

Утвержден  
ТНСК.411142.002 РЭ

## **Частотомер универсальный ЧЗ-89**

Руководство по эксплуатации

**ТНСК.411142.002РЭ**

Книга 1

Всего книг 3

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

## СОДЕРЖАНИЕ

		Лист
	Введение.....	4
1	Нормативные ссылки.....	6
2	Обозначения и сокращения.....	6
3	Требования безопасности.....	8
4	Описание прибора и принципов его работы.....	9
4.1	Назначение.....	9
4.2	Условия эксплуатации прибора.....	9
4.3	Состав прибора.....	10
4.4	Технические характеристики прибора.....	10
4.5	Устройство и работа прибора.....	20
4.5.1	Принцип действия прибора.....	20
4.5.2	Описание работы структурных и функциональных частей прибора .....	21
4.6	Конструкция прибора .....	28
5	Использование по назначению и порядок работы.....	30
5.1	Меры безопасности при работе с прибором и эксплуатационные ограничения..	30
5.2	Средства измерений, инструменты и принадлежности.....	30
5.3	Распаковывание и повторное упаковывание.....	32
5.4	Расположение соединителей, органов настройки и включения прибора.....	35
5.5	Подготовка к работе.....	40
6	Цикл измерения.....	52
6	Техническое обслуживание прибора.....	63
7	Поверка прибора.....	65
7.1	Общие сведения.....	65
7.2	Требования безопасности.....	65
7.3	Подготовка к проведению поверки. Условия проведения поверки.....	66
7.4	Организация рабочего места поверки.....	70

ТНСК.411142.002 РЭ

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Частотомер универсальный ЧЗ-89			Литера	Лист	Листов
					Руководство по эксплуатации				2	115114NU
Разработал	Латыпов							MPAGES		
Проверил	Старостин							135		
Н. контр.	Ильин									
Утвердил	Максимов									

Э и н е н д и ц е н ь я в л я е т	7.5	Проведение поверки.....	71								
	7.5.2	Внешний осмотр.....	71								
	7.5.3	Опробование.....	71								
	7.5.4	Определение метрологических характеристик.....	78								
	7.5.4.12	Проверка электрического сопротивления защитного заземления прибора.....	88								
	7.5.4.13	Проверка электрического сопротивления изоляции сетевых цепей относительно корпуса прибора.....	88								
	7.5.4.14	Проверка электрической прочности изоляции сетевых цепей относительно корпуса прибора.....	89								
	7.5.5	Проверка прибора на соответствие ГОСТ 26 003.....	89								
	8	Оформление результатов поверки.....	90								
	9	Текущий ремонт.....	90								
	№ д и я в л я е т С	9.1	Общие положения.....	90							
9.2		Меры безопасности при проведении ремонта.....	90								
9.3		Порядок ремонта.....	90								
10		Хранение.....	94								
а л а г и н д и ц и я в л я е т	11	Транспортирование.....	94								
	Приложение А. (справочное). Таблицы напряжения на выводах транзисторов.....		96								
л д у м в .н И	Приложение Б (справочное). Габаритные размеры прибора.....		108								
№ д и я в л я е т м в з а											
а л а г и н д и ц и я в л я е т											
л д о п в. н И	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	<b>ТНСК.41142.002 РЭ</b>  <b>Частотомер универсальный ЧЗ-89</b>  <b>Руководство по эксплуатации</b>			Литера	Лист	Листов
	Разработал	Латыпов								2	115114NU
	Проверил	Старостин							MPAGES		
	Н. контр.	Ильин							135		
	Утвердил	Максимов									

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения правил эксплуатации, порядке и правила работы, принципе действия, устройства и конструкции, проверке технического состояния, хранения и транспортирования частотомера универсального ЧЗ - 89 (далее прибор), позволяющие обеспечить его правильную эксплуатацию. В состав РЭ включена методика поверки прибора.

РЭ состоит из 3 книг:

ТНСК.411142.002РЭ. Книга 1 - содержит технические характеристики, описание принципа действия прибора, описание электрической схемы и поиска неисправностей, указания по эксплуатации и техническому обслуживанию, методику поверки.

ТНСК.411142.002РЭ1. Книга 2 - содержит перечни элементов, схемы электрические принципиальные и расположение элементов на платах.

ТНСК.411142.002РЭ2. Книга 3 - Частотомер универсальный ЧЗ-89. Руководство по применению.

При проведении поверки прибора поверитель должен быть аттестован в соответствии с требованиями ПР 50.2.012.

Пример записи обозначения прибора при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

«ТНСК.411142.002ТУ - Частотомер универсальный ЧЗ-89».

Внешний вид прибора приведен на рисунке 1.

в ла д и н с к п и п о		г л у б л н о в а н д и	№ в я н в а р и а	в ла д и н с к п и п о	г л у б л н о в а н д и						Лист	
											73	
						Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	



Рисунок 1 - Внешний вид частотомера универсального ЧЗ-89

И	ПОШ	№	в	И
И	ПОШ	№	в	И
И	ПОШ	№	в	И
И	ПОШ	№	в	И
И	ПОШ	№	в	И
И	ПОШ	№	в	И
И	ПОШ	№	в	И
И	ПОШ	№	в	И
И	ПОШ	№	в	И
И	ПОШ	№	в	И

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист 73

## 1 Нормативные ссылки

В настоящем руководстве по эксплуатации использованы ссылки на следующие стандарты:  
ГОСТ 22335-98. Частотомеры электронно-счетные. Общие технические требования и методы испытания.

ГОСТ 22261-94. Средства измерения электрических и магнитных величин. Общие технические требования.

ГОСТ Р 51350-99 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования.

ГОСТ 26003-80. Система интерфейса для измерительных устройств с байт последовательным и бит параллельным обменом информацией.

ГОСТ 14192-96. Маркировка грузов.

ПР50.2.006-94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.

ПР50.2.012-94 ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений.

ГОСТ РВ 20.39.301-98

ГОСТ РВ 20.39.302-98

ГОСТ РВ 20.39.303-98

ГОСТ РВ 20.39.304-98

ГОСТ РВ 20.39.305-98

ГОСТ РВ 20.39.308-98

ГОСТ РВ 20.39.309-98

## 2 Обозначения и сокращения

В настоящем РЭ используются следующие обозначения и сокращения:

ЭСЧ	- электронно-счетный частотомер
НГ	- непрерывный сигнал (отсутствие модуляции)
ИМ	- импульсно-модулированный сигнал
ЧМ	- сигнал с частотной модуляцией
АМ	- сигнал с амплитудной модуляцией
СВЧ	- сверхвысокая частота, сверхвысокочастотный
СКО, $\sigma$	- среднеквадратическое отклонение
КОП	- канал общего пользования
ТТЛ	- транзисторно-транзисторная логика
ЧФД	- частотно-фазовый детектор
ФАПЧ	- фазовая автоподстройка частоты
ПЗУ	- постоянное запоминающее устройство
ОЗУ	- оперативное запоминающее устройство
ГУН	- генератор, управляемый напряжением
БОЧ	- блок опорных частот
ВЧ	- высокая частота
ЕТО	- ежедневное техническое обслуживание
ЗИП	- запасное имущество прибора
КСВН	- коэффициент стоячей волны по напряжению
КО	- контрольный осмотр

в ид и чи ст ст ст	г ол н в ни	в ид и чи ст ст	г ол н в ни	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
										73

- НЧ - низкая частота  
 ПЧ - промежуточная частота  
 ТО - техническое обслуживание  
 ТО-1 - техническое обслуживание №1  
 ТО-2 - техническое обслуживание №2  
 ТО-1х - техническое обслуживание №1 при хранении  
 ТО-2х - техническое обслуживание №2 при хранении  
 УПЧ - усилитель промежуточной частоты  
 ЭРИ - электрорадиоизделия  
 ЭРЭ - электрорадиоэлементы

а дат и п и с ь П О	
л г л у б № в. И н	
№ и н в м В з а	
а дат и п и с ь П О	
л г л о п № в. И н	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист 73

### 3 Требования безопасности

3.1 По требованиям безопасности прибор соответствует ГОСТ РВ 20.39.309 и ГОСТ Р 52319 категория монтажа II, степень загрязнения 2. Доступные токопроводящие части прибора защищены основной изоляцией и электрически соединены с зажимом защитного заземления.

3.2 При эксплуатации прибор должен быть заземлен. Защитное заземление прибора осуществляется через защитный проводник сетевого кабеля и заземляющий контакт вилки сетевого шнура.

***При нарушении или отсутствии защитного заземления  
ВНИМАНИЕ! прибор становится опасным. Эксплуатация незаземленного  
прибора запрещена.***

При использовании частотомера универсального ЧЗ-89 совместно с другими приборами необходимо заземлить все приборы.

3.3 Внутренняя регулировка и ремонт прибора должны производиться квалифицированным персоналом.

Замена предохранителей прибора может производиться только при отключенном от сети сетевом кабеле.

Замена деталей должна производиться только при обесточенном приборе.

3.4 Внутри прибора элементы электрической схемы могут находиться под опасным напряжением 220 В переменного тока и гальванически связаны с питающей сетью.

Подключение и отсоединение проводников к выходным клеммам должно производиться при выключенном приборе.

в д л и н с п л П О	г л о б н в И н	№ в н в м В з а	в д л и н с п л П О	г л о б н в И н						Лист
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

#### 4 Описание прибора и принципа его работы

##### 4.1 Назначение

Частотомер универсальный ЧЗ-89 (далее – прибор, частотомер) предназначен для измерения частоты (периода) непрерывных синусоидальных и видеоимпульсных сигналов, временных параметров видеоимпульсных сигналов (длительности, периода следования, длительности фронта и спада), длительности интервалов времени, измерения несущей частоты непрерывных радиоимпульсных сигналов и сигналов с амплитудной (АМ), амплитудно-импульсной (ИМ) и частотной модуляцией (ЧМ) в диапазоне от 0,001 Гц до 37,5 ГГц, анализа частоты колебаний во времени и статистических характеристик сигналов во временной области (дисперсия, среднеквадратическое отклонение, гистограмма).

Прибор предназначен для использования в качестве автономного средства измерения и в составе информационно-измерительных систем с интерфейсами RS-232, USB.

4.1.2 Внешний вид прибора приведен на рисунке 1.

4.2 Нормальные, рабочие и предельные условия эксплуатации прибора приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Нормальные, рабочие и предельные условия эксплуатации

Условия эксплуатации	Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)
Нормальные	20±5	(65±15) при температуре воздуха (20±5) °С	100±4 (750±30)
Рабочие	от 5 до 40	98 при температуре 25 °С	84 – 106 (630 - 795)
Предельные	от - 20 до 60	98 при температуре 25 °С	-

Примечание - После пребывания прибора в предельных условиях эксплуатации он должен быть выдержан в нормальных или рабочих условиях эксплуатации не менее 2 ч.

4.2.1 Частотомер универсальный ЧЗ-89 по условиям эксплуатации соответствует требованиям ГОСТ РВ 20.39.301 - ГОСТ РВ 20.39.305, ГОСТ РВ 20.39.309, а по условиям эксплуатации удовлетворяет требованиям группы 1.1 ГОСТ РВ 20.39.304 климатического исполнения УХЛ для приборов, не работающих на ходу, диапазон рабочих температур окружающей среды от 5 °С до 40 °С, предельные температуры минус 20 °С и 60 °С, без предъявления требований по воздействию атмосферных выпадающих осадков, соляного (морского) тумана, плесневых грибов, статической и динамической пыли (песка), снеговой нагрузки, солнечного излучения, воздушного потока, компонентов ракетного топлива, рабочих растворов, агрессивных сред, дегазирующих растворов, пониженной влажности и быть прочным к воздействию синусоидальной вибрации с амплитудой

в	в
л	л
и	и
ч	ч
с	с
л	л
д	д
л	л
о	о
ц	ц
и	и
г	г
о	о
б	б
л	л
н	н
я	я
н	н

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
						73



Гарантированными считают технические характеристики, приводимые с допусками или предельными значениями.

4.4.1 Прибор обеспечивает режим самоконтроля путем измерения частоты 10 МГц внутреннего или внешнего опорного сигнала.

4.4.2 Значение времени счета  $t_c$  в режиме измерения частоты (периода) непрерывных сигналов устанавливается в пределах от 0,1 мкс до 10 с.

При измерении частоты (периода) непрерывных сигналов менее 0,1 Гц устанавливается равным не менее одного периода измеряемого сигнала.

При анализе модулированных сигналов время счета автоматически устанавливается равным:  
 $t_c = n/F_m$  – целому числу периодов модуляции ЧМ сигнала в пределах установленного времени счета;

$t_c = \tau_{и}/3$  – при измерении несущей частоты ИМ сигналов с длительностью радиоимпульса  $\tau_{и}$  ;

$t_c = 1/6 \cdot F_m$  – при измерении несущей частоты АМ сигнала с частотой модуляции  $F_m$ .

4.4.3 Прибор обеспечивает измерения:

по входу А:

-среднего за время счета  $t_c$  значения частоты и периода непрерывных синусоидальных сигналов и видеоимпульсных сигналов при минимальной длительности импульса не более 5 нс в диапазоне частот от 0,001 Гц до 150 МГц;

-длительности импульсов положительной и отрицательной полярности в диапазоне от 10 нс до 100 мс на установленном уровне запуска при максимальной частоте следования не более 50 МГц;

-длительности фронта и спада импульсов положительной и отрицательной полярности в диапазоне от 5 нс до 100 мкс.

по входу В:

-среднего за время счета  $t_c$  значения частоты и периода непрерывных синусоидальных сигналов и видеоимпульсных сигналов при минимальной длительности импульса не более 5 нс в диапазоне частот от 0,001 Гц до 150 МГц.

Уровни входных сигналов по входам А и В:

-синусоидального – от 0,03 В эффективного значения (от 0,1 В при частотах менее 10 кГц) до 1 В при положении входного аттенюатора X1 и от 1 до 7 В при положении входного аттенюатора X10;

-видеоимпульсного – от 0,1 до 2,5 В при положении входного аттенюатора X1 и от 2,5 до 10 В при положении входного аттенюатора X10 в режиме измерения частоты (периода);

-видеоимпульсного по входу А - от 0,1 до 2,5 В при положении входного аттенюатора X1 и от 2,5 до 10 В при положении входного аттенюатора X10 при измерения длительности импульса и

в л д и ч с л п ц	г о л о в н и	в л д и ч с л п ц	в л д и ч с л п ц	г о л о в н и

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
						73

от 0,6 до 2,5 В при положении входного аттенюатора X1 и от 2,5 до 10 В при положении входного аттенюатора X10 в режиме измерения длительности фронта и спада импульса.

Входное сопротивление каналов А и В ( $50 \pm 2,5$ ) Ом или ( $1 \pm 0,1$ ) МОм, шунтируемое паразитной емкостью не более 100 пФ.

4.4.4 Прибор обеспечивает при совместном использовании входов А и В измерения:

- длительности интервала времени (задержки) между импульсами положительной или/и отрицательной полярности, поступающими на входы А и В, на заданных уровнях запуска каналов А и В в диапазоне от минус 10 с до 10 с.

Минимальная длительность импульсов не более 5 нс. Амплитуды импульсов от 0,1 до 2,5 В и от 2,5 до 10 В при положении входных аттенюаторов X1 и X10 соответственно.

Примечание. Отрицательное значение интервала времени означает, что сигнал по входу В опережает по времени сигнал по входу А.

- разности фаз двух синхронных синусоидальных сигналов с частотой от 1 кГц до 10 МГц в диапазоне от 0 до  $\pm 360^\circ$ . Уровни входных сигналов от 0,1 до 1 В и от 1 до 7 В при положениях входных аттенюаторов X1 и X10 соответственно.

4.4.5 Установка и индикация уровней запуска каналов А и В производится с учетом полярности сигнала в диапазоне от минус 1,5 до 1,5 В в автоматическом (при частоте синусоидальных колебаний или частоте следования импульсов более 10 кГц) или в ручном режимах.

В автоматическом режиме уровни запуска устанавливаются равными:

- 0,5 полного размаха сигнала при измерении частоты, периода, длительности импульса, интервала времени, разности фаз;

-0,1 (0,9) и 0,9 (0,1) амплитуды импульса при измерении длительности фронта (спада) импульса.

В ручном режиме уровни запуска устанавливаются пользователем в пределах размаха сигнала.

Установка требуемого значения уровня запуска осуществляется с помощью группы клавиш ДАННЫЕ с дискретностью 2,5 мВ в пределах от минус 1,5 В до 1,5 В. При вводе размерности одновременно вводится знак уровня (+/-). С помощью клавиш 33 и 35 уровень запуска изменяется с дискретностью 20 мВ. После изменения параметра отключается автоматическая установка уровней запуска и в других режимах.

Погрешность установки уровней запуска не превышает 0,05 В.

4.4.6 Прибор обеспечивает измерение:

по входу С:

- среднего за время счета  $t_c$  значения частоты непрерывных синусоидальных колебаний в диапазоне от 100 до 1000 МГц при уровне входного сигнала от 0,03 до 1,0 В.

в дл и чс дл ш оц	г ош н в нц	н н м вз	в дл и чс дл ш оц	г ош н в нц	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист

КСВ канала С не более 2. Входное сопротивление канала С ( $50 \pm 2,5$ ) Ом.

4.4.7 Прибор обеспечивает по входу D измерение среднего за время счета  $t_c$  значения частоты сигналов:

- непрерывного (НГ) синусоидального сигнала в диапазоне от 1 до 37,5 ГГц;
- непрерывного сигнала с частотной модуляцией по синусоидальному закону (ЧМ) в диапазоне от 1 до 18 ГГц с параметрами: частота модуляции  $F_m$  от 100 Гц до 100 кГц, девиация частоты  $\Delta f_g$  от 10 кГц до 10 МГц (пиковое значение);
- непрерывного сигнала с амплитудной модуляцией по синусоидальному закону (АМ) в диапазоне от 1 до 18 ГГц с параметрами: частота модуляции  $F_m$  от 100 Гц до 100 кГц, индекс модуляции до 100 %;
- непрерывной радиоимпульсной последовательности (ИМ сигнал) в диапазоне несущих частот от 1 до 37,5 ГГц с параметрами:
  - длительность радиоимпульса  $t_i$  на уровне 0,5 импульсной мощности от 0,1 мкс до 1 мс;
  - частота следования радиоимпульсов  $F_{сл}$  от 100 Гц до 1 МГц;
  - скважность радиоимпульсной последовательности  $Q$  от 10 до  $10^3$ ;
  - форма радиоимпульса - близкая к прямоугольной с временем нарастания и спада колебаний не более  $0,1 \cdot t_i$  при  $t_i > 0,3$  мкс и не более 20 нс при  $t_i \leq 0,3$  мкс;
  - относительная нестабильность несущей частоты внутри радиоимпульса не более  $1 \cdot 10^{-4}$ .

4.4.8 Прибор обеспечивает измерение несущих частот сигналов по входу D (п.4.4.9) при минимальных уровнях входной мощности:

- в режиме автоматической настройки канала: 10 мкВт в диапазоне частот от 1 до 8 ГГц; 40 мкВт в диапазоне от 8 до 18 ГГц; 50 мкВт в диапазоне частот от 18 до 37,5 ГГц. В диапазоне частот от 1 до 1,6 ГГц измерения производятся при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ (устанавливается в режиме АТТ РУЧН). Значение минимальных и рекомендуемых уровней входных сигналов указаны на графике рисунка 4.2.

- в режиме ручной настройки канала («литерный» режим при ослаблении входного аттенюатора канала 0 дБ): 1 мкВт в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц; 5 мкВт в диапазоне от 18 до 37,5 ГГц.

Максимальный уровень мощности входных сигналов не менее 5 мВт с использованием внешнего аттенюатора с фиксированным ослаблением 10 дБ.

КСВН канала D не более 3.

4.4.9 Прибор обеспечивает автоматическую беспойсковую настройку канала D на несущую частоту входных сигналов при использовании внешнего источника опорного сигнала с номинальным значением частоты 5 или 10 МГц напряжением (0,2 – 1) В (на нагрузке 50 Ом), вводимое значение которой известно с точностью до  $\pm 5$  МГц, с формированием сигнала промежуточной частоты в диапазоне  $(70 \pm 5)$  МГц («литерный режим»)

в л и ч с п ц	г о л д н в н и	н н и м в з а	в л и ч с п ц	г о л д н в н и	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист	ТНСК.411142.002РЭ

Минимальные уровни входных сигналов в диапазоне частот (1 – 37,5) ГГц при «литерном режиме» измерения не превышает значений, указанных на графике рисунка (приведены в приложении В.1) (кривая 3)

4.4.10 Относительная погрешность измерения частоты и периода  $\delta(f, P)$  по входам А и В не выходит за пределы значений, вычисленных по формуле:

$$\delta(f, P) = \pm (\delta_0 + \delta_{\text{зап}} + \Delta t_p/t_c) \quad (1)$$

где:  $\delta_0$  – относительная погрешность по частоте опорного генератора;

$\delta_{\text{зап}}$  – относительная погрешность запуска – случайная составляющая, обусловленная влиянием внутренних шумов измерительного тракта, отношением сигнал/шум входного сигнала и крутизной перепада напряжения входного сигнала в точке запуска;

$\Delta t_p$  – аппаратная разрешающая способность – случайная составляющая погрешности, обусловленная несовпадением фаз входного и опорного сигналов.

