварцевого генератора относительно номинального значения	$\pm 3 \times 10^{-7}$
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 размахом не менее 1 В на нагрузке 50 Ом при работе от внутреннего или внешнего источника опорного сигнала, МГц	5 и 10
Устанавливаемое время счета t_c , мс	1×10^{-3} ; 1×10^{-2} ; 1×10^{-1} ; 1; 10; 100; 1×10^3 ; 1×10^4 ; 1×10^5 ; 1×10^6 *7
<p>*¹ где δ_0 – относительная погрешность по частоте опорного генератора; $\delta_{\text{зап}}$ – 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, с; t_c – установленное время счета, с.</p> <p>*² где $\sigma_{\text{ш}}$ – приведенное к входу измерительного тракта среднеквадратическое значение шума в рабочей полосе частот. $U_{\text{п}}$ – напряжение помехи входного сигнала (пиковое значение), В; S – крутизна перепада напряжения входного сигнала в точке запуска, В/с; t_c – установленное время счета, с.</p> <p>*³ где δ_0 – относительная погрешность по частоте опорного генератора; t_x – измеряемый временной интервал, с; $D_{\text{сис}}$ – систематическая погрешность измерения, обусловленная неидентичностью трактов интерполяционного преобразования, с; $D_{\text{ур}}$ – погрешность измерения, обусловленная погрешностью установки уровней запуска, с; $D_{\text{зап}}$ – случайная составляющая погрешности, обусловленная влиянием шумов измерительных трактов, отношением сигнал/шум входного сигнала и крутизной перепада напряжения входного сигнала в точке запуска, с; Δt_p – аппаратная разрешающая способность измерения – случайная составляющая погрешности, обусловленная несовпадением фаз входного и опорного сигналов, с.</p> <p>*⁴ где t_i – длительность радиоимпульса на уровне 0,5 импульсной мощности, с.</p>	

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
<p>*⁵ где: δ_o – относительная погрешность по частоте опорного генератора; $\delta_{пр}(t_c)$ – относительная погрешность преобразования несущей частоты входных сигналов в диапазон промежуточных частот $f_{ПЧ}$, обусловленная отклонением частоты гетеродина на интервале времени счета t_c; при измерении несущей частоты ИМ сигнала; K – коэффициент преобразования; $\delta_{дискр.}$ – аппаратная погрешность однократного измерения промежуточной частоты $f_{ПЧ}$ сигнала.</p>	
<p>*⁶ где f_n - значение низшей из сравниваемых частот, Гц; f_b - значение высшей из сравниваемых частот, Гц.</p>	
<p>*⁷ 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</p>	

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	220±22 50±1
Потребляемая мощность, В·А, не более	100
Габаритные размеры средства измерений, мм, не более - высота - ширина - длина	129,5 306 430,6
Масса, кг, не более	8,5
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	15000

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-97	ТНСК.411142.007	1
ЗИП-О в составе:		
- шнур питания	SCZ-1R	1
- кабель соединительный ВЧ	ТНСК4.852.517-08	3
- кабель соединительный СВЧ	ROSENBERGER 09S-09S-RTK106	1
- переход коаксиальный	ТНСК.434542.010	2
- переход коаксиальный	ТНСК.434542.012	1

Продолжение таблицы 4

Наименование, тип	Обозначение	Кол-во
- переход коаксиально-волноводный	ТНСК.434543.001	1
- кабель	RS-232	1
- кабель КОП	ЕЭ4.854.130	1*
- коаксиальный переход	ЯНТИ.434541.013	1
- тройник	ВР0.364.0 13ТУ	1
- аттенюатор фиксированный 20 дБ	ИСМК.467716.001-01	1*
- вставка плавкая ВП2Б-1В 1 А - 250 В	ОЮО.481.005ТУ	4
Руководство по эксплуатации:		
- книга 1	ТНСК.411142.007РЭ	1
- книга 2	ТНСК.411142.007РЭ1	1*
Диск с программой «СНЗ-97.exe»	ТНСК.411142.007Д9	1*
Формуляр	ТНСК.411142.007ФО	1
Ящик укладочный	ТНСК.323365.004	1
* - поставляется по отдельному заказу		

Поверка

осуществляется по документу ТНСК.411142.007РЭ «Частотомер универсальный ЧЗ-97. Руководство по эксплуатации» раздел 7 «Поверка прибора», утвержденному ФБУ «Нижегородский ЦСМ» 25 июня 2018 г.

Основные средства поверки:

Генератор сигналов высокочастотный Г4 – 229 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 48133-11).

Генератор сигналов высокочастотный Г4 – 232 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 63419-16).

Ваттметр поглощаемой мощности МЗ – 90 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 11477-88).

Генератор испытательных импульсов Г9 – 1А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 68667-17).

Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1 – 1011 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 57152-14).

Частотомер универсальный ЧЗ –86А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 45245-10).

Осциллограф универсальный двухканальный широкополосный С1 – 97 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 7464-79).

Вольтметр универсальный В7-81 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 36478-07).

Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-92 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 11479-88).

Мегаомметр М4100/3.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых частотомеров универсальных ЧЗ-97 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-97

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.411142.007 ТУ Частотомер универсальный ЧЗ-97. Технические условия

Изготовитель

Акционерное общество «Научно-производственная фирма «Техноякс»

(АО «НПФ «Техноякс»)

ИНН 7719247218

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

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

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » _____ 2018 г.