

## 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, $\delta(f, P)$	$\pm( \delta_0  +  \delta_{зап}  +  \Delta t_p /t_c) *^1$
Пределы допускаемой погрешности запуска, $\delta_{зап}$	$\pm 2 \times (3\sigma_{ш} + U_n) / S \times_c *^2$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных параметров импульсов $D_{тх}$ (длительность, фронт, спад) и интервалов времени, с	$(\delta_0 \times_x + D_{тсис} + D_{тыр} + D_{тзап} + D_{тп}) *^3$
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	$0,1 \cdot t_i *^4$ 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, $df$	$\pm[\delta_0 + \delta_{пр}(t_c) + K \cdot \delta_{дискр}] *^5$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения отношения частот $d$	$\pm(d_{зап} \cdot (t_c \times_n) + 1/t_c \times_{в}) *^6$

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	$1 \times 10^{-3}$ ; $1 \times 10^{-2}$ ; $1 \times 10^{-1}$ ; 1; 10; 100; $1 \times 10^3$ ; $1 \times 10^4$ ; $1 \times 10^5$ ; $1 \times 10^6$ *7
<p>*<sup>1</sup> где <math>\delta_0</math> – относительная погрешность по частоте опорного генератора;  <math>\delta_{\text{зап}}</math> – 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;  <math>\Delta t_p</math> – аппаратная разрешающая способность измерения – случайная составляющая погрешности, обусловленная несовпадением фаз входного и опорного сигналов, с;  <math>t_c</math> – установленное время счета, с.</p> <p>*<sup>2</sup> где <math>\sigma_{\text{ш}}</math> – приведенное к входу измерительного тракта среднеквадратическое значение шума в рабочей полосе частот.  <math>U_{\text{п}}</math> – напряжение помехи входного сигнала (пиковое значение), В;  <math>S</math> – крутизна перепада напряжения входного сигнала в точке запуска, В/с;  <math>t_c</math> – установленное время счета, с.</p> <p>*<sup>3</sup> где <math>\delta_0</math> – относительная погрешность по частоте опорного генератора;  <math>t_x</math> – измеряемый временной интервал, с;  <math>D_{\text{сис}}</math> – систематическая погрешность измерения, обусловленная неидентичностью трактов интерполяционного преобразования, с;  <math>D_{\text{ур}}</math> – погрешность измерения, обусловленная погрешностью установки уровней запуска, с;  <math>D_{\text{зап}}</math> – случайная составляющая погрешности, обусловленная влиянием шумов измерительных трактов, отношением сигнал/шум входного сигнала и крутизной перепада напряжения входного сигнала в точке запуска, с;  <math>\Delta t_p</math> – аппаратная разрешающая способность измерения – случайная составляющая погрешности, обусловленная несовпадением фаз входного и опорного сигналов, с.</p> <p>*<sup>4</sup> где <math>t_i</math> – длительность радиоимпульса на уровне 0,5 импульсной мощности, с.</p>	

Продолжение таблицы 2

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

E-mail: [mail@tehnojaks.ru](mailto: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](http://www.nncsm.ru)

E-mail: [mail@nncsm.ru](mailto: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.