$t_c$  – установленное время счета.

Погрешность запуска не выходит за пределы значений, вычисленных по формуле:

$$\delta_{\text{зап}} = \pm 2 \cdot (3\sigma_{\text{ш}} + U_{\text{п}})/S \cdot t_c \quad (2)$$

где:  $\sigma_{\text{ш}}$  – приведенное ко входу измерительного тракта среднеквадратическое значение шума в рабочей полосе частот, которое не должно превышать  $5 \cdot 10^{-4}$  В.

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

$S$  – крутизна перепада напряжения входного сигнала в точке запуска, В/с.

Для синусоидального входного сигнала при уровне запуска, равном нулю, значение крутизны  $S = 2\pi f U_{\text{м}}/K_{\text{атт}}$ . Для импульсного входного сигнала  $S = U_{\text{м}}/t_{\text{ф}} \cdot K_{\text{атт}}$  ( $U_{\text{м}}$  – амплитуда сигнала,  $K_{\text{атт}}$  – коэффициент ослабления аттенюатора,  $t_{\text{ф}}$  – длительность фронта импульса).  $K_{\text{атт}} = 1$  или  $10$  в зависимости от положения клавиши x1/x10.

Графики зависимости погрешности измерения по каналам А и В приведены в приложении В.

4.4.11 Абсолютная погрешность измерения временных параметров импульсов (длительность, фронт, спад) и интервалов времени не выходит за пределы значений вычисленных по формуле:

$$\Delta t_x = \pm (\delta_0 \cdot t_x + \Delta t_c + \Delta t_{\text{ур}} + \Delta t_{\text{зап}} + \Delta t_p) \quad (3)$$

где:  $t_x$  – измеряемый временной интервал, с;

$\Delta t_c$  – систематическая погрешность измерения, обусловленная не идентичностью трактов прохождения сигналов А и В; значение  $\Delta t_c$  не должно превышать  $\pm 1$  нс.

$\Delta t_{\text{ур}}$  – погрешность измерения, обусловленная погрешностью установки уровней запуска, с;

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

Погрешность  $\Delta t_{\text{ур}}$  не превышает значения, рассчитанного по формуле:

в л и ч с и п л о ц	г р а д и ц и	н е в н и м	в л и ч с и п л о ц	г р а д и ц и	ТНСК.411142.002РЭ				Лист
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

$$\Delta t_{\text{уп}} = \pm (|\Delta U_{\text{уп1}}/S_1| + |\Delta U_{\text{уп2}}/S_2|) \quad (4)$$

где  $\Delta U_{\text{уп1,2}}$  – погрешность установки уровней запуска каналов А и В, не превышающая  $\pm 0,05$  В;

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

Погрешность  $\Delta t_{\text{зап}}$  не превышает значения, рассчитанного по формуле:

$$\Delta t_{\text{зап}} = \pm (|\Delta t_{\text{зап1}}| + |\Delta t_{\text{зап2}}|) \quad (5)$$

где  $\Delta t_{\text{зап1,2}}$  – погрешность запуска каналов А и В.

Погрешность  $\Delta t_{\text{зап1,2}}$  не должна превышать значений, рассчитанных по формуле:

$$\Delta t_{\text{зап1,2}} = 2 \cdot (3\sigma_{\text{ш}} + U_{\text{п1,2}}) / S_{1,2} \quad (6)$$

где  $U_{\text{п1,2}}$  – пиковое значение помехи по входам А и В.

4.4.12 Относительная погрешность измерения частоты по входу С не выходит за пределы значений, вычисленных по формуле:

$$\delta f = \pm (\delta_0 + \Delta t_{\text{р}} / t_{\text{с}}) \quad (7)$$

4.4.13 Погрешность измерения среднего значения разности фаз двух синхронных синусоидальных сигналов не превышает  $0,36^\circ$  в диапазоне частот от 1 кГц до 1 МГц и  $4,5^\circ$  при частотах выше 1 МГц.

4.4.14 Погрешность измерения несущей частоты сигналов по входу D не превышает значений, рассчитанных по выражению:

$$\Delta f_{\text{н.х}} = \pm 3 \cdot [\delta_{\text{пр}}^2(t_{\text{с}}) + \delta_{\text{пч}}^2(t_{\text{с}})]^{1/2} + \Delta f_{\text{доп}} \quad (8)$$

где:  $\delta_{\text{пр}}(t_{\text{с}})$  – среднеквадратическая погрешность преобразования несущей частоты исследуемого сигнала в диапазон промежуточных частот  $f_{\text{пч}}$ , обусловленная паразитной частотной модуляцией  $\delta_{\text{Г.ПАР}}(t_{\text{с}})$  сигнала гетеродина в полосе модулирующих частот, эквивалентной установленному времени счета  $t_{\text{с}}$ ;

$\delta_{\text{пч}}(t_{\text{с}})$  – среднеквадратическая погрешность измерения промежуточной частоты  $f_{\text{пч}}$  сигнала, полученной в результате преобразования, при времени счета  $t_{\text{с}}$ ;

$\Delta f_{\text{доп}}$  – дополнительная погрешность измерения – отклонение результатов измерения несущей частоты ИМ, ЧМ, АМ сигналов от установленного значения, вызванное искажениями их параметров, влияющих на погрешность измерения несущей частоты (определяется параметрами источника сигналов).

Погрешность стробоскопического преобразования (СКП) несущей частоты входных сигналов рассчитывается по выражению:

$$\delta_{\text{пр}}(t_{\text{с}}) = m \cdot \delta_{\text{Г.ПАР}}(t_{\text{с}}) / N^{0.5} \quad (9)$$

где:  $\delta_{\text{Г.ПАР}}(t_{\text{с}})$  – паразитная частотная девиация сигнала гетеродина в полосе модулирующих частот, эквивалентной установленному времени счета  $t_{\text{с}}$ ;

$m$  – номер гармоники сигнала гетеродина;  $m = f_{\text{нх}} / f_{\text{Г}}$ ,

$f_{\text{нх}}$  и  $f_{\text{Г}}$  – значения несущих частот сигнала и гетеродина;

в дл и чи ст ст ст	г обл ст ст ст	в дл и чи ст ст	в дл и чи ст ст	г обл ст ст ст	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист	73

N – коэффициент статистического усреднения результатов однократного измерения при длительности времени счета  $t_c$ .

Допускаемые значения паразитной частотной девиации сигнала гетеродина  $\delta_{Г.ПАР}(t_c)$  доп не превышают значений, указанных в таблице 4.3 при заданных значениях  $t_c$  и  $N=1$ .

Таблица 4.3

Время счета $t_c$	0,1 мкс	1 мкс	10 мкс	100 мкс	1 мс	10 мс	100 мс
$\delta_{Г.ПАР}(t_c)$ доп	700 Гц	152 Гц	25 Гц	10 Гц	3 Гц	0,5 Гц	0,05 Гц

Значения  $\delta_{Г.ПАР}(t_c)$  доп определены расчетно-экспериментальным путем по графику спектральной плотности мощности фазовых флуктуаций при значениях отстройки от несущей 100 Гц – 1 МГц.

Допускаемое значение погрешности преобразования  $\delta_{ПР}(t_c)$  доп (при времени счета  $t_c$  вычисляется по выражению (9) при допустимых значениях  $\delta_{Г.ПАР}(t_c)$  доп, указанных в таблице 4.3.

Погрешность измерения промежуточной частоты  $f_{пч}$  рассчитывается по выражению:

$$\delta_{пч}(t_c) = \Delta t_p \cdot f_{пч} / t_c \cdot N^{0.5} \quad (10)$$

где:  $\Delta t_p / t_c$  – относительная погрешность однократного частоты при времени счета  $t_c$ ;

N – коэффициент усреднения.

Допускаемые значения  $\delta_{пч}(t_c)$  доп при заданном среднеквадратическом значении  $\Delta t_p = 1 \cdot 10^{-10}$  с при значениях  $f_{пч}$ , равных 10 и 70 МГц, приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Время счета $t_c$	0,1 мкс	1 мкс	10 мкс	100 мкс	1 мс	10 мс	100 мс
$\delta_{пч}(t_c)$ доп ПЧ-70 МГц	70 кГц	7 кГц	700 Гц	70 Гц	7 Гц	0,7 Гц	0,07 Гц

Значение  $\Delta f_{н, доп}$  указаны в требованиях к погрешности измерения несущей частоты сигналов конкретного вида.

4.4.15 Допускаемая погрешность измерения частоты непрерывных колебаний по входу D при времени счета  $t_c$  не превышает значения, вычисленного по выражению:

$$\delta f_{н} (НГ)_{доп} = [\delta_{ПР}^2(t_c)_{доп} + \delta_{пч}^2(t_c)_{доп}]^{1/2} \quad (11)$$

где:  $\delta_{ПР}(t_c)$  доп и  $\delta_{пч}(t_c)$  доп – допустимые значения составляющих в соответствии с п.4.4.16.

4.4.16 Допускаемое значение среднеквадратической погрешности измерения несущей частоты импульсно-модулированного (ИМ) сигналов рассчитывается по выражению:

$$\delta f_{н} (ИМ)_{доп} = [\delta_{ПР}^2(t_c)_{доп} + \delta_{пч}^2(t_c)_{доп}]^{1/2} / N^{0.5} + \Delta f_{н, доп} \quad (12)$$

где:  $\delta_{ПР}(t_c)$  доп – допускаемая погрешность преобразования в соответствии с выражением (11) при  $t_c = t_{и} / 3$ ;

в  
л  
в  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
о  
ц  
  
г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и  
  
н  
я  
н  
н  
и  
м  
в  
з  
а  
  
в  
л  
в  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
о  
ц  
  
г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и

$\delta_{пч}(tc)_{доп}$  - допускаемая погрешность измерения  $f_{пч}$  в соответствии с выражением (11) при  $tc = t_{и} / 3$  и  $f_{пч} = 70$  МГц.

4.4.17 Допускаемое значение среднеквадратической погрешности измерения несущей частоты сигнала с синусоидальной частотной модуляцией (ЧМ) по входу D при времени счета  $tc$  не превышает значения, рассчитанного по выражению:

$$\delta f_{н} (ЧМ) = [\delta^2_{пр}(tc)_{доп} + \delta^2_{пч}(tc)_{доп}]^{1/2} + \Delta f_{доп} \quad (13)$$

где:  $\delta_{пр}(tc)_{доп}$  и  $\delta_{пч}(tc)_{доп}$  – допускаемые значения составляющих выражения (13) в соответствии с п.4.4.16;

$\Delta f_{доп}$  – отклонение результатов измерения  $f_{н}$  от установленного значения, обусловленное смещением несущей частоты ЧМ сигнала в процессе модуляции.

4.4.18 Допускаемое значение среднеквадратической погрешности измерения несущей частоты сигнала с синусоидальной амплитудной модуляцией (АМ) по входу D не превышает значения, рассчитанного по выражению:

$$\delta f_{н} (АМ) = [\delta^2_{пр}(tc)_{доп} + \delta^2_{пч}(tc)_{доп}]^{1/2} + \Delta f_{доп} \quad (14)$$

где:  $\delta_{пр}(tc)_{доп}$  и  $\delta_{пч}(tc)_{доп}$  – допускаемые значения составляющих выражения (14) при значении времени счета  $tc = 1/6 \cdot F_m$ ;

где:  $F_m$  – частота амплитудной модуляции, Гц;

$\Delta f_{доп}$  – отклонение результатов измерения  $f_{н(АМ)изм}$  от установленного значения, обусловленное гармоническими искажениями модулирующего сигнала источника АМ сигнала.

4.4.19 Прибор обеспечивает установку:

- канала и режимов измерения;
- параметров установленного режима;
- режимов обработки массивов единичных измерений;
- ослабления входного сигнала, значения частоты сигнала гетеродина и частоты ПЧ в канале D – с помощью клавиатуры передней панели прибора.

4.4.20 Прибор обеспечивает отображение информации о характере исследуемого сигнала с указанием используемого измерительного канала, установленных режимах и параметрах измерения, информацию о результатах измерения в алфавитно-цифровой форме, график  $X(t)$  зависимости измеряемого параметра  $X$  от времени  $t$ , а также вспомогательную информацию.

4.4.21 Номинальное значение частоты внутреннего кварцевого генератора 10 МГц.

Действительное значение частоты кварцевого генератора при выпуске прибора установлено с учетом 20% производственно-эксплуатационного запаса с погрешностью не более  $\pm 2 \cdot 10^{-8}$  относительно номинального значения по истечении времени установления рабочего режима не менее 1 ч.

Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора с учетом погрешности установки не выходит за пределы  $\pm 2 \cdot 10^{-7}$  через 10 мин после включения прибора.

в л и ч и п и о ц	г о л д н я н и	н о м и н а л н о е	в л и ч и п и о ц	г о л д н я н и	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист	ТНСК.411142.002РЭ	73

Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора по истечении времени установления рабочего режима не выходит за пределы  $\pm 2 \cdot 10^{-7}$  за 12 мес.

Пределы коррекции частоты генератора не менее  $\pm 3 \cdot 10^{-7}$  относительно номинального значения.

4.4.22 Прибор обеспечивает выдачу опорного сигнала с номинальным значением частоты 10 МГц при работе от внутреннего или внешнего опорного сигнала.

Напряжение выходного опорного сигнала (полный размах) не менее 1 В на нагрузке 50 Ом, форма сигнала – близкая к синусоидальной.

4.4.23 Прибор обеспечивает работоспособность при использовании внешнего источника опорного сигнала с номинальным значением частоты 5 или 10 МГц напряжением (0,2 – 1) В (на нагрузке 50 Ом).

4.4.24 Прибор обеспечивает режим внешней синхронизации цикла измерения путем подачи на вход «ВНЕШН» на задней панели положительного перепада напряжения от 1 до 2 В на нагрузке 50 Ом длительностью не менее 50 нс.

4.4.25 Прибор обеспечивает информационную совместимость с ПЭВМ по каналу RS232 и по каналу USB.

Совместимость по каналу RS232 осуществляется через штатный порт COM. В режиме дистанционного управления (ДУ) по каналу RS232 прибор обеспечивает следующие системные функции:

- выбор скорости обмена через меню передней панели;
- программирование режимов работы прибора;
- выдачу в канал RS232 информации о режимах работы прибора и результатах измерения.

Совместимость по каналу USB осуществляется через штатные порты USB. Работа прибора в режиме ДУ по каналу USB должна соответствовать спецификации Universal Serial Bus Test and Measurement Class Specification (USB TMC) Revision 1.0 (USB Implementers Forum, Inc.) и обеспечивает следующие системные функции;

- программирование режимов работы прибора;
- выдачу в канал USB информации о режимах работы прибора и результатах измерения.

4.4.26 Электрическое сопротивление между контактом защитного заземления прибора и любой доступной токопроводящей частью корпуса прибора не более 0,1 Ом.

Примечание – Электрическое сопротивление съёмного сетевого кабеля в указанное значение не входит.

4.4.27 Электрическое сопротивление изоляции между сетевыми выводами и корпусом прибора не менее:

- в нормальных условиях применения – 20 МОм;
- при повышенной температуре окружающего воздуха – 5 МОм;

в ла д и чи ш ц и	г о л д н я н и	н м в з а	в ла д и чи ш ц и	г о л д н я н и	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

- в условиях повышенной относительной влажности – 1 МОм.

4.4.28 Электрическая прочность изоляции между сетевыми выводами и корпусом прибора выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение переменного тока частотой 50 Гц:

- в нормальных условиях – 1500 В,
- в условиях повышенной влажности – 900 В.

4.4.29 Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 ч.

Время готовности прибора без гарантированной погрешности по частоте внутреннего кварцевого генератора или при использовании внешнего источника опорного сигнала не более 10 мин.

4.4.30 Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 16 часов при сохранении своих технических характеристик.

4.4.31 Прибор обеспечивает свои параметры при питании от сети переменного тока напряжением (220±22) В с частотой (50±1) Гц и коэффициентом искажения синусоидальности не более 5 %.

4.4.32 Полная мощность, потребляемая прибором от сети питания, при номинальном напряжении сети и максимальной нагрузке не более 100 В·А.

4.4.33 Уровень плотности потока энергии сверхвысокочастотных (СВЧ) излучений и напряжение промышленных радиопомех, создаваемых прибором, не превышает предельно допустимых значений, установленных по ГОСТ В 25803 и ГОСТ Р 51318.22.

4.4.34 Уровень звука, создаваемого прибором, не более 60 дБ·А на расстоянии 1 м от прибора.

4.4.35 Средняя наработка на отказ прибора не менее 10 000 ч.

4.4.36 Гамма-процентный ресурс прибора не менее 10000 ч.

4.4.37 Гамма-процентный срок службы прибора не менее 15 лет.

4.4.38 Гамма-процентный срок сохраняемости прибора не менее 10 лет для отапливаемых хранилищ и 5 лет для неотапливаемых хранилищ.

4.4.39 Среднее время восстановления работоспособного состояния прибора не более 180 мин.

4.4.40 Вероятность отсутствия скрытых отказов прибора за межповерочный интервал 12 мес. при среднем коэффициенте использования 0,1 не менее 0,96.

4.4.41 Габаритные размеры и масса прибора приведены в таблице 4.5

Таблица 4.5.

					Без упаковки	В укладочной таре	В транспортной таре	Лист
						ТНСК.411142.002РЭ		
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата				73

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
д  
о  
ц

г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и

н  
я  
н  
и  
м  
в  
з  
а

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
д  
о  
ц

г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и

ММ	КГ	ММ	КГ	ММ	КГ
481×459×175	16	558×538×314	25	736×686×421	34

в л д и н с к л п о ц	
г л о п н о в н и	
н е в н и м в з в а	
в л д и н с к л п о ц	
г л о п н о в н и	

#### 4.5 Устройство и работа прибора

##### 4.5.1 Принцип действия прибора

Основными функциональными составными частями прибора являются:

- счетный блок, обеспечивающий измерение частоты (периода) входных сигналов по каналам А, В, С; сигналов, полученных в результате преобразования частоты и демодуляции исследуемых СВЧ сигналов (канал D); временных параметров видеосигналов и интервалов времени. Счетный блок определяет разрешающую способность измерения прибора;

- блок опорных частот (БОЧ), осуществляющий формирование опорного сигнала частотой 10 МГц при использовании внутреннего кварцевого генератора или внешнего опорного сигнала частотой 5 или 10 МГц и выдачу сигналов опорной частоты 10 МГц;

- умножитель частоты 10/200 МГц, формирующий опорный сигнал частотой 200 МГц счетного блока;

ТНСК.411142.002РЭ

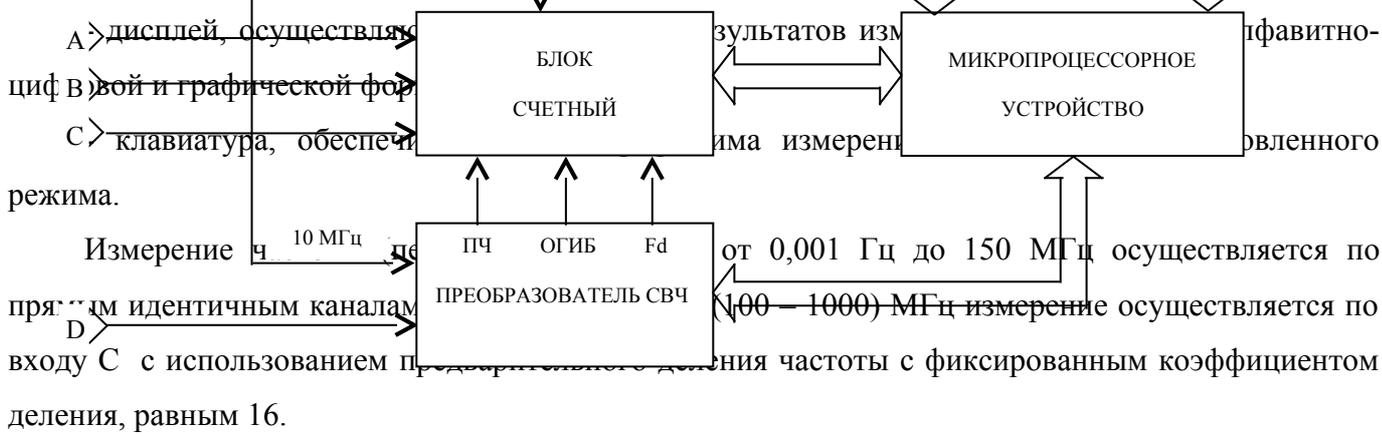
Лист

73

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

- преобразователь СВЧ, осуществляющий перенос частотно-временных параметров исследуемых сигналов, поступающих по каналу D, в диапазон рабочих частот счетного блока, путем преобразования несущей частоты входного сигнала на гармониках сигнала синтезируемого гетеродина. В состав преобразователя частоты входят: входной тракт СВЧ, стробоскопический смеситель, синтезируемый гетеродин, предварительный усилитель, формирователь сигналов, устройство автоматической регулировки мощности АРМ;

- микропроцессорное устройство, осуществляющее управление работой во всех режимах, а также связь с внешним компьютером или другими периферийными устройствами много управления или обработки;



По каналу А осуществляется также измерение временных параметров видеоимпульсных сигналов – длительности импульса, длительности фронта и спада импульса. При совместном использовании каналов А и В осуществляется измерение временного интервала между сигналами и разности фаз двух синхронных сигналов.

При использовании канала D (1 – 37,85) ГГц счетный блок по специальным каналам осуществляет измерение промежуточной частоты сигнала, полученного в результате преобразования несущей частоты входного сигнала, а также частотно-временных параметров модуляции.

Структурная схема прибора приведена на рисунке 4.1

в	лад	и	час	л	л	П
г	л	л	л	л	л	л
в	лад	и	час	л	л	П
г	л	л	л	л	л	л

Рисунок 4.1- Структурная схема прибора

#### 4.5.2 Описание работы структурных и функциональных частей прибора

Счетный блок выполнен по принципу измерителя временного интервала  $T_x$  с использованием фазо-временного интерполяционного преобразования, определяющего высокую аппаратную разрешающую способность прибора.

Измеряемым интервалом  $T_x$  является:

- при измерении временных параметров видеоимпульсных сигналов: длительность и период (частота) следования импульсов; длительность фронта и спада импульса; временной интервал (задержка) между сигналами СТАРТ и СТОП;

- при измерении частоты (периода) синусоидальных колебаний – длительность целого числа периодов за установленное время счета  $t_c$ .

Используемый в приборе принцип двухканального (в начале и конце  $T_x$ ) фазо-временного интерполяционного преобразования поясняется временными диаграммами.

Относительно шкалы, образованной метками времени с периодом следования  $t_0 = 5 \cdot 10^{-9}$ с, сформированными из сигнала опорной частоты  $f_0=200$  МГц, интервал  $T_x$  представляется в виде:

$$T_x = T_1 + T_0 - T_2, \quad (16)$$

где:  $T_1$  – интервал между стартовым импульсом и первой следующим за ним меткой шкалы времени ( $T_1 \leq t_0$ );

$T_2$  – интервал между стоповым импульсом и первой следующим за ним меткой шкалы времени ( $T_2 \leq t_0$ );

$T_0$  – интервал между метками шкалы времени, первыми после старт и стоп сигналов.

Интервалы  $T_1$  и  $T_2$  расширяются в  $K_{инт}$  раз ( $K_{инт}$  – коэффициент интерполяции) и регистрируются интерполяционными счетчиками  $P_1$  и  $P_2$  соответственно. Интервал  $T_0$ , кратный  $t_0$ , измеряется путем заполнения метками  $t_0$  без проявления дискретности  $\pm t_0$ .

Принцип фазо-временной интерполяции основан на преобразовании частоты колебаний генератора ударного возбуждения (ГУВ), отличающегося постоянством начальной фазы колебаний в момент его запуска, относительно частоты опорного сигнала 200 МГц, образующего

в	Л	Д	и	С	П	О	Ц
в							
г	Л	Д	и	С	П	О	Ц
г							
в	Л	Д	и	С	П	О	Ц
в							
г	Л	Д	и	С	П	О	Ц
г							
в	Л	Д	и	С	П	О	Ц
в							
г	Л	Д	и	С	П	О	Ц
г							

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист 73

шкалу времени с дискретностью 5 нс. Частота колебаний ГУВ  $f_{\text{ГУВ}} = 198 \text{ МГц}$ , частота сигнала промежуточной частоты  $f_{\text{пч}} = 2 \text{ МГц}$ . При указанных параметрах коэффициент интерполяции  $K_{\text{инт}} = 100$ . Интерполяционное преобразование используется в начале и конце измеряемого интервала  $T_x$ .

В результате практической реализации способа измеряемый интервал  $T_x$  представляется в виде:

$$T_x = 5 \cdot 10^{-9} (P_0 + P_1 - P_2 + P_1/K_{\text{инт}1} - P_2/K_{\text{инт}2}) - \Delta t c \quad (17)$$

где  $P_0$  – содержимое «грубого» счетчика с дискретностью  $t_0 = 5 \text{ нс}$

$P_1$  и  $P_2$  – содержимое интерполяционных счетчиков с дискретностью  $t_0/K_{\text{инт}} = 50 \text{ нс}$ ;

$K_{\text{инт}1}$  и  $K_{\text{инт}2}$  – реальные значения коэффициентов интерполяции в рабочих условиях;

$\Delta t c$  – систематическая погрешность измерения, обусловленная разностью временных задержек каналов СТАРТ и СТОП измерителя.

Значение измеряемой частоты вычисляется в виде  $f_x = N_x/T_x$ ,  $N_x$  – число периодов сигнала за установленное время счета  $t_c$ .

Блок опорных частот предназначен для формирования опорного сигнала частотой 10 МГц при использовании внутреннего кварцевого генератора или внешнего источника опорного сигнала, к которым привязаны все частотно-временные параметры прибора. Внутренний кварцевый генератор, вырабатывающий сигнал частотой 10 МГц, размещен на печатной плате блока опорных частот; внешний опорный сигнал частотой 5 или 10 МГц поступает на блок через разъем вход «5/10 MHz» на задней панели прибора. Каскад на транзисторе VT1 выполняет роль удвоителя частоты при частоте внешнего сигнала 5 МГц и буферного каскада при частоте 10 МГц.

Через электронный коммутатор D1 сигнал частотой 10 МГц с выхода кварцевого генератора или с буферного каскада VT1 поступает через усилитель VT5, VT6 на счетный блок прибора и через VT4 на разъем выход «10 MHz» на задней панели прибора на внешние устройства (при необходимости). Управление коммутатором D1 осуществляется тумблером ВНУТР / ВНЕШН на задней панели через ключи VT2, VT3.

Коррекция частоты внутреннего кварцевого генератора прибора осуществляется с помощью резистора КОРР, доступ к которому осуществляется с задней панели прибора.

Усилитель-формирователь осуществляет формирование сигналов с нормированными уровнями, совместимыми с входами устройства коммутации каналов и устройства запуска, выполненных в структуре программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) серии Spartan-3.

Коммутатор сигналов осуществляет прохождение на устройство запуска сигналов, необходимых для выполнения алгоритма установленного режима измерения.

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
и  
с

г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и

н  
я  
н  
и  
м  
в  
з  
а

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
и  
с

г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

Устройство запуска формирует сигналы запуска генераторов ударного возбуждения (ГУВ1 – канал СТАРТ, ГУВ2 – канал СТОП) в моменты поступления сигналов, соответствующих установленному режиму измерения.

Генераторы ударного возбуждения ГУВ1, ГУВ2, смесители, формирующие устройства (ФУ) обеспечивают формирование строб-сигналов измерения счетчиками интервалов  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_0$  и счетчиками  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_0$  соответственно. Содержимое счетчиков в каждом цикле измерения используется для вычисления значения  $T_x$ .

Преобразователь несущей частоты исследуемого сигнала осуществляет понижающее преобразование несущей частоты исследуемых сигналов диапазона частот  $f_x = (1 - 37,5)$  ГГц на гармониках сигнала встроенного синтезируемого гетеродина с выделением сигнала промежуточной частоты  $f_{пч}$ , лежащей в диапазоне от 10 до 100 МГц, а также демодуляцию ИМ, АМ, ЧМ сигналов с выделением модулирующего сигнала.

Функциональная схема преобразователя СВЧ приведена на рисунке 4.2.

В состав преобразователя частоты входят:

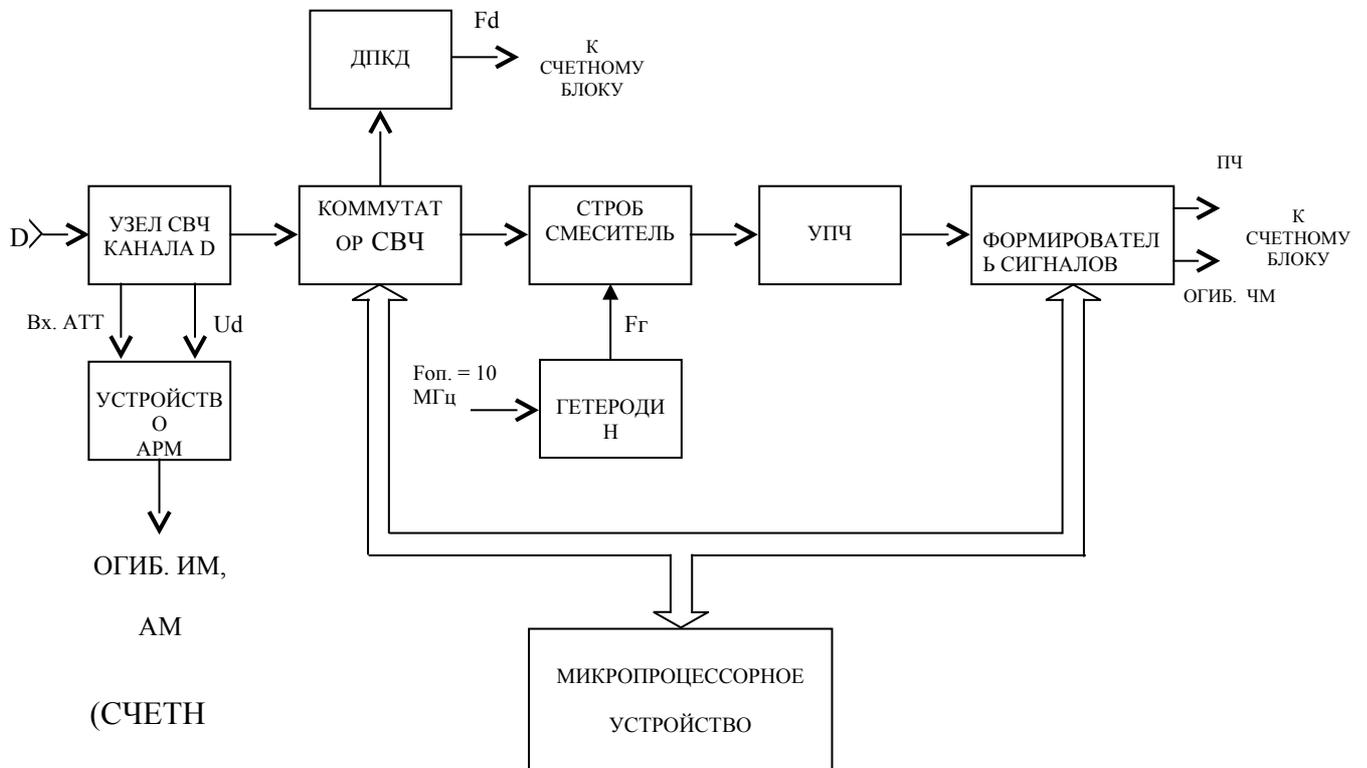
- комплексированный СВЧ узел, содержащий входной аттенюатор канала, делитель мощности, усилители, переключатель СВЧ, осуществляющий прохождение исследуемого сигнала в тракт делителя с переменным коэффициентом деления частоты (ДПКД) или в тракт преобразования частоты; детектор СВЧ, осуществляющий амплитудную демодуляцию входного сигнала с выделением модулирующей функции (огibaющей) и формирующий сигнал, обеспечивающий с помощью устройства АРМ автоматическую стабилизацию уровня мощности сигнала в тракте деления и преобразования частоты;
- стробоскопический преобразователь частоты;
- гетеродин, выполненный по схеме синтезатора частот;
- предварительный усилитель сигнала ПЧ;
- формирователь сигналов, осуществляющий формирование рабочих полос в режиме настройки и коммутации огibaющих ИМ, АМ и ЧМ сигналов;
- делитель частоты входного сигнала (ДПКД) с коммутатором выходных каналов, осуществляющий «грубое» измерение значения несущей частоты входного сигнала в диапазоне до 18 ГГц;

в ла д и чи щ и ОЦ						
	г ло б а л ь н и					
		№ ин в и д				
в ла д и чи щ и ОЦ						
	г ло б а л ь н и					
					Лист	
ТНСК.411142.002РЭ					73	
	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

Рисунок 4.2- Структурная схема преобразователя СВЧ.

Следует выделить следующие основные режима работы преобразователя:

- настройка канала D на несущую частоту входного сигнала осуществляется в автоматическом режиме под управлением микропроцессора или в ручном режиме
- режим измерения  $f_{пч}$ .



(СЧЕТНЫЙ БЛОК)

Автоматическая настройка канала D на несущую частоту входного сигнала традиционно осуществляется путем ступенчатого (пошагового) изменения частоты сигнала гетеродина, начиная с некоторого исходного значения  $f_{г\text{нач}}$ , устанавливаемого в районе верхней частоты синтезатора. Признаком настройки является наличие сигнала ПЧ в полосе узкополосного фильтра с полосой  $(70 \pm 5)$  МГц в соответствии с выражением:

$$f_x = m f_{г} \pm f_{пч}, \quad (18)$$

где:  $f_x$  – несущая частота сигнала;  $f_{г}$  – частота сигнала гетеродина;  $m$  – номер гармоники сигнала гетеродина;  $f_{пч}$  – промежуточная частота ( $\cong 70$  МГц) выходного сигнала преобразователя.

Знак + или – в выражении (18) означает возможность преобразования как на прямом (знак +, когда  $f_x > m f_{г}$ ), так и на зеркальном (знак –, когда  $f_x < m f_{г}$ ) каналах.

Ручной режим настройки канала используется при известном значении несущей частоты  $f_x$  входного сигнала и осуществляется установкой расчетного значения частоты гетеродина из выражения (18).

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Определение номера гармоники  $m$  в канале преобразования в автоматическом режиме основано на вычислении отношения величины изменения промежуточной частоты к известному фиксированному изменению частоты сигнала гетеродина  $\Delta f_{гг}$ ; значение  $\Delta f_{гг}$  равно 100 кГц в диапазоне измеряемых частот до 18 ГГц и 50 кГц в диапазоне (18 - 37,5) ГГц:

$$m = \Delta f_{пч} / \Delta f_{гг} \quad (19)$$

Алгоритм определения номера гармоники значительно упрощается, а время настройки сокращается, если значение частоты входного сигнала известно с некоторым приближением. «Грубое» измерение частоты входного сигнала в диапазоне до 18 ГГц осуществляется с помощью делителя частоты с переменным коэффициентом деления (ДПКД) с  $K_d = 8; 16; 32; 64$  или 128.

Частота  $f_d$  выходного сигнала ДПКД лежит в диапазоне от 70 до 140 МГц и измеряется по входу С2 счетного блока. По результату измерения определяется «грубо» значение частоты входного сигнала:

$$F_x \cong f_d \cdot K_d \quad (20)$$

с высокой точностью вычисляется и устанавливается значение частоты гетеродина в канале преобразования и производится измерение частоты по входу счетного блока.

Установка коэффициента деления ДПКД, вычисление и установка частоты гетеродина в канале преобразования осуществляется по специальным алгоритмам микропроцессорным устройством прибора автоматически.

Время счета (однократной выборки)  $t_c$  при внутреннем цикле измерения частоты и периода колебаний формируется путем отсчета меток времени опорного сигнала счетчиком  $N_{сч}$ . Реальное время счета равно длительности целого числа периодов  $n$  сигнала ( $n_{min}=1$ ) в пределах установленного значения  $t_c$  (от 1 мкс до 10 с), в режиме внешнего  $t_c$  – в пределах длительности внешнего строб-импульса.

Время счета  $t_c$  при измерении несущих частот автоматически устанавливается равным:

- при ИМ сигнале  $t_c \cong \tau_n / 3$  ( $\tau_n$  – длительность радиоимпульса);
- при АМ сигнале  $t_c \cong 1 / 6F_M$  ( $F_M$  – частота амплитудной модуляции);
- при ЧМ сигнале  $t_c \cong n / F_M$  ( $F_M$  – частота частотной модуляции,  $n$  – целое число периодов ЧМ в пределах установленного времени счета  $t_c$ ).

Для формирования времени счета (по указанным алгоритмам) используются огибающие, полученные путем демодуляции входных сигналов, или внешние модулирующие сигналы, поступающие на разъем ОГИБ на задней панели прибора.

При анализе изменения частоты модулированных колебаний – функции  $f(t)$  – время счета устанавливается равным  $t_c = 1 / F_M \cdot q$  или  $t_c = \tau_n / q$  (для ИМ сигналов), где  $q$  – число зон анализа на анализируемом временном интервале функции  $f(t)$ .

Полученный массив  $M$  результатов однократных измерений используется для вычисления частотно-временных параметров исследуемых сигналов: среднее значение  $f$ , среднеквадратическое

в л и ч и п и ОЦ	г о л д н е н и	в л и ч и п и ОЦ	в л и ч и п и ОЦ	г о л д н е н и	Лист				
					ТНСК.411142.002РЭ				
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	73				

отклонение (дисперсия), вероятностное распределение (гистограмма), а также графического отображения функции  $f(t)$  на экране встроенного графического жидкокристаллического дисплея.

Управление режимами измерения и обработки и параметрами устанавливаемого режима осуществляется с помощью клавиатуры, совмещенной с передней панелью прибора или в режиме дистанционного управления.

Работа прибора осуществляется под контролем встроенного микропроцессорного устройства.

Функционально микропроцессорное устройство состоит из:

- микропроцессора;
- оперативного запоминающего устройства;
- постоянного запоминающего устройства;
- интерфейса контроллера клавиатуры;
- интерфейса контроллера дисплея.

Микропроцессор выполнен на микросхеме и является основным элементом микропрограммного автомата, осуществляющего выборку кода из постоянного запоминающего устройства и управление узлами прибора в соответствии с внутренней микропрограммой.

Оперативное запоминающее устройство размером 32Кх8 реализовано на микросхеме D14.

По интерфейсу контроллера клавиатуры, выполненному на элементах D3, X1, микропроцессор принимает коды нажатых клавиш.

Вывод данных на дисплей прибора осуществляется через интерфейс контроллера дисплея, реализованный на элементах D19, X3.

На элементах D25, D26, R8, X5 реализована конфигурационная память микросхемы с программируемой логической интегральной структурой D19.

Дисплей осуществляет отображение результатов измерения и обработки в алфавитно-цифровой и графической форме.

Управление режимами измерения и обработки и параметрами устанавливаемого режима осуществляется с помощью клавиатуры, совмещенной с передней панелью прибора или в режиме дистанционного управления.

Блок питания обеспечивает формирование стабилизированных напряжений питания узлов прибора при его работе от сети переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В с частотой  $(50 \pm 1)$  Гц.

Параметры источников приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6.

Выходное напряжение, В	Максимальный ток нагрузки, А	Нестабильность при изменении сети, %	Пульсации, мВ
5	1,5	0,01	0,5
-5,2	0,4	0,015	0,5

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
л  
л  
о  
ц

г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и

№  
н  
н  
и  
м  
в  
з  
а

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
л  
л  
о  
ц

г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и

+15	0,2	0,02	2,0
-15	0,2	0,015	2,0
+12	0,05	0,01	0,3

Блок питания выполнен по традиционной схеме линейного стабилизатора.

Силовой трансформатор ШЛ16х32 и печатная плата стабилизаторов напряжений размещены на автономном шасси. В качестве стабилизаторов используются регулируемые интегральные микросхемы с малым падением напряжения серии «lowdrop» (D1, D3 –КР142ЕН22А, D2, D4 – КР142ЕН18Б). Корпуса микросхем стабилизаторов закреплены на радиаторе, совмещённом с печатной платой.

Электрическое соединение трансформатора с печатной платой осуществляется использованием низкочастотного 10- контактного соединителя.

И в. №	П о ш л л №	а д а т а и с л д и я	В з а м №	И н в. №	Г л у б л ы №	П о ш л л №	а д а т а и с л д и я						Лист
								ТНСК.411142.002РЭ					
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата									

#### 4.6 Конструкция прибора

При конструировании прибора применен функционально-блочный метод. Основным компоновочным элементом конструкции является печатный узел.

Печатные узлы размещены на обеих сторонах (сверху и снизу) шасси, закрепленного на боковых стенках корпуса. На передней панели прибора расположены входные ВЧ разъемы, органы управления клавишного типа, дисплей.

В качестве органов управления использованы миниатюрные клавишные переключатели типа PSM1-20, представляющие собой конструктивно законченный коммутационный элемент.

В качестве устройства отображения информации применен графический цветной жидкокристаллический дисплей типа NL3224BC35-20 ф. NEC (США) с разрешающей способностью 240x320 точек. Клавишные переключатели, расположенные на единой печатной плате, и дисплей совмещены с передней панелью.

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

СВЧ тракт канала D в диапазоне частот (1 – 37,5) ГГц выполнен в виде единого комплексированного узла. В качестве основных активных элементов тракта (аттенуатор, широкополосный усилитель, СВЧ коммутатор, СВЧ детектор, СВЧ переключатель) использованы микросхемы в чип исполнении (преимущественно ф. Agilent Techn, США). Чип - элементы установлены на поликоровых подложках.

Вход канала D – коаксиальный сечением 2,4/1,04 мм. Совмещение с источниками сигнала с волноводным выходом (в диапазоне частот выше 18 ГГц) предполагается с использованием коаксиально-волноводных переходов (КВП), обеспечивающих подключение к источникам сигналов с волноводным выходом (сечение 11x5,5 мм – в диапазоне до 26 ГГц, сечение 7,2x3,4 мм – в диапазоне до 37,5 ГГц) с помощью диэлектрического волновода.

Особенностью узла является его сверхширокополосность – диапазон частот от 1 до 37,5 ГГц. В известной практике работы в данном диапазоне частот используется разбиение на поддиапазоны: до (18 – 26) ГГц – коаксиальный тракт; в диапазоне выше 26 ГГц – волноводные тракты соответствующего стандартного сечения.

Для обеспечения теплового режима в заданных условиях эксплуатации на крышках прибора расположены вентиляционные отверстия.

Примененные в приборе электрорадиоэлементы обеспечивают выполнение требований по условиям эксплуатации, спецвоздействиям и показателям надежности. Покупные комплектующие изделия используются в режимах, предусмотренных ТУ на них. Для исключения отбора элементов в узлах, требующих нормирования основных параметров, применены подстроечные элементы (резисторы).

в ла д и ч с и п л д ц	г о л д н я н и	н н и м в з а	в ла д и ч с и п л д ц	г о л д н я н и	ТНСК.411142.002РЭ					Лист
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	73



## 5 Использование по назначению прибора

### 5.1 Меры безопасности при работе с прибором и эксплуатационные ограничения

5.1.1 В процессе эксплуатации прибора следует ознакомиться с п. 3 «Требования безопасности» настоящего руководства по эксплуатации.

5.1.2. Источники исследуемых сигналов, подключаемые к прибору, и другие средства измерения и оборудование, используемые в общей с прибором измерительной схеме, должны иметь надежное заземление.

5.1.3 При всех пересоединениях входа С и входа D прибора с источниками СВЧ сигналов подаваемый сигнал отключить.

5.1.4 Недопустимо замыкать контакты соединителей «USB» и «RS-232» на задней панели.

5.1.5 Подключение и отключение кабелей «USB» и «RS-232» должно производиться при выключенном приборе и при выключенных устройствах, уже подключённых к этому кабелю.

5.1.6 Недопустимо касание центральных контактов внешних соединителей прибора посторонними незаземлёнными предметами, телом при отсутствии заземляющего браслета (сопротивлением цепи заземления 1 МОм) и/или соединение их с незаземлёнными устройствами и/или корпусами других приборов.

5.1.7 Уровень мощности сигнала по входам С и D должен быть не более 5 мВт.

### 5.2 Средства измерений, инструменты и принадлежности

5.2.1 Средства измерений, инструмент и принадлежности, которые необходимы для выполнения всех работ с прибором при эксплуатации, поверке, регулировке, ремонте, техническом обслуживании прибора, представлен в таблице 5.1

Таблица 5.1

Наименование	Используемые основные технические характеристики СИ
Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-122	Диапазон частот 0,001 Гц - 2 МГц, Погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ фк ( $2 \cdot 10^{-3}$ – 2,5) В
Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123	Диапазон частот 1 Гц - 300 кГц, Погрешность по частоте $\pm 1$ % До 195 В
Генератор сигналов высокочастотный Г4-176	Диапазон частот от 0,1 до 1020 МГц, Погрешность по частоте $\pm 1,5 \cdot 10^{-6}$ % ( $0,032 \cdot 10^{-6}$ - 2) В
Генератор сигналов высокочастотный Г4-202	Диапазон частот (2,0 – 8,15) ГГц, Погрешность по частоте $\pm 0,5$ % 80 мВт
Генератор сигналов высокочастотный Г4-204	Диапазон частот (12,05 – 17,85) ГГц, Погрешность по частоте $\pm 0,5$ % 20 мВт

в л д и ч с и п л о ц	
г о л д н я н и	
№ я н и м в а	
в л д и ч с и п л о ц	
г о л д н я н и	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
						73

Наименование	Используемые основные технические характеристики СИ
Генератор сигналов высокочастотный Г4-208	Диапазон частот (25,86 – 37,5) ГГц, Погрешность по частоте ± 0,5 %; 3 мВт
Генератор импульсов Г5-56	Длительность импульсов (от 0,2 до 2·10 <sup>5</sup> ) мкс, период повторения (от 0,2 до 4·10 <sup>5</sup> ) мкс
Генератор импульсов Г5-75	Длительность импульсов (от 1,0 нс до 500 мкс), (1 кГц – 500 МГц)
Ваттметр поглощаемой мощности М3-90	(0,02 – 17,85) ГГц; (10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-2</sup> ) Вт
Ваттметр поглощаемой мощности М3-91	(17,44 – 25,86) ГГц (10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-2</sup> ) Вт
Источник временных сдвигов И1-8	
Установка измерительная образцовая К2-38	Девиация частоты (0,1 - 10 <sup>7</sup> ) Гц Коэффициент АМ – 0,3 % Генерирование гармонических АМ и ЧМ
Генератор сигналов специальной формы Г6-37	(10 <sup>-3</sup> - 2·10 <sup>7</sup> ) Гц
Осциллограф двухканальный С1-97	(0 – 350) МГц 15 мВ – 40 В
Стандарт частоты и времени Ч1 - 1011	100 кГц; 1 и 5 МГц; 1 В
Частотомер электронно-счетный универсальный ЧЗ-64/1	0,005 Гц – 1500 МГц (1,5 - 18) ГГц – с блоком ЯЗЧ-175/1
Калибратор фазы Ф1-4	(5 Гц – 10 МГц); (1 мВ – 1 В) (0 – 360)°
Анализатор логических состояний 814	Объем памяти, бит: ПРИЕМ 128x11 ПЕРЕДАЧА 128x10
Вольтметр универсальный В7-46	Диапазон измеряемых напряжений: постоянное – 20 мВ – 1000 В переменное – 200 мВ – 700 В Диапазон измеряемых токов: постоянное – 20 мкА – 10 А переменное – 200 мкА – 10 А Диапазон измеряемого сопротивления 20 Ом – 200 МОм
Амперметр Э537	От 0,4 до 0,9 А
Вольтметр Э545	300 В
Мегаомметр М4100/3	Диапазон измеряемых сопротивлений при 500 В от 1 до 20 МОм
Прибор для измерения защитного заземления Миллиомметр Е6-18/1	Измеряемое сопротивление 0,1 Ом

в лаб и час лаб ОЦ	г лаб № в ни	№ вни м вза	в лаб и час лаб ОЦ	г лаб № в ни

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ТНСК.411142.002РЭ

Лист

73



- заполнить свободное пространство между стенками транспортного ящика и укладочного ящика амортизаторами;

- поместить упаковочный лист под водонепроницаемую бумагу;

- закрыть верхнюю крышку;

- обить транспортный ящик стальной лентой;

- опломбировать транспортную упаковку.

5.3.7 Сделать отметку в формуляре о начале эксплуатации.

До включения прибора необходимо ознакомиться с разделами 3, 4, 5 РЭ.

И в. № ПОИ	а д а т ы и с с л е д и ю щ е г о	В з а м н ы №	И н в. № д л я	а д а т ы и с с л е д и ю щ е г о	а д а т ы и с с л е д и ю щ е г о	И з м	Л и с т	№ документа	П о д п и с ь	Д а т а	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
												73

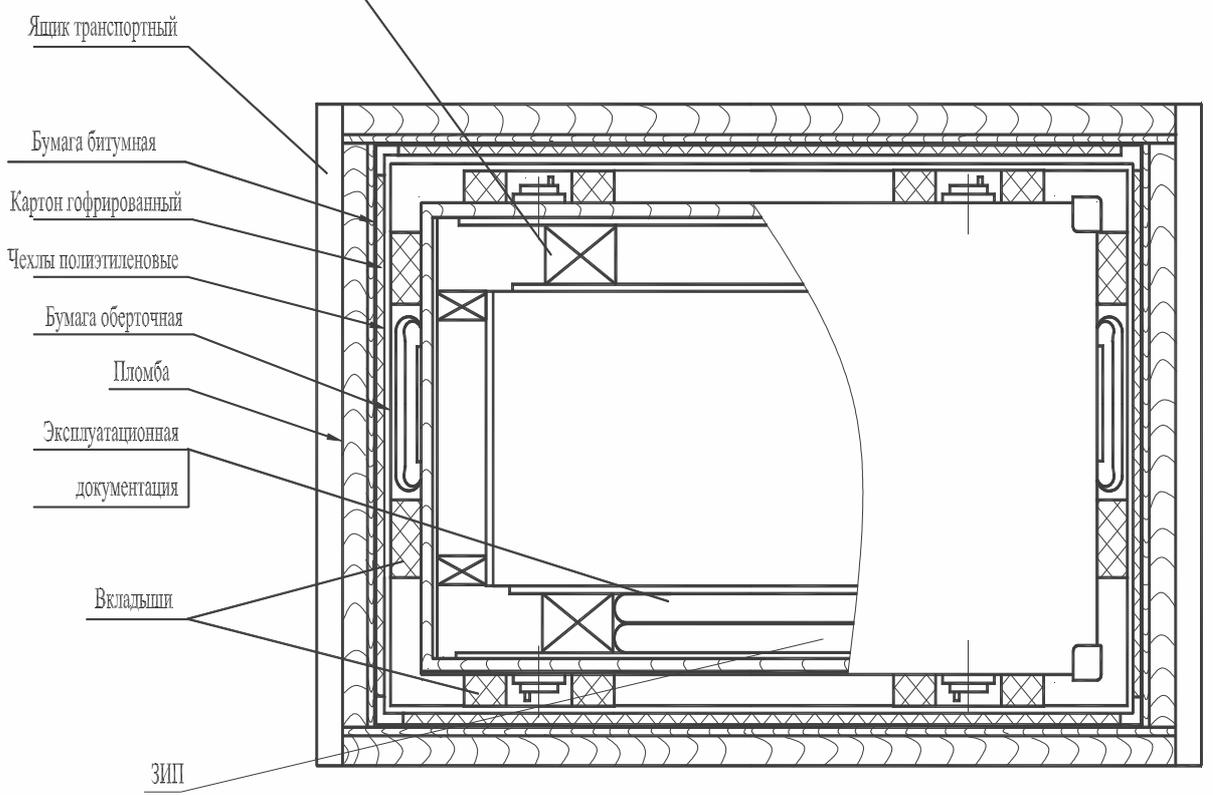
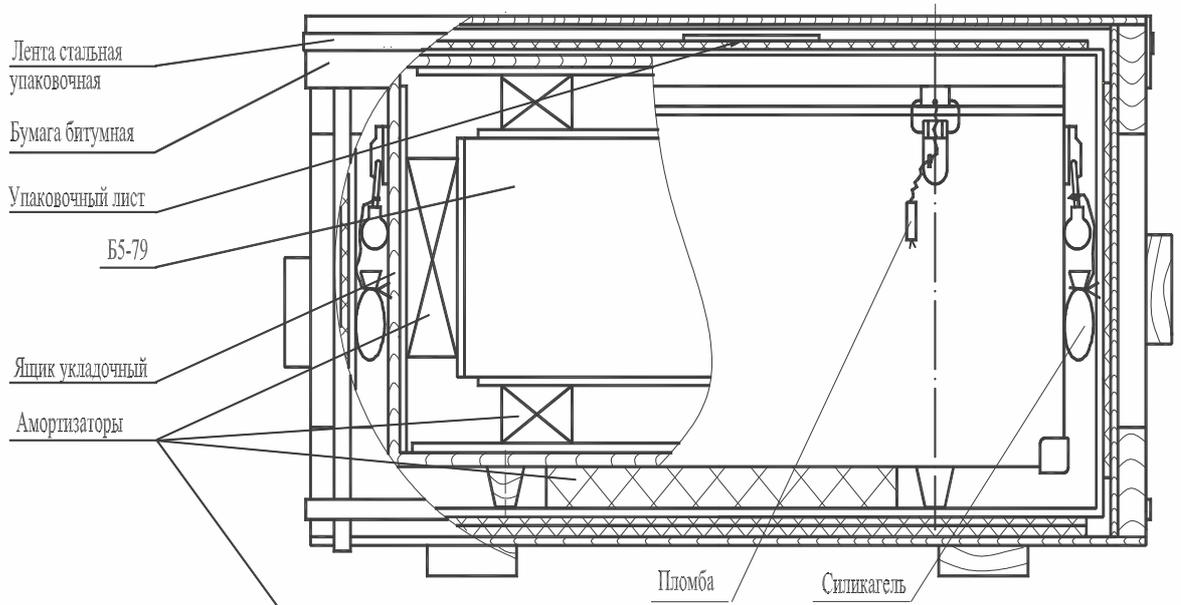


Рисунок 5.1 Схема упаковки прибора

в лад и сь л ш Ц	л л б № в н И	№ н в м Вз	в лад и сь л ш Ц	л л ш л № в н И
------------------------------------	---------------------------------	------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ТНСК.411142.002РЭ

## 5.4 Органы настройки и включения прибора, соединители, управления и индикации

### 5.4.1 Расположение соединителей, управления и индикации, органов настройки и включения прибора

Внешний вид передней панели приведён на рисунке 5.2.

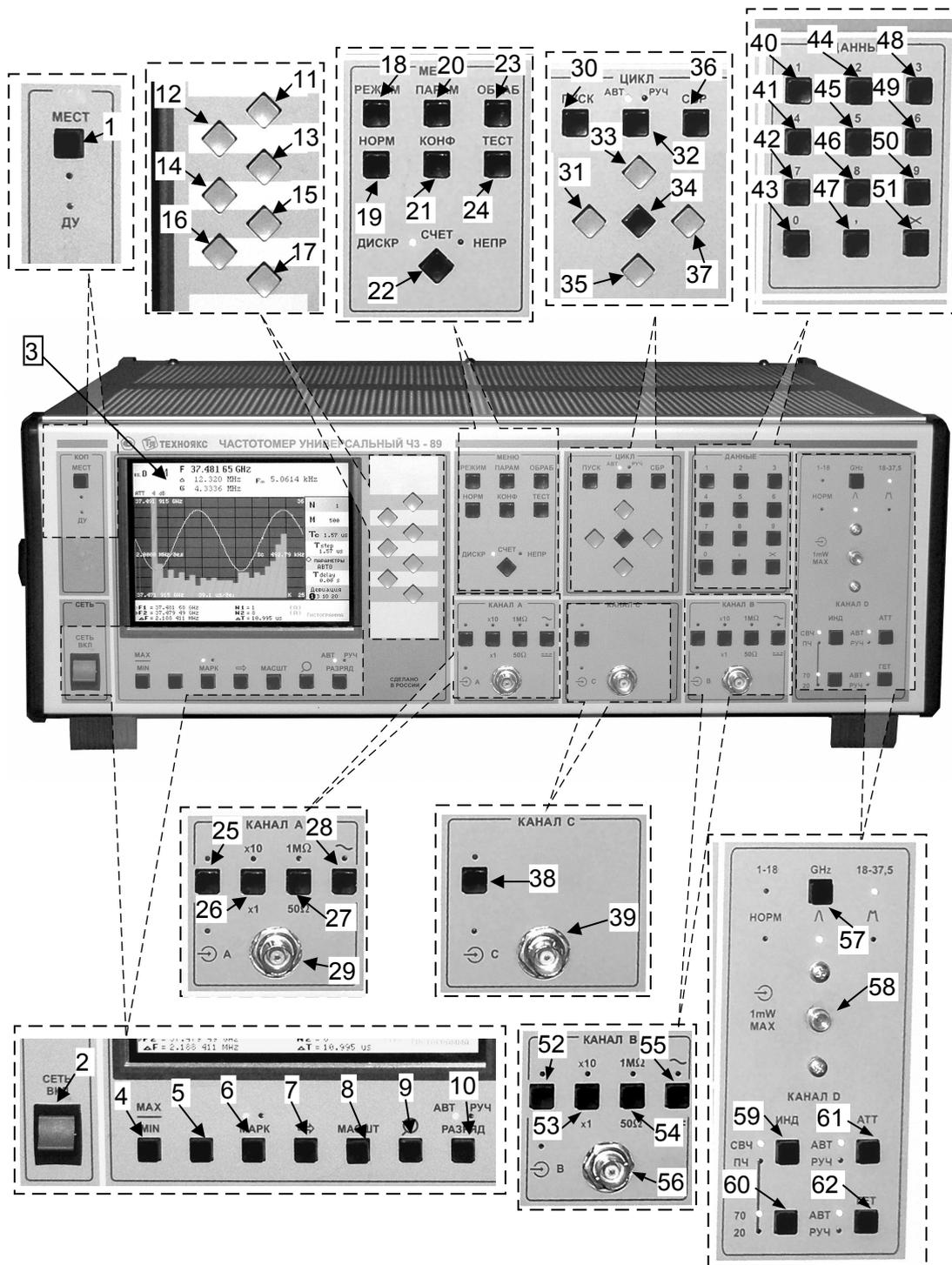


Рисунок 5.2 Внешний вид передней панели частотомера универсального ЧЗ-89

в	Л	И	С	П
Л	Л	В	И	Ц
№	№	М	В	№
в	Л	И	С	П
Л	Л	В	И	Ц

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
						73

5.4.2 Назначение органов присоединения, управления и индикации передней панели указаны в таблице 5.1.

Таблица 5.1.

Позиция	Обозначение (маркировка)	Назначение	Примечание
1	МЕСТ	Передняя панель Клавиша перехода в местное управление	Возможно использовать для записи копии экрана
2	СЕТЬ ВКЛ	Тумблер включения напряжения сети питания	
3		Дисплей. Индикация режимов и параметров измерения, результатов измерения и служебной информации.	
4	MAX / MIN	Клавиша. Устанавливает первый маркер в зону графика с максимальным значением результата измерения, второй маркер – в зону графика с минимальным значением результата измерения.	
5	←	Клавиша. Перемещает активный маркер влево.	
6	МАРК	Клавиша со световыми индикаторами 1 и 2 выбора активного маркера.	Активизирует меню для перехода маркера из массива А в массив В
7	→	Клавиша. Перемещает активный маркер вправо.	
8	МАСШТ	Клавиша управления вертикальным масштабом	Активизирует меню
9	О	Клавиша управления масштабом оси времени («лупа»)	Активизирует меню
10	АВТ/РУЧ РАЗРЯД	Клавиша управления числом индицируемых разрядов («гашение») результатов измерения	
11...17		Клавиши для работы с меню	
18	РЕЖИМ	Клавиша управления режимами измерения	Активизирует меню режимов
19	НОРМ	Клавиша нормирования вертикального масштаба	
20	ПАРАМ	Клавиша управления параметрами режима измерения	Включает меню параметров режима
21	КОНФ	Клавиша изменения пользовательского интерфейса	Активизирует меню
22	СЧЕТ	Клавиша со световыми индикаторами ДИСКР и НЕПР переключает режим счета	Активна при измерении частоты НГ сигнала и при измерении профиля радиоимпульса
23	ОБРАБ	Клавиша вызова функций обработки результатов измерения	Активизирует меню функций обработки

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
л  
п  
ц  
л  
г  
о  
л  
н  
в  
н  
и  
н  
в  
н  
м  
в  
з  
в  
л  
д  
и  
ч  
с  
л  
п  
ц  
л  
г  
о  
л  
н  
в  
н  
и

24	ТЕСТ	Клавиша вызова тестов для регулировки и ремонта прибора	Останавливает цикл измерения
25		Клавиша со световым индикатором – включение канала А	Индикатор включается в положении X10 Индикатор включается в положении 1МОм Индикатор включается в положении « ~ »
26	X1 / X10	Клавиша со световым индикатором управления входным аттенуатором канала А	
27	50Ω / 1MΩ	Клавиша со световым индикатором управления входным сопротивлением канала А	
28	~ / ---	Клавиша со световым индикатором выбора вида связи с каналом А	
29	⊕ А	Разъем ВЧ канала А, световой индикатор наличия входного сигнала достаточного уровня	
30	ПУСК	Клавиша запуска режима измерения в ручном цикле	
31		Клавиша сдвигает график вправо	
32	ЦИКЛ	Клавиша со световыми индикаторами АВТ и РУЧ – управляет циклом измерения	
33		Клавиша увеличивает значение устанавливаемого активированного параметра	
34		Клавиша ввода выбранного режима измерения	
35		Клавиша уменьшает значение активированного параметра	
36	СБР	Клавиша сброса результатов измерения	Увеличивает значение активированного параметра
37		Клавиша сдвигает график вправо	
38		Клавиша со световым индикатором – включение канала С	
39	⊕ С	Разъем ВЧ канала С, световой индикатор наличия входного сигнала достаточного уровня	Индикатор включается в положении X10 Индикатор включается в положении 1МОм
40...51		Клавиши ввода значения активированного параметра	
52		Клавиша со световым индикатором – включение канала В	
53	X1 / X10	Клавиша со световым индикатором управления входным аттенуатором канала В	Индикатор включается в положении X10 Индикатор включается в положении 1МОм
54	50Ω / 1MΩ	Клавиша со световым индикатором управления входным сопротивлением канала В	

в  
д  
л  
и  
н  
с  
п  
л  
ц  
и  
л  
г  
о  
л  
д  
л  
н  
в  
н  
и  
н  
в  
м  
в  
з  
в  
д  
л  
и  
н  
с  
п  
л  
ц  
и  
л  
г  
о  
л  
д  
л  
н  
в  
н  
и

Продолжение таблицы 5.1

Позиция	Обозначение (маркировка)	Назначение	Примечание
54	50Ω / 1MΩ	Клавиша со световым индикатором управления входным сопротивлением канала В	Индикатор включается в положении 1MΩ Индикатор включается в положении « ~ »
55	~ / ---	Клавиша со световым индикатором выбора вида связи с каналом В	
56	B 	Разъем ВЧ канала В, световой индикатор наличия входного сигнала достаточного уровня	
57	GHz	Клавиша со световыми индикаторами «1-18» и «18-37,5» – выбор соответствующего диапазона частот	
58	D 1mW MAX 	Разъем СВЧ канала D, световой индикатор наличия входного сигнала достаточного уровня “НОРМ”	
59	ИНД	Клавиша со световыми индикаторами «СВЧ» и «ПЧ» – индицирует значение промежуточной частоты (ПЧ) или значение несущей частоты СВЧ сигнала	
60		Клавиша со световыми индикаторами «70» и «20» устанавливает значение ПЧ 70МГц или 20МГц	
61	АТТ	Клавиша со световыми индикаторами «АВТ» и «РУЧН» управления аттенюатором	Выбор режима управления аттенюатором Выбор режима управления частотой гетеродина
62	ГЕТ	Клавиша со световыми индикаторами «АВТ» и «РУЧН» управления частотой гетеродина	
		Задняя панель	
63	КОРР. ЧАСТ	Потенциометр коррекции частоты кварцевого генератора	
64	 10 МГц	Разъем. Выход опорного сигнала частотой 10 МГц	
65	ВНЕШН/ВНУТ Р	Переключатель источника опорного сигнала	
66	 5; 10 МГц	Разъем подключения внешнего сигнала опорной частоты	
67	tc ЗАП	Переключатель выбора внутреннего цикла измерений (ВНУТР), внешнего tc или внешней синхронизации (ВНЕШН)	
68	ВНЕШН	Разъем подключения внешнего сигнала синхронизации	
69	 ДПКД	Контрольный выход СВЧ делителя частоты	
70	 СТАРТ	Контрольный выход начала измеряемого интервала времени	
71	 ГЕТ	Контрольный выход синтезатора	
72	 СТОП	Контрольный выход конца измеряемого интервала времени	

в	
л	
д	
и	
с	
п	
ц	
л	
д	
п	
л	
д	
и	
с	
п	
ц	
л	
д	
п	
л	
д	
и	
с	
п	
ц	
л	
д	
п	
л	
д	
и	
с	
п	
ц	
л	
д	
п	
л	
д	
и	
с	
п	
ц	

Продолжение таблицы 5.1

Позиция	Обозначение (маркировка)	Назначение	Примечание
73	RS232	Разъем интерфейса RS232	
74	USB	Разъем интерфейса USB	
75	220 В 50 Гц	Разъем подключения шнура сетевого питания	

5.4.3 Назначение соединителей и органов управления задней панели

Внешний вид задней панели приведён на рисунке 5.3



Рисунок 5.3. Внешний вид задней панели частотомера универсального ЧЗ-89

62  
76  
74

75

в  
д  
л  
и  
н  
с  
л  
д  
п  
о

л  
д  
л  
н  
в  
и  
н

в  
д  
л  
и  
н  
с  
л  
д  
п  
о

л  
д  
л  
н  
в  
и  
н

в  
д  
л  
и  
н  
с  
л  
д  
п  
о

					ТНСК.411142.002РЭ	Лист 73
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

5.4.4 Размещение информации на экране дисплея и формат экрана индикатора приведён на рисунке 5.4

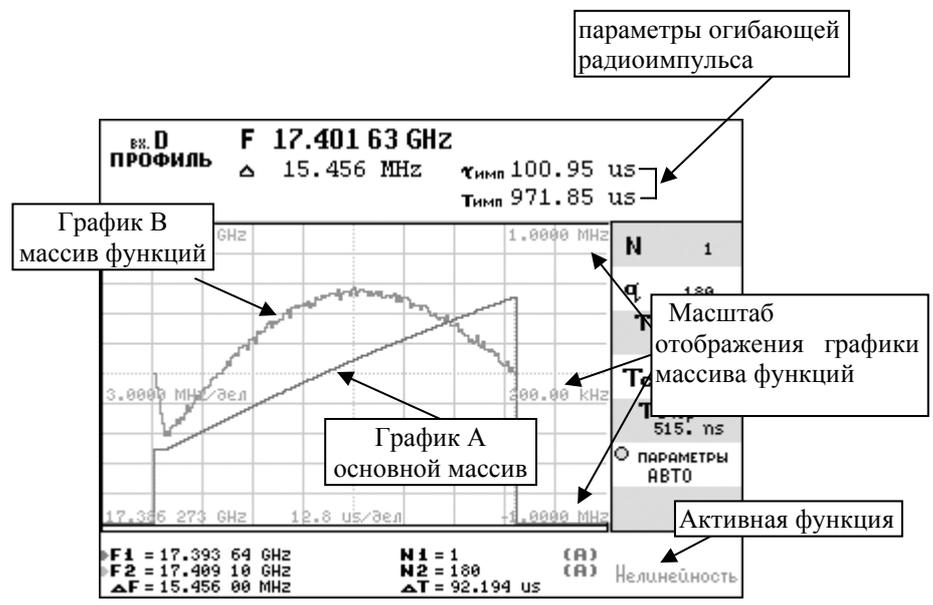
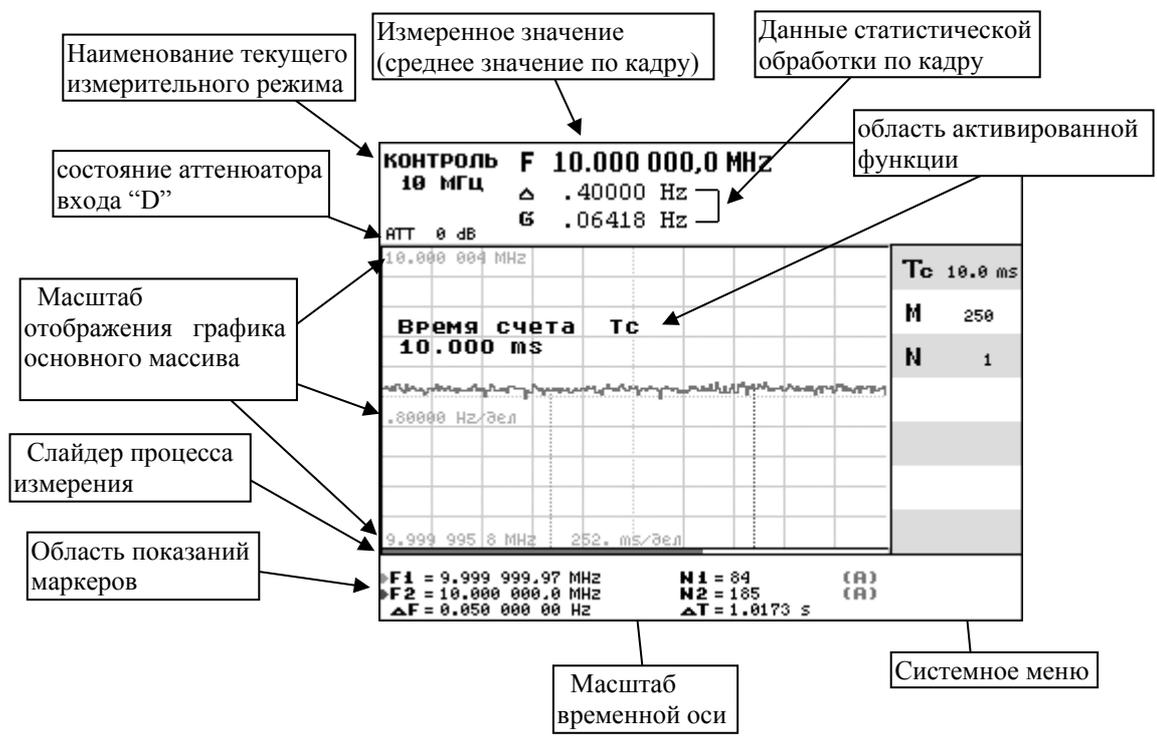


Рисунок 5.4. Размещение информации на экране дисплея.

в	в
лад	лад
и	и
числ	числ
диспл	диспл
ОЦ	ОЦ
г	г
обл	обл
№	№
в	в
ни	ни
№	№
вн	вн
м	м
м	м
вза	вза
в	в
лад	лад
и	и
числ	числ
диспл	диспл
ОЦ	ОЦ
г	г
лош	лош
№	№
в	в
ни	ни



Таблице 5.2.

Время счета tc	Показания прибора, МГц
1 мкс	10.000 ±0.001
10 мкс	10.0000 ±0.0001
100 мкс	10.00000 ±0.00001
1 мс	10.000000 ±0.000001
10 мс	10.0000000 ±0.0000001
100 мс	10.00000000 ±0.00000001
1 с	10.000000000 ±0.000000001
10 с	10.0000000000 ±0.0000000001

## 6. Проведение измерений.

### 6.1. Управление режимами и параметрами измерения. Общие сведения.

6.1.1. Управление прибором осуществляется с помощью клавиатуры, совмещенной с передней панелью прибора. Назначение клавиш указано в таблице 5.1, расположение клавиш показано на рисунках 5.2 и 5.3.

6.1.2 Результаты измерения, информация о режимах измерения и их параметрах в виде меню, а также вспомогательная информация отображается на экране графического дисплея.

Размещение информации на экране дисплея показано на рисунке 5.4

Информация о результатах измерения обновляется по окончании кадра, состоящего из массива М значений измеряемого параметра Х.

Информация о результатах измерения отображается в одном из следующих форматов:

- график  $x(t)$  измеряемого параметра сигнала от времени (рисунок 6.1а);
- однострочная индикация результата (рисунок 6.1б);
- таблица результатов однократных результатов  $x_i$  в установленном массиве М (рисунок 6.1 в);
- таблица отклонений результатов однократных измерений  $\Delta x_i$  от среднего значения Х в массиве М (рисунок 6.1г);

В каждом формате индицируется в цифровой форме значение измеряемого параметра  $X(M)$ , размах  $\Delta = X_{MAX} - X_{MIN}$  и среднеквадратическое отклонение  $\sigma$  результатов измерения в массиве М измерений.

Выбор формата индикации осуществляется по меню, открываемом нажатием клавиши КОНФ (конфигурация), по строке «Представление результатов» (График, Строка, Таблица Т/Ф, Таблица  $\Delta$  Т/Ф).

Наиболее информативным является графическое отображение результатов измерения. Табличное представление результатов удобно использовать как для анализа массива, так и для протоколирования при проведении испытаний прибора.

в л д и ч с л д ц	г о л д н я н и	№ в н и м В з а	в л д и ч с л д ц	г о л д н я н и	ТНСК.411142.002РЭ					Лист
										73
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						



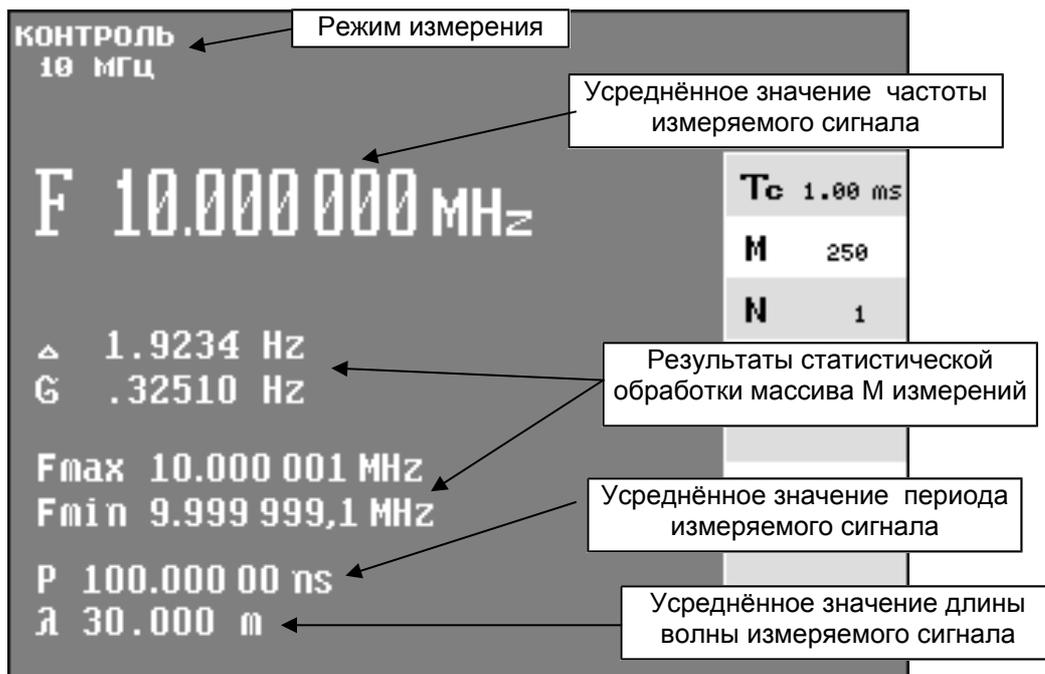


Рисунок 6.1б. Однострочная индикация

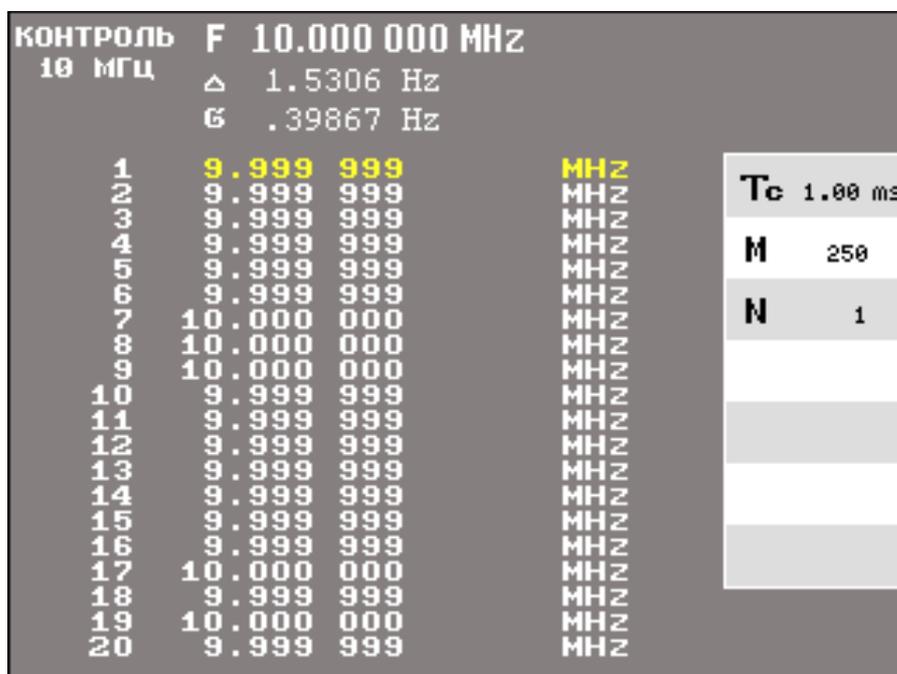


Рисунок 6.1в. Таблица результатов однократных измерений в массиве M=20.

в	д	и	с	л	п
д	а	т	а		
и					
с					
л					
п					
о					
д					
л					
д					
л					
у					
б					
№					
в					
д					
и					
н					
№					
в					
н					
и					
м					
№					
в					
з					
а					
в					
д					
и					
с					
л					
п					
о					
д					
л					
п					
о					
ш					
№					
в					
д					
и					
н					

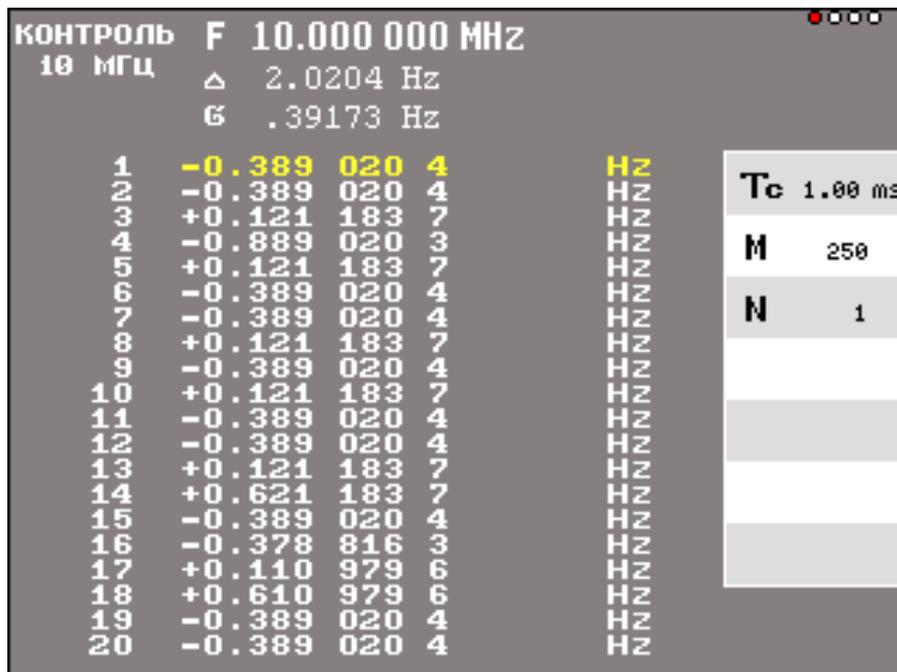


Рисунок 6.1г. Таблица отклонений результатов однократных измерений от среднего значения в массиве M=20.

### 6.1.3. Анализ графического отображения функции $x(t)$ . Массив данных M.

Зона графики дисплея позволяет наблюдать (регистрировать) массив результатов измерений  $M \leq 250$ , образующий один кадр измерений. По полученному массиву данных по окончании каждого кадра вычисляются и обновляются параметры измерения:  $x$ ,  $\Delta$ ,  $\sigma$ .

Значения массива M могут устанавливаться в пределах от 1 до 32000.

При  $M=1$  прибор производит однократное измерение. Это специальный режим, при котором происходит последовательное заполнение графика после каждого однократного измерения (т.е. отображение информации в реальном времени). После полного заполнения кадра ( $M=250$ ) график сдвигается влево, освобождая справа канал индикации следующего измерения. При этом статистические параметры вычисляются по текущему массиву данных.

При M от 2 до 250 кадр содержит M каналов, занимая часть графической зоны слева.

При  $M > 250$  кадр может принимать только значения, кратные 250.

Если время заполнения кадра превышает 2 с, в нижней части графической зоны при очередном цикле измерения включается слайдер - узкая световая полоска, движение которой позволяет оценить время до окончания текущего кадра.

Прибор позволяет включение двух графических массивов A и B (Порядок работы по обработке результатов измерений приведен в книге 3). Массив A - исходный массив данных,

в
дл
и
чсн
ш
оц
г
дл
н
я
ни
н
ни
м
взв
в
дл
и
чсн
ш
оц
г
дл
н
я
ни

полученных при измерении величины X. Массив В – производный массив, являющийся продуктом обработки массива А.

В зоне графического отображения размещены два отличающиеся по цвету маркера. Результаты измерения, отмеченные маркерами, индицируются на экране дисплея.

#### 6.1.4. Масштаб графического отображения по оси У.

При включении режима измерения в конце первого кадра производится автоматическое нормирование масштаба таким образом, чтобы данные измерений занимали около 80% графической зоны по вертикали с индикацией крайних значений и масштаба.

Ручное управление масштабом осуществляется по меню, включаемому после нажатия клавиши 8 МАСШТАБ (см. рисунок 6.4). Строка “масштаб авто” (системная клавиша 11) – при включенном световом индикаторе обеспечивает нормирование изображения в каждом кадре. Строки “растянуть”, “сжать” позволяют уменьшить или увеличить масштаб изображения на 10% при однократном нажатии клавиш 12 или 13 соответственно. Строки “опустить”, “поднять” позволяют опустить вниз или поднять вверх изображение графика при нажатии системных клавиш 14 и 15 соответственно без изменения масштаба. Строка “однократная нормировка” – нормирование масштаба по данным текущего кадра при нажатии системной клавиши 16. Эта функция дублирует клавишу 19 НОРМ передней панели.

6.1.5 Управление масштабом по оси X осуществляется по меню, включаемому клавишей 9 (Лула) (см. рисунок 6.4).

При включении любого измерительного режима функция находится в состоянии АВТО, предполагающем графическое отображение информации при  $M=250$ .

«Лула+» (системная клавиша 12). используется для растяжки графического отображения информации при  $M < 250$ . При этом отображение каждого элемента массива  $M$  занимает несколько каналов индикации и функция  $x(t)$  представляется в виде ступенчатой функции. Коэффициент растяжки индицируется между символами  $\langle \dots \rangle$  над графической зоной экрана (например,  $\langle 10 \rangle$  при коэффициенте 10).

«Лула-» (системная клавиша 13). Режим используется при  $M > 250$ , чтобы рассмотреть  $x(t)$  за пределами графической зоны справа. При этом в каждом канале индикации размещается нескольких соседних элементов массива  $M > 250$ . Коэффициент сжатия индицируется в символах  $\langle \dots \rangle$ .

Совместное использование режимов «Лула+» и «Лула-». Используется для наглядного анализа интересующих участков сжатого массива  $M > 250$ . Анализируемый участок устанавливается в центр оси X с помощью курсоров  $\leftarrow$  (перемещение графика влево) и  $\rightarrow$  (перемещение графика вправо). После установки активного маркера в центр интересующей зоны массива включается функция «Лула+» и устанавливается коэффициент растяжки, удобный для анализа.

в ла д и ч с и п л д ц							Лист
		ТНСК.411142.002РЭ					
г л о п н я н и							73
		Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

Лупа 1. При нажатии системной клавиши 14 коэффициент растяжки и сжатия устанавливается равным 1.

Лупа М. При нажатии системной клавиши 15 коэффициент растяжки устанавливается равным 1, а коэффициент сжатия устанавливается таким, чтобы в графической зоне разместился весь массив  $M > 250$ .

6.1.6 В зависимости от режима измерения используются один или два измерительных канала прибора. Измерение частоты и периода непрерывных синусоидальных или видеоимпульсных сигналов в диапазоне до 150 МГц осуществляется по каналам А или В, в диапазоне от 100 МГц до 1000 МГц – по каналу С. Измерение длительности, фронта и спада видеоимпульса осуществляется по каналу А. Измерение интервала времени и разности фаз двух синхронных синусоидальных сигналов осуществляется при совместном использовании каналов А и В.

Канал D используется для измерения несущей частоты СВЧ сигналов в диапазоне от 1 до 37,85 ГГц.

6.1.7 Программирование работы прибора включает в себя: выбор нужного измерительного канала, выбор режима измерения и установка параметров измерительного режима.

Программирование осуществляется по принципу МЕНЮ. Структура меню прибора приведена на рисунках 6.2, 6.3, 6.4.

Выбор канала и режима измерения производится по меню, включаемому клавишей РЕЖИМ и индицируемому в правой части экрана дисплея. Меню размещено на двух страницах. Первая страница содержит перечень режимов частотных измерений, вторая – режимов измерения временных интервалов видеоимпульсных сигналов. Смена страниц меню осуществляется системной клавишей 17 “↓” (см. рисунок 6.2).

Режим КОНТРОЛЬ устанавливается автоматически после включения прибора или (в процессе работы) системной клавишей 11.

Выбор рабочего канала производится путем установки маркера последовательным нажатием клавиш 12...16 в строке меню, соответствующей характеру входного сигнала (НГ, ИМ, ЧМ, АМ).

После выбора канала устанавливается режим измерения: F (частота) или P (период) для каналов А, В, С; F (частота) или  $\lambda$  (длина волны) при работе по каналу D.

После выбора канала и режима измерения нажатием клавиши 34 ВВОД включается цикл измерения и открывается меню параметров, необходимое для управления выбранным режимом (см. рисунок 6.2); обозначение канала и режима измерения индицируются в верхнем левом углу экрана.

Обращение к измерительным каналам А, В или С возможно также нажатием клавиш 25, 52 или 38 соответственно, при этом включенный канал отмечен световым индикатором. В этом случае автоматически включается режим измерения частоты по выбранному каналу.

в лад и чси пл оц	г лоп н в ни	н н м вза	в лад и чси пл оц	г лоп н в ни					Лист	
					ТНСК.411142.002РЭ				73	
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

6.1.8 Начальные значения параметров в автоматически открываемом меню устанавливаются по умолчанию. Так, в режиме КОНТРОЛЬ, ЧАСТОТА (ПЕРИОД) автоматически устанавливаются: время счета  $t_c=1$  мS, массив измерения  $M=250$ , коэффициент усреднения  $N=1$ .

Установка требуемых значений параметров включенного режима производится в ручном режиме.

Для изменения параметра необходимо активизировать его нажатием соответствующей клавиши меню параметров. При этом на экране дисплея включается наименование и значение изменяемого параметра. Ввод нового значения параметра осуществляется с помощью клавиш группы ДАННЫЕ или последовательным нажатием клавиши 35 (уменьшение) или 33 (увеличение).

После нажатия клавиши 34 ВВОД контрольное значение введенного параметра удаляется с экрана и индицируется в соответствующей строке меню параметров.

После ввода числового значения параметра в меню его размерности нажимается соответствующая клавиша. Так, при изменении значения времени счета  $t_c=1$  мс на 1 мкс, вводится число 1 и размерность  $\mu S$ , после чего в меню параметров индицируется  $t_c=1 \mu S$ .

Если изменяемый параметр является безразмерной величиной, например, коэффициент  $N$ , ввод его нового значения осуществляется клавишей 11 ВВОД. Нажатием клавиши 34 выключают индикацию параметра на экране дисплея.

Если в результате некорректного ввода нового значения параметра, произошел сбой в цикле измерения, прибор переходит в режим однократного запуска и над клавишей ЦИКЛ включается световой индикатор РУЧН. В этом режиме после нажатия клавиши ПУСК выполняется один цикл измерения массива  $M$ . Для восстановления непрерывного цикла измерения следует нажать клавишу ЦИКЛ (включается индикатор АВТ).

Параметры  $M$  и  $N$  могут принимать значения от 1 до 32000. При  $M>250$  параметр может принимать значения, кратные 250, т.е. 250, 500 и т.д.

в лад и числ пл ЦП	
л обл № в ИИ	
№ инв м Вза	
в лад и числ пл ЦП	
л лоп № в ИИ	

					ТНСК.411142.002РЭ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		73

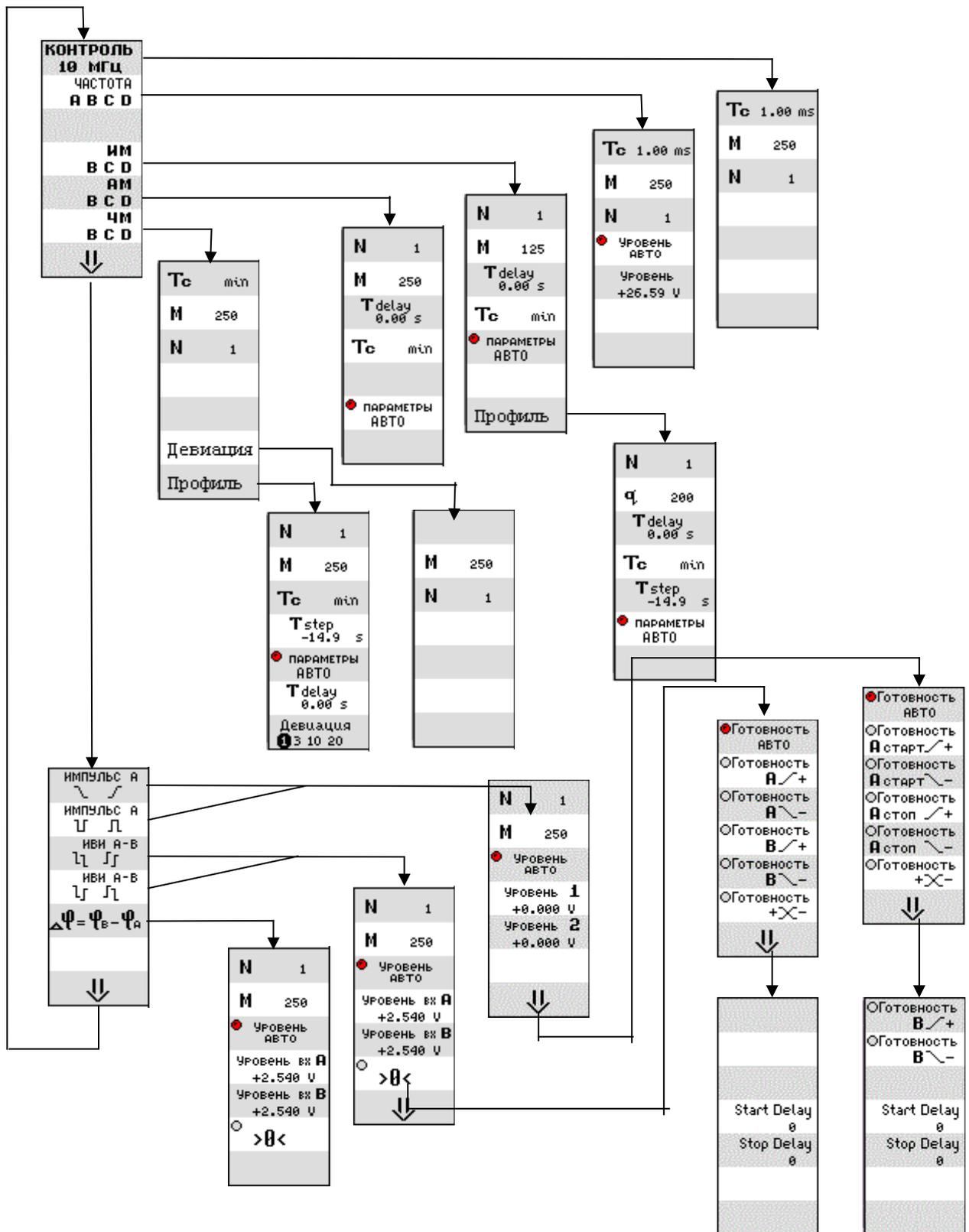


Рисунок 6.2. Структура меню прибора: программирование измерительных каналов, режимов и параметров измерения.

в	в
д	д
и	и
с	с
п	п
ц	ц
л	л
д	д
н	н
я	я
н	н
и	и
м	м
в	в
з	з
а	а
в	в
д	д
и	и
с	с
п	п
ц	ц
л	л
д	д
н	н
я	я

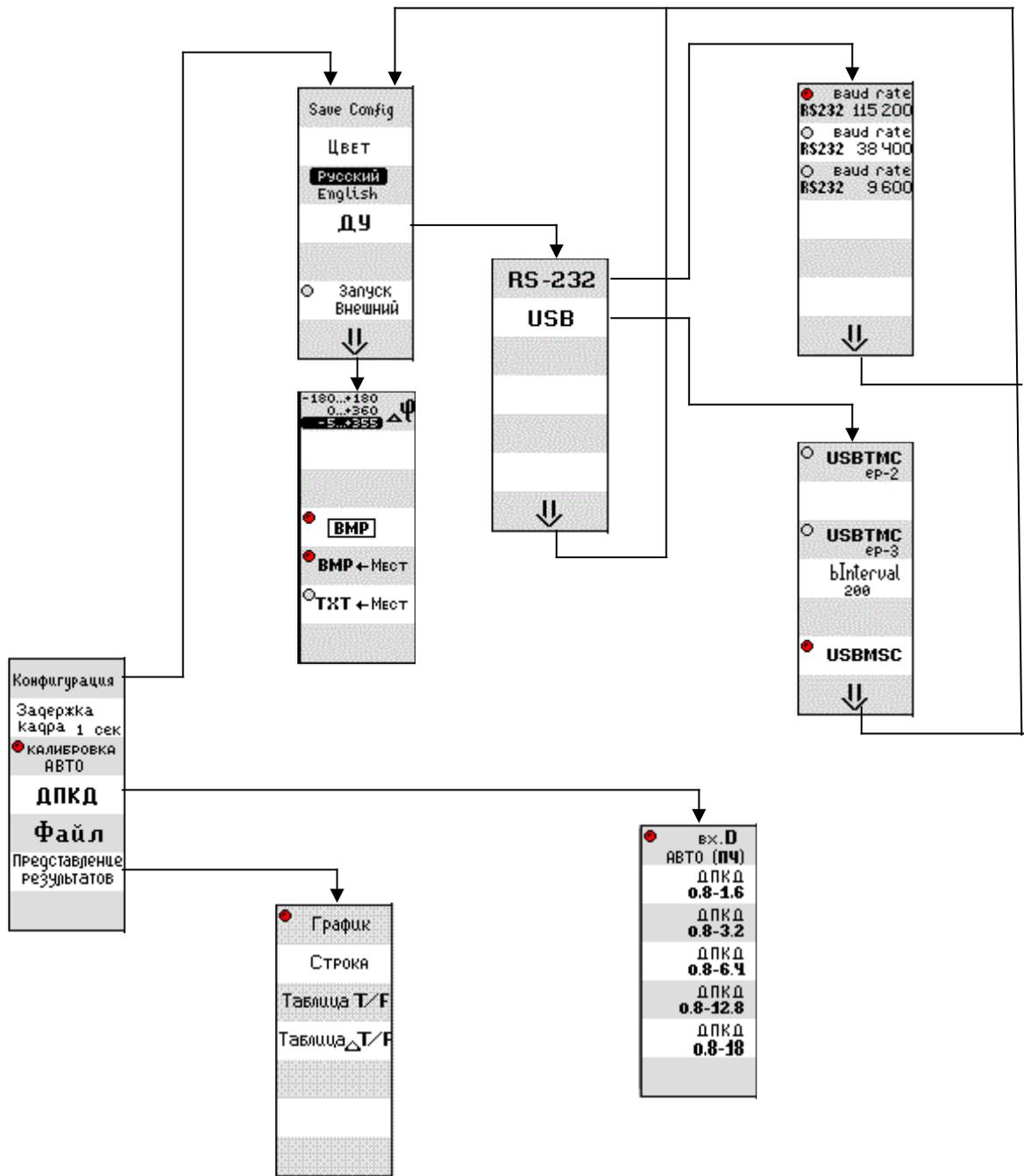


Рисунок 6.3. Структура меню прибора: конфигурирование внутренней системы и каналов дистанционного управления.

в	л
д	л
и	л
с	л
ц	л
п	л
о	л
ц	л
и	л
н	л
и	л
н	л
н	л
м	л
в	л
з	л
а	л
в	л
д	л
л	л
и	л
с	л
ц	л
п	л
о	л
ц	л
и	л
н	л
и	л

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

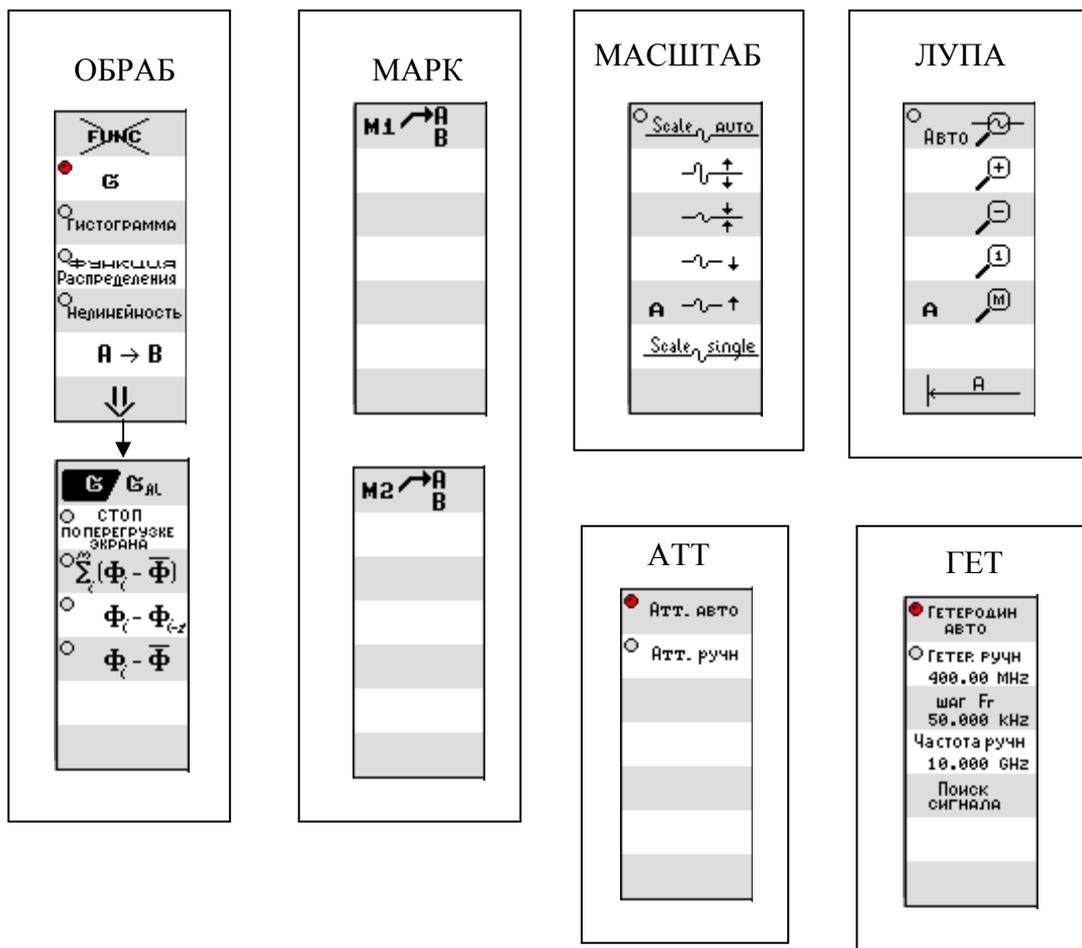


Рисунок 6.4. Структура меню прибора: программирование алгоритмов обработки, управление графическим дисплеем, управление настройкой канала D.

6.1.9 Время счета  $t_c$  – время однократной выборки – является основным параметром режимов частотных измерений, определяющим погрешность измерений. При включении режимов частотных измерений непрерывного сигнала по любому из каналов по умолчанию устанавливается время счета  $t_c=1$  мс. Время счета может быть установлено в широких пределах от 100 нс до 10 с. При этом необходимо учитывать, что реальное время счета всегда равно целому числу периодов входного сигнала по входам A, B, C или целому числу периодов сигнала ПЧ при измерениях по входу D в пределах установленного времени счета и не может быть менее одного периода по входам A, B и ПЧ и не менее 8 периодов по входу C. Так, при установленном  $t_c=1$  мс и частоте входного сигнала 1 Гц реальное время счета равно 1 с. При установленном значении  $t_c=0$ , реальное время счета равно одному периоду входного сигнала. При этом в строке Tc меню параметров включается обозначение min.

6.1.10 В зависимости от уровня и частоты входного сигнала входные коммутаторы каналов A и B устанавливаются в положения:

в ла д и ч с л д л ц и						Л и с т № в н и	Л и с т № в н и	в ла д и ч с л д л ц и	Л и с т № в н и	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
	73															

- коэффициент ослабления входных аттенуаторов X1/X10 (клавиши 26 и 53) – в положение X1 при уровне сигнала 1,5 В и менее и в положение X10 при уровнях сигнала от 1,5 до 10 В;

- вид связи  $\sim$  /  $\text{---}$  (клавиши 28 и 55) – в положение  $\text{---}$  при частоте синусоидального сигнала 10 кГц и менее или при импульсном сигнале с нулевой постоянной составляющей и в положение  $\sim$  при частоте синусоидального сигнала более 10 кГц или импульсном сигнале при наличии постоянной составляющей;

- входное сопротивление 50  $\Omega$ /1 М $\Omega$  (клавиши 27 и 54) – в положение 50  $\Omega$  при выходном сопротивлении источника 50  $\Omega$  (типичное положение) и в положение 1 М $\Omega$  при источнике сигнала с высоким (200, 600  $\Omega$ ) выходным сопротивлением.

Состояние X10,  $\sim$  и 1 М $\Omega$  соответствующих клавишных переключателей каналов А и В отмечены включенными световыми индикаторами.

6.1.11 В приборе предусмотрены автоматический и ручной режимы установки уровней запуска каналов А и В.

После включения прибора устанавливается автоматический режим установки уровней запуска в соответствии с выбранным режимом измерения (в меню параметров включен индикатор УРОВЕНЬ АВТО). При измерении частоты и периода, длительности импульса и интервала времени уровни запуска автоматически устанавливаются равными половине полного размаха сигнала. Так, при синусоидальном входном сигнале  $U_{\text{зап}} \sim 0$  В; при импульсном входном сигнале  $U_{\text{зап}} \sim 0,5$  В амплитуды импульса. При измерении длительностей фронта и спада импульсов запуск каналов осуществляется на уровнях 0,1 и 0,9 амплитуды импульса с учетом его полярности.

Режим автоматической установки уровней запуска реализуется при частотах входных сигналов, равных или более 10 кГц. При частоте входного сигнала менее 10 кГц или предельно минимальных уровнях сигнала, а также при необходимости измерения временных параметров на конкретных уровнях видеоимпульсных сигналов рекомендуется использовать режим ручной установки уровней запуска (клавиша 15 УРОВЕНЬ в меню параметров).

Установка требуемого значения уровня запуска осуществляется с помощью группы клавиш ДАННЫЕ с дискретностью 2,5 мВ в пределах от минус 1,5 В до плюс 1,5 В. При вводе размерности одновременно вводится знак уровня (+/-). С помощью клавиш 33 и 35 уровень запуска изменяется с дискретностью 20 мВ. После изменения параметра отключается автоматическая установка уровней запуска и в других режимах. Возврат в режим автоматической установки уровней запуска осуществляется клавишей 14 УРОВЕНЬ АВТО меню.

#### 6.1.12. Цикл измерения

В приборе предусмотрены непрерывный (автоматический), ручной (однократный) и внешний запуск цикла измерений. Выбор цикла осуществляется с помощью клавиши 32 ЦИКЛ. При установке клавиши ЦИКЛ в состояние АВТ включен непрерывный цикл измерения. Для установки

в	в
лад	лад
и	и
числ	числ
пл	пл
оц	оц
г	г
обл	обл
д	д
н	н
в	в
ни	ни
№	№
инн	инн
м	м
вза	вза
в	в
лад	лад
и	и
числ	числ
пл	пл
оц	оц
г	г
лоп	лоп
н	н
в	в
ни	ни

					ТНСК.411142.002РЭ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		73



По меню РЕЖИМ (страница 2 – включается клавишей 17) нажатием клавиши 12 установите полярность измеряемого видеоимпульса. После нажатия клавиши 34 ВВОД включается обозначение режима (  $\sqcup$  или  $\sqcap$  ) и меню параметров (рисунок 6.2). Прибор производит периодические измерения длительности импульса на уровне, близком к  $0,5U_m$  ( $U_m$  – амплитуда видеоимпульса). Значения автоматически установленных уровней срабатывания на переднем ( $U_1$ ) и заднем ( $U_2$ ) фронтах импульса индицируются в соответствующих строках меню параметров.

При необходимости измерения длительности импульса на уровнях, отличных от  $0,5U_m$ , или на различных уровнях по переднему и заднему фронту, следует нажатием клавиш 14 и 15 ввести режим ручного управления уровнями срабатывания (световой индикатор в строке меню параметров УРОВЕНЬ АВТО выключен) и установить требуемые значения  $U_1$  и  $U_2$  в соответствии с указаниями п.6.1.11. После установки уровней нажатием клавиши 34 ВВОД включается режим измерения длительности импульса. Для повышения точности измерения следует установить режим усреднения  $N>1$

#### 6.6 Измерение длительности фронта импульса.

Включите канал А. Установите входные коммутаторы в соответствии с рекомендациями п.6.4.1.10. Подключите сигнал к разъему  $\ominus$  А.

По меню РЕЖИМ (страница 2) нажатием клавиши 11 установите полярность измеряемого перепада напряжения:  $\sqcup$  - при измерении длительности фронта положительного и  $\sqcap$  - при измерении длительности фронта отрицательного импульса. После нажатия клавиши 34 ВВОД включается обозначение режима и меню параметров.

Прибор производит периодические измерения длительности фронта импульса при автоматически установленных уровнях запуска (световой индикатор в строке УРОВЕНЬ АВТО меню параметров включен):  $U_1=0,1 \cdot U_m$ ,  $U_2=0,9 \cdot U_m$  при положительной и  $U_1= - 0,1 \cdot U_m$ ,  $U_2= - 0,9 \cdot U_m$  при отрицательной полярности видеоимпульса.

При необходимости измерения длительности фронта между уровнями, отличными от установленных автоматически, следует включить режим ручного управления уровнями (световой индикатор в строке УРОВЕНЬ АВТО меню параметров выключен) и установить требуемые значения уровней  $U_1$  и  $U_2$  в пределах  $U_m$  в соответствии с указаниями п.6.1.11. После установки уровней нажатием клавиши 34 ВВОД включить режим измерения длительности перепада напряжения. Для повышения точности измерения следует установить режим усреднения  $N>1$ .

#### 6.7. Измерение длительности спада видеоимпульса.

Включите канал А. Установите входные коммутаторы канала в соответствии с рекомендациями п.6.1.6. По меню РЕЖИМ (страница 2) нажатием клавиши 11 установите полярность измеряемого перепада напряжения  $\sqcup$  - при положительной и  $\sqcap$  - при отрицательной полярности входного импульса. После нажатия клавиши 34 ВВОД включается обозначение режима и меню параметров.

в лад и час ш ОЦ	г ош н я ни	в лад и час ш ОЦ	г ош н я ни	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
										73



ЯНТИ.434541.026 (сечения 7/3 – 3,5/1,5) или ЯНТИ.434542.007 (сечения 3,5/1,5 – 2,4/1,07) или с помощью волновода диэлектрического ЯНТИ.434543.002-01 (элементы подключения входят в состав ЗИП прибора).

6.10.2 Программирование режима измерения несущих частот НГ, ИМ, ЧМ, АМ сигналов осуществляется по меню, включаемому нажатием клавиши 18 РЕЖИМ. В зависимости от вида сигнала по маркерам клавиш 12, 14, 15, 16 включается канал D.

6.10.3 После нажатия клавиши 34 ВВОД включается индикация выбранного режима измерения, активизируется зона D передней панели прибора, производится автоматическая настройка канала D на несущую частоту входного сигнала и периодическое измерение несущей частоты.

При установке клавиши 59 в состояние СВЧ результат измерения F индицируется в единицах частоты (ГГц) или длин волн ( $\lambda$ ); в состоянии ПЧ клавиши ИНД индицируется значение промежуточной частоты (МГц) тракта преобразования. Предусмотрено два значения промежуточной частоты: 70 МГц (устанавливается по умолчанию) и 20 МГц (клавиша 60 ПЧ в состоянии 20). Наличие сигнала ПЧ контролируется по включению световых индикаторов «  
» (70  $\pm$ 5) МГц и «  
» (ПЧ от 10 до 100 МГц).

6.10.4 Достаточность уровня входного сигнала контролируется по включению светового индикатора НОРМ в зоне D передней панели прибора, при этом на экране дисплея индицируется ослабление (дБ) входного аттенюатора канала. Следует иметь в виду, что индицируемое ослабление не претендует на оценку абсолютного уровня входной мощности, а только отражает его изменения по диапазону частот и превышение над минимально допустимым уровнем. Для обеспечения устойчивой работы по каналу D рекомендуется проводить измерения при уровнях мощности, при которых индицируемое ослабление не менее (1-2) дБ. Для измерения при минимально возможных уровнях сигнала следует установить аттенюатор в режим РУЧН (клавиша 61) и ввести ослабление 0 дБ в соответствии с указаниями п.6.1.11.

6.10.5 Настройка канала D на частоту входного сигнала в «литерном» режиме проводится следующим образом:

- клавиша ГЕТ устанавливается в состояние РУЧН, на экране дисплея включается меню ГЕТ;
- после нажатия клавиши 12 ГЕТ. РУЧН, нажимается клавиша 14 ЧАСТОТА РУЧН;
- с помощью клавиши ДАННЫЕ вводится известное значение несущей частоты сигнала;
- после нажатия клавиши 34 ВВОД прибор индицирует точное значение несущей частоты сигнала и ее статистических параметров.

6.11 Измерение частоты непрерывных колебаний по входу D .

включите канал D (клавиша 12) в соответствии с указаниями п.6.10.2 – на экране дисплея включается меню параметров режима НГ. Основным параметром режима, определяющим требуемую точность измерения, является время однократного измерения (выборки)  $t_c$ . В данном

ТНСК.411142.002РЭ

Лист

73

в лад и час пл ОЦ	
г ол в в ни	
в в ни м вза	
в лад и час пл ОЦ	
г лоп в в ни	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

режиме целесообразно использовать  $N=1$ , выбор значения  $M$  следует производить с учетом требуемого времени измерения.

Если для решения измерительной задачи требуется использование малых значений выборки  $t_c$ , для повышения точности измерения следует установить значение  $N>1$ . При этом погрешность измерения уменьшается в  $N^{1/2}$  раз, но время полного измерения  $T_{изм}(M)$  возрастает.

6.12 Измерение среднего значения несущей частоты сигнала с синусоидальной частотной модуляцией (ЧМ сигнал).

Установите в соответствии с указаниями п.6.10.2 режим D – ЧМ (клавиши 16, 13). После нажатия клавиши 34 ВВОД прибор осуществляет автоматическую настройку канала D на несущую частоту ЧМ сигнала и выполняет периодические измерения несущей частоты при установленных по умолчанию параметрах: время счета  $t_c = 1$  мс, коэффициент усреднения  $N=1$ , массив измерений  $M=250$  с индикацией значения несущей частоты  $F$ , максимального разброса результатов измерения в массиве  $M$  ( $\Delta$  - пиковое значение девиации частоты) и  $\sigma$  (эффективное значение девиации частоты). Измерения сопровождаются отображением в графической зоне дисплея модулирующей функции  $f(t)$ .

Значение частоты модуляции  $F_m$  индицируется в верхнем правом углу дисплея. Полное время одного цикла  $M$  измерений составляет  $T_{изм}(M) = T_c * N * M$ .

При ручном управлении параметрами  $T_c$ ,  $M$  и  $N$  следует иметь в виду, что время счета (выборки) всегда равно целому числу периодов модуляции  $T_m = 1/F_m$ ; поэтому при установке времени счета  $T_c < T_m$  реальное время счета равно  $T_c = 1/F_m$ .

При включении строки ПРФИЛЬ меню параметров в графической зоне дисплея отображается функция  $f(t)$  ЧМ сигнала. По умолчанию значение времени счета  $t_c$  и шага  $T_{STEP}$  устанавливаются таким образом, чтобы на графике отображались два периода модулирующего сигнала. График позволяет оценить девиацию частоты (пиковое значение) ЧМ сигнала по нажатию клавиши 4 MAX/VIN.

6.13 Измерение среднего значения несущей частоты импульсно-модулированного (ИМ) сигнала

Установите в соответствии с указаниями п.6.10.2 режим D – ИМ. После нажатия клавиши 34 ВВОД прибор производит автоматическую настройку канала на несущую частоту входного ИМ сигнала и выполняет периодические измерения несущей частоты при времени однократного измерения  $t_c = \tau_n / 3$  (индицируется в строке  $T_c$  меню параметров). Коэффициент усреднения  $N$  автоматически устанавливается с учетом длительности радиоимпульса (индицируется в строке  $N$  меню параметров):

$$N = 100 \text{ при } 0,1 \text{ мкс} \leq \tau_n \leq 1 \text{ мкс},$$

в дл и чс ш ц	г ол н в нц	н нн м вза	в дл и чс ш ц	г ол н в нц					Лист
					ТНСК.411142.002РЭ				
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата					73

$N = 10$  при  $1 \text{ мкс} \leq \tau_n \leq 10 \text{ мкс}$ ,

$N = 1$  при  $\tau_n > 10 \text{ мкс}$ ,

В ручном режиме управления параметров автоматически установленное время счета  $t_c$  и время задержки  $T_{\text{зад}}$  могут изменяться при соблюдении условия:  $T_{\text{зад}} + T_c \leq \tau_n$ . Значение коэффициента усреднения  $N$  устанавливается от 1 до максимального рекомендуемого значения  $N=1000$ ; дальнейшее увеличение  $N$  не эффективно с точки зрения повышения точности измерения, но приводит к существенному увеличению времени измерения  $T_{\text{изм}}$  массива  $M$  однократных измерений.

Следует иметь в виду, что время измерения  $T_{\text{изм}}(M) \sim N \cdot T_{\text{сл}} \cdot M$ , где  $T_{\text{сл}}$  – период следования радиоимпульсов в анализируемой радиоимпульсной последовательности.

Прибор индицирует среднее значение несущей частоты ИМ сигнала  $F$ , максимальный разброс показаний  $\Delta$  и среднеквадратическое отклонение  $\sigma$  несущей частоты, обновляемые в каждом массиве  $M$  измерений. В правом верхнем углу дисплея индицируется значение длительности  $\tau_n$  и период следования  $T_{\text{сл}}$  радиоимпульсов.

6.14 Измерение среднего значения несущей частоты сигнала с синусоидальной амплитудной модуляцией (АМ сигнал).

Установите в соответствии с указаниями п.6.10.2 режим D – АМ (клавиши 15, 13). После нажатия клавиши 34 ВВОД прибор осуществляет автоматическую настройку канала D на несущую частоту АМ сигнала и выполняет периодические измерения несущей частоты при установленных по умолчанию параметрах: время счета  $T_c = 1/6F_m$ ,  $N=1$ ,  $M=250$ .

Прибор индицирует среднее значение несущей частоты  $F$ , максимальный разброс  $\Delta$  и среднеквадратическое отклонение  $\sigma$  результатов однократных измерений по массиву  $M=250$  и значение частоты модуляции  $F_m$ . Полное время измерения массива  $M$  составляет  $T_{\text{изм}}(M) = N \cdot M/6 F_m$ . Для повышения точности измерения следует установить значение  $N > 1$ ; при этом следует учитывать пропорциональное увеличение времени измерения  $T_{\text{изм}}(M)$ .

6.15. Измерение несущей частоты сигналов по входу D с использованием предварительного деления частоты.

Включите канал D с учетом характера входного сигнала в соответствии с указаниями п.6.10.2.

По меню, включаемому нажатием клавиши 21 КОНФ на передней панели прибора, нажатием системной клавиши 14 ДПКД включите меню ДПКД. С помощью системных клавиш 12...15 или 16 установите поддиапазон частот, соответствующий значению измеряемой частоты.

После нажатия клавиши 34 ВВОД прибор производит периодические измерения несущей частоты входного сигнала. Следует помнить, что в указанном режиме погрешность измерения составляет  $\sigma_{\text{изм}} \sim 1 \cdot 10^{-10} \cdot f_x \cdot /t_c/$

в дл и чс п ц	г о п н я н	н н м в з	в дл и чс п ц	г о п н я н	ТНСК.411142.002РЭ				Лист
									73
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата					

## 6.16 Расширенные параметры режима временных измерений.

### Готовность

Для режима измерений временных параметров импульса и интервалов времени имеются разные меню (рис.6.5.1, рис.6.5.2 соответственно)



рис.6.5.1

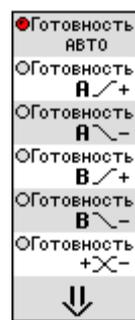


рис.6.5.2

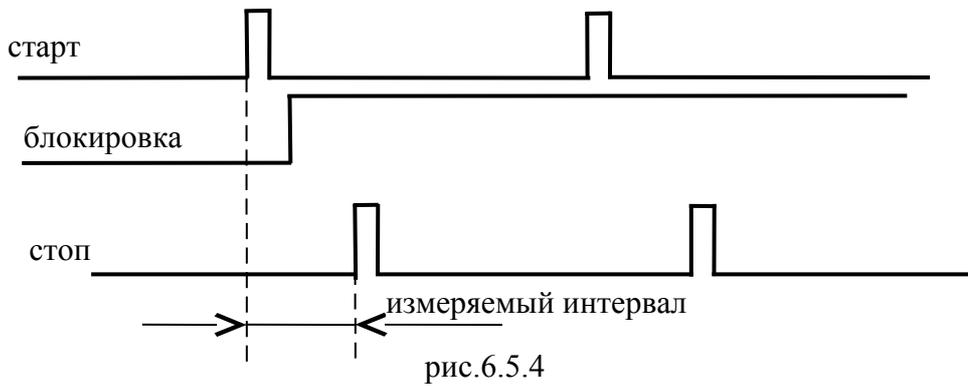
Различие меню обусловлено различием источников сигнала формирующего конец измеряемого интервала для соответствующего режима измерения. По умолчанию всегда активен режим «готовность авто». Сигнал готовности возникает в этом случае сразу после обработки результатов предыдущего измерения ( $\approx 60$  мкс). Формирование измеряемого интервала начинается старт канала входа «А», поэтому знак результата измерения всегда положительный. При этом до начала измерения формирование конца измеряемого интервала времени заблокировано. Наличие начальной блокировки формирования конца измеряемого интервала ограничивает величину минимального интервала времени ( $\approx 10$  нс). В случае нарушения данного ограничения измеряемый интервал увеличивается на величину периода следования импульсов формирующих конец измеряемого интервала (рис.6.5.3 и рис.6.5.4).



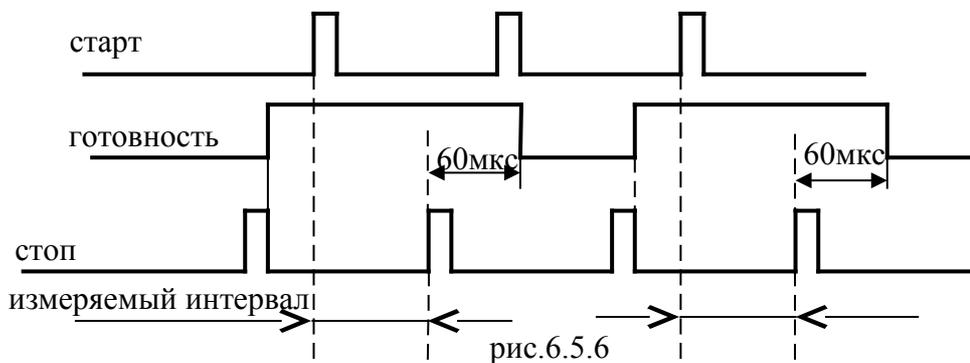
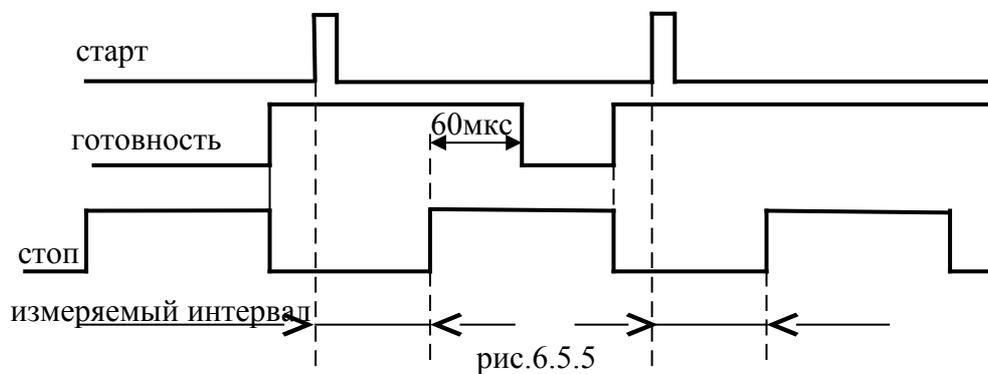
рис.6.5.3

в	в
д	л
и	г
с	о
п	б
д	л
л	л
о	в
ц	н
	и
	ц
	л
	г
	о
	б
	л
	л
	в
	н
	и
	ц
	л
	г
	о
	б
	л
	л
	в
	н
	и

					ТНСК.411142.002РЭ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		73



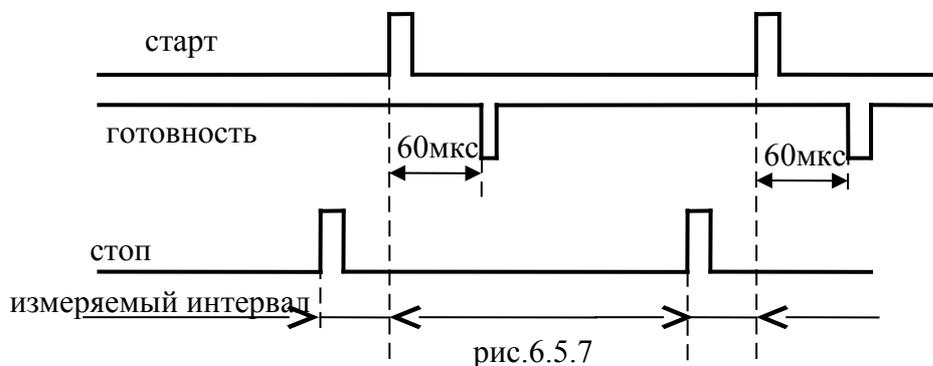
Для исключения неоднозначности возникающей при нулевых измерениях предназначены (2... 5) пункты меню готовности. При этом блокировка формирования конца измеряемого интервала времени отключается. В этом случае измерение может начать как старт событие, так и стоп событие. В первом случае результат изменения будет положительным (старт-событие опережает стоп-событие); во втором – отрицательным (старт-событие отстает от стоп-события). Для исключения неоднозначности возникающей в случае несинхронного формирования сигнала готовности относительно входного сигнала предусмотрена в последующих пунктах меню готовности синхронизация фронтом спада: старт-событие/стоп-событие. В этом случае возможен пропуск измерения, обусловленного синхронизацией готовности в случае, если сдвиг по времени между перепадом сигнала, формирующим конец измерения и перепадом входного сигнала, формирующим сигнал готовности, меньше 60 мкс (рис.6.5.5 и рис.6.5.6).



в	в
лад	лад
и	и
числ	числ
шт	шт
ОЦ	ОЦ
г	г
обл	обл
№	№
в	в
ни	ни
№	№
вни	вни
м	м
вза	вза
в	в
лад	лад
и	и
числ	числ
шт	шт
ОЦ	ОЦ
г	г
лош	лош
№	№
в	в
ни	ни

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Это время (60 мкс.) включает в себя время на обработку и запись результата измерения в массив данных, формирующих кадр измерения. Шестой пункт готовности исключает синхронизацию входным сигналом, однако в случае, когда период следования сигнала превышает 60 мкс и измеряемый интервал не превышает 60 мкс, результаты измерения также будут однозначными (рис.6.5.7).



### Цифровая задержка старт/стоп-событий.

Для включения задержки старт и стоп событий необходимо перейти на третью станицу меню параметров. По умолчанию задержки имеют нулевой параметр (отключены), что необходимо для реализации стандартных временных измерений. Задержки используют для анализа структуры периодических импульсных последовательностей. В качестве примера таких сигналов – последовательные интерфейсы RS232, I2C, SPI, USB, LAN, SATA и т.д.



В режиме измерения интервала времени третья страница меню имеет вид, представленный на рис.6.5.8. Параметры задержки имеют целочисленное значение и изменяются в диапазоне 0 – 65535. Параметр «Start Delay» в данном режиме измерения не изменяют. Для измерения временных параметров импульсной последовательности необходим опорный импульс, возникающий до начала формирования импульсной последовательности. Если временной сдвиг между опорным импульсом и импульсной последовательностью превышает 10 нс, рекомендуется использовать устанавливаемый по умолчанию режим готовности «Готовность АВТО».

Увеличивая параметр «Start Delay» на единицу, будем измерять сдвиг по времени между опорным импульсом и соответственно первым, вторым и т.д. Если величина задержки превысит число импульсов измеряемой импульсной последовательности, к результату измерения прибавиться период следования импульсной последовательности (рис.6.5.9).

в	л	и	ч	п	ц
г	о	л	д	н	я
н	я	н	н	м	в
в	л	и	ч	п	ц
г	о	л	д	н	я

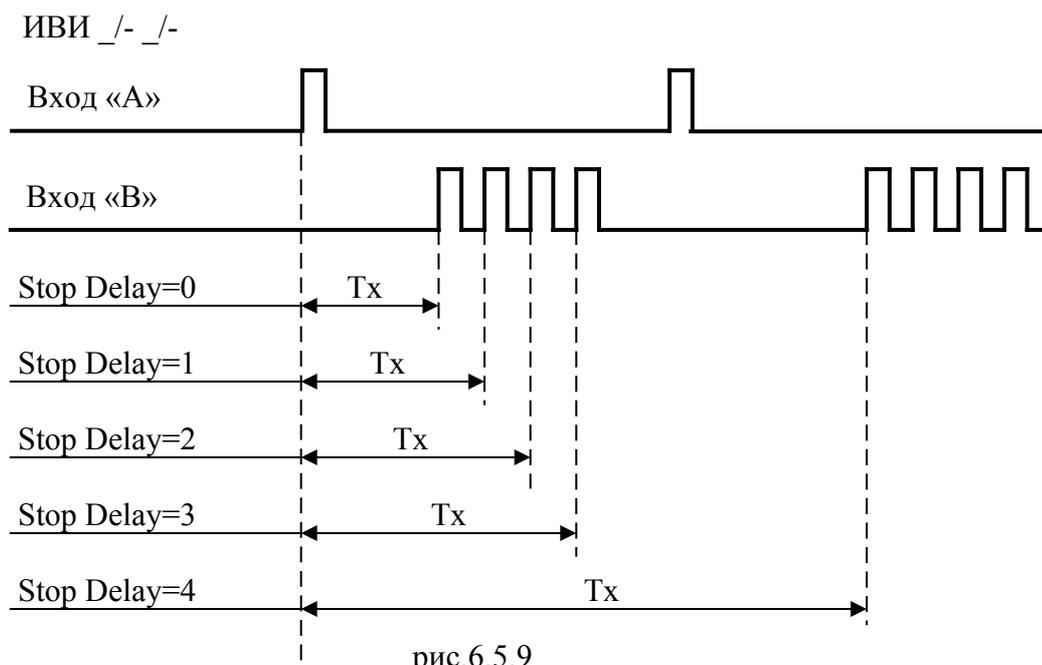


рис.6.5.9

В режиме измерения параметров импульса третья страница меню имеет вид представленный на рис.6.5.10. Параметры задержки имеют целочисленное значение и изменяются в диапазоне 0 – 65535. Опорный импульс в этом случае подают на вход «В» и активизируют дополнительный пункт готовности по входу «В» на данной странице. Уровень запуска, формирующий сигнал на входе «В» (Уровень 2) одновременно используется для формирования стоп-события по входу «А». Поэтому опорный импульс и импульсная последовательность должны быть одной полярности. В данном режиме, если значение параметра «Start Delay» превышает значение параметра «Stop Delay», результат измерения будет отрицательным (рис.6.5.11).

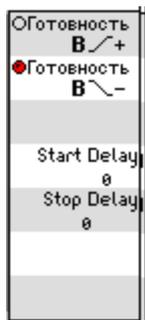


Рис.6.5.10

Если период следования импульсной последовательности превышает 60 мкс, а длительность импульсной последовательности меньше 60 мкс, возможны измерения без опорного импульса. Для этого необходимо перейти ко второй странице параметров (рис.6.5.11) и активизировать шестой пункт параметров.

в	в
д	д
и	и
с	с
л	л
п	п
ц	ц
и	и
н	н
н	н
м	м
в	в
з	з
а	а
в	в
д	д
и	и
с	с
л	л
п	п
ц	ц
и	и
н	н
н	н
м	м
в	в
з	з
а	а
в	в
д	д
и	и
с	с
л	л
п	п
ц	ц
и	и
н	н
н	н
м	м
в	в
з	з
а	а
в	в
д	д
и	и
с	с
л	л
п	п
ц	ц
и	и
н	н
н	н
м	м
в	в
з	з
а	а

ИВИ \_/-

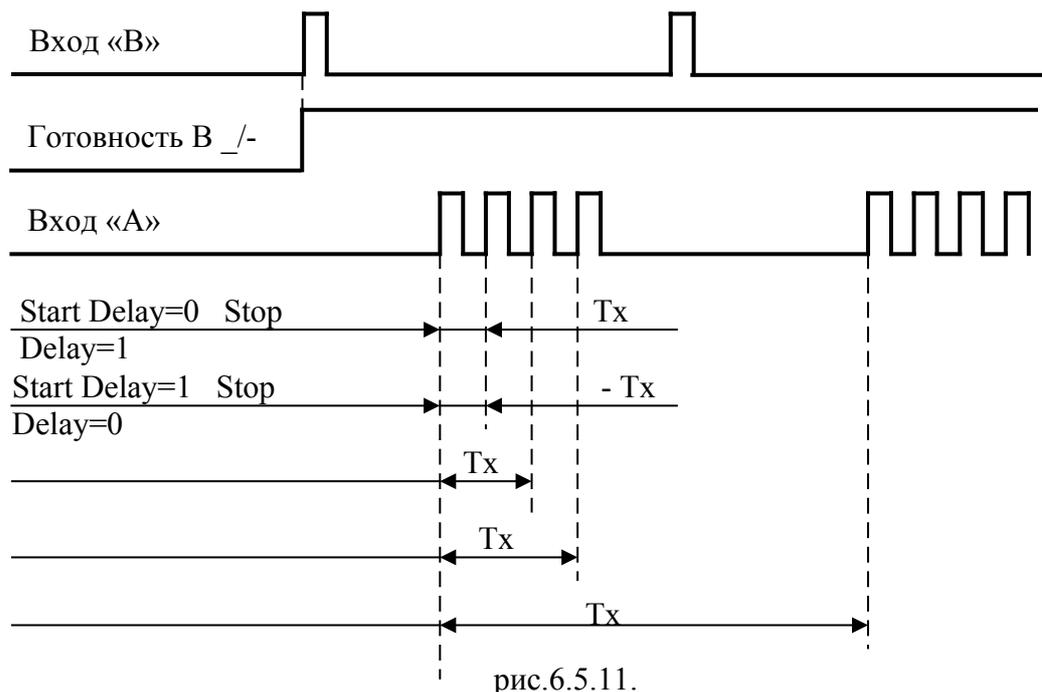


рис.6.5.11.

### 6.17. Обработка результатов измерений.

6.17.1. Прибор позволяет производить статистическую обработку кадровых массивов результатов измерений. Результаты обработки: среднеквадратическое отклонение  $\sigma$  (СКО), интегральная функция распределения или плотность распределения (гистограмма) вероятности измеряемого параметра – отображаются в оцифрованной графической форме.

6.17.2. Обращение к режиму обработки осуществляется нажатием клавиши 23 ОБРАБ – в зоне МЕНЮ передней панели прибора, при этом включается меню функций обработки. Выбор функции обработки осуществляется нажатием соответствующей системной клавиши. При этом на экране дисплея отображается график исходного отображаемого массива результатов измерения (массив А) и график обработки (массив В). Слева на графике индицируется масштаб исходного массива данных (А), справа – масштаб результатов обработки (массив В).

График массива В может быть удален с экрана и вновь восстановлен нажатием системной клавиши 11 (см. меню ОБРАБОТКА). Смещение графика массива А за пределы графика зоны экрана производится последовательным нажатием системных клавиш 14 или 15 по меню, включаемому клавишей 8 МАСШТАБ.

### 6.17.3. Гистограмма.

Функция может быть использована в любом режиме.

График функции – гистограмма – представляется в виде набора столбцов, ширина  $S_c$  которых определяется числом классов.

в л д и ч с л д ц	г л д н в н и	н в н м в з а	в л д и ч с л д ц	г л д н в н и	ТНСК.411142.002РЭ					Лист
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	73

$$Sc = (X_{\text{МАКС}} - X_{\text{МИН}})/K \quad (21)$$

X – измеряемый параметр, а высота – числом результатов измерений, попадающих в каждый конкретный класс.

Число классов K может принимать значения: 8, 10, 20, 25, 50, 100 или 200. Для изменения числа классов следует: нажать клавишу 6 МАРК, установить маркер (1 или 2) на массив В, включить меню ЛУПА (клавиша 9). Манипулируя системными клавишами Лупа (+) и Лупа (-) установить нужное число классов гистограммы.

Анализ графика гистограммы (определение числа результатов в классе) производится путем размещения активного маркера в зоне i-го столбца гистограммы. Сумма результатов измерений в каждом классе равна массиву М.

График обработки может быть удален с экрана и вновь восстановлен нажатием системной клавиши 11 (см. меню ОБРАБОТКА). Удаление графика массива А (сдвиг за пределы графической зоны) производится путем нажатия системных клавиш 14 или 15 по меню, включаемому клавишей 8 МАСШТАБ.

#### 6.17.4. Функция распределения.

График функции представляется в виде ступенчатой кривой, содержащей K классов, имеющих одинаковую нижнюю границу. Ширина классов:

$$Sc = (X_{\text{МАКС}} - X_{\text{МИН}})/K$$

$$Sc = 2 \cdot (X_{\text{МАКС}} - X_{\text{МИН}})/K \quad (22)$$

$$Sc = K \cdot (X_{\text{МАКС}} - X_{\text{МИН}})/K$$

Количество классов может принимать значения от 8 до 200. В отличие от гистограммы старший (правый) класс всегда содержит M результатов измерений.

Изменение числа классов и анализ функции осуществляется также, как описано в п.6.17.3.

#### 6.17.5. Среднеквадратическое отклонение (функция Дисперсия).

Оценка функции возможна в любом измерительном режиме. Ее значение вычисляется и индицируется по окончании каждого кадра измерения (символ  $\sigma$ ). Использование функции в режимах ПРФИЛЬ ИМ и ПРФИЛЬ ЧМ не корректно.

При включении функции ДИСПЕРСИЯ формируется график  $\sigma(t)$  (по одному значению на каждый кадр измерения). Значение СКО вычисляется по формуле (функция  $\sigma$ ):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M (X_i - \bar{X})^2}{M}} \quad (23)$$

При необходимости ослабления влияния на значение дрейфа несущей частоты сигнала рекомендуется использовать двухвыборочную дисперсию Аллана (функция  $\sigma_{\text{ALL}}$ ):

в д л и ч с и п л о ц						Лист
	ТНСК.411142.002РЭ					
г л о п н о в н и	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

$$\sigma_{ALL} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M (X_i - \bar{X}_{i-1})^2}{2M}} \quad (24)$$

### 6.18. Дистанционное управление.

Прибор обеспечивает дистанционное управление по каналам USB и RS-232. При этом принципы работы, система команд и форматы формируемых ответов одинаковы для всех используемых каналов.

При работе в режиме ДУ клавиатура автоматически блокируется. Однако, ее можно разрешить с помощью специальных команд, которые должны прийти из канала ДУ, либо клавишей 1 (переход на местное управление).

В системе команд дистанционного управления (ДУ) есть команда, которая блокирует работу всей клавиатуры. При этом органы управления передней панели будут вообще не доступны оператору.

Каждый из каналов дистанционного управления имеет несколько вариантов конфигурации, добраться до которых можно через системное меню нажатием клавиши 21 КОНФ. После конфигурирования канала ДУ конфигурацию следует сохранить в памяти прибора через пункт меню **КОНФ → Конфигурация → Save Config**.

#### **Работа с каналом RS-232**

Отключите питание прибора.

С помощью кабеля из состава ЗИП соедините порт прибора RS-232 (его разъем находится на задней панели) со штатным портом внешнего контроллера (COM-порт компьютера).

Включите питание прибора.

Через пункт меню **КОНФ → Конфигурация → ДУ** установите скорость обмена данными по каналу RS-232, которая может принимать следующие значения:

**9600 38400 115200**

При выборе конкретного значения скорости обмена, на это значение программируется аппаратура канала, и прибор сразу готов к работе на этой скорости.

#### **Работа с каналом USB**

Канал USB может работать в двух режимах.

**USB488**

Порт USB используется для управления прибором от внешнего контроллера.

Порт идентифицирует себя как устройство класса USBTMC (USB488). В этом режиме прибор способен выполнять все команды дистанционного управления, аналогично каналу RS-232.

**USBMSC**

Порт USB используется для доступа к встроенной памяти прибора

в д и ч с п л ц	<p><b>Работа с каналом RS-232</b></p> <p>Отключите питание прибора.</p> <p>С помощью кабеля из состава ЗИП соедините порт прибора RS-232 (его разъем находится на задней панели) со штатным портом внешнего контроллера (COM-порт компьютера).</p> <p>Включите питание прибора.</p> <p>Через пункт меню <b>КОНФ → Конфигурация → ДУ</b> установите скорость обмена данными по каналу RS-232, которая может принимать следующие значения:</p> <p style="text-align: center;"><b>9600 38400 115200</b></p> <p>При выборе конкретного значения скорости обмена, на это значение программируется аппаратура канала, и прибор сразу готов к работе на этой скорости.</p>					Лист	
	<p><b>Работа с каналом USB</b></p> <p>Канал USB может работать в двух режимах.</p> <p style="text-align: center;"><b>USB488</b></p> <p>Порт USB используется для управления прибором от внешнего контроллера.</p> <p>Порт идентифицирует себя как устройство класса USBTMC (USB488). В этом режиме прибор способен выполнять все команды дистанционного управления, аналогично каналу RS-232.</p> <p style="text-align: center;"><b>USBMSC</b></p> <p>Порт USB используется для доступа к встроенной памяти прибора</p>						
г о л о в н о в	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	73

Порт идентифицирует себя как устройство класса USBMSC и при работе с внешней ПЭВМ ведет себя как обычная USB Flash память. Управление прибором при этом отключается, но обеспечивается доступ к флэш-памяти прибора для записи и чтения информации, в частности, для «фотографирования» экрана дисплея.

Включите питание прибора.

Для установки режима дистанционного управления через пункт меню

КОНФ → Конфигурация → ДУ

выберите режим USBTMC. Прибор готов к подключению к внешнему контроллеру.

С помощью кабеля из состава ЗИП соедините порт прибора USB (его разъем находится на задней панели) со штатным портом внешнего контроллера (компьютера). Канал USB допускает подключение новых устройств без отключения питания прибора.

Конкретные протоколы работы каналов ДУ и система команд прибора приведены в документе «Руководство программиста».

## 7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

7.1 При проведении работ по техническому обслуживанию частотомера универсального ЧЗ-89 необходимо соблюдать меры безопасности.

7.2 Виды контроля технического состояния и технического обслуживания прибора, а также периодичность и объём работ, выполняемых в процессе их проведения, определяются настоящим Руководством.

7.3 Основным видом контроля технического состояния частотомера универсального ЧЗ-89 является контрольный осмотр (КО) с целью определения степени готовности к применению или сохранности при хранении.

7.4 Контрольный осмотр проводится лицом, эксплуатирующим прибор, ежедневно при использовании и ежемесячно, если прибор не используется по назначению и находится на хранении.

7.4.1 Контрольный осмотр частотомера универсального ЧЗ-89 включает следующие операции:

- внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений индикатора жидкокристаллического, передней и задней панелей, целостности пломб, надежности крепления органов подключения, целостности изоляционных и лакокрасочных покрытий, состояния контактных поверхностей входных и выходных соединителей;

- проверка чёткости нажатия клавиш передней панели и состояния надписей;

- проверка функционирования.

7.5 Техническое обслуживание включает следующие виды:

- ежедневное техническое обслуживание (ЕТО);

в ла д и чи ш и ОЦ	
г о л д н я н и	
н н и м в а	
в ла д и чи ш и ОЦ	
г о л д н я н и	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ							Лист
												73

- техническое обслуживание №1 (ТО-1);
- техническое обслуживание №2 (ТО-2:);
- техническое обслуживание №1 при хранении (ТО-1х);
- техническое обслуживание №2 при хранении с переконсервацией (ТО-2х ПК).

7.5.1 Ежедневное техническое обслуживание проводится при подготовке частотомера к использованию по назначению, совмещается с КО и включает:

- устранение выявленных при КО недостатков;
- удаление пыли и влаги с внешних поверхностей.

Ежедневное техническое обслуживание (ЕТО) проводится лицом, эксплуатирующим прибор без его вскрытия. Если частотомер универсальный ЧЗ-89 не используется по назначению, то техническое обслуживание проводится не реже одного раза в месяц в объеме ЕТО.

7.5.2 Техническое обслуживание №1 проводится для поддержания частотомера универсального ЧЗ-89 в исправном состоянии и при постановке прибора на кратковременное хранение.

Техническое обслуживание №1 выполняется в объеме ЕТО и дополнительно включает следующие операции:

- протирка контактов разъемов прибора этиловым спиртом по ГОСТ 18300-87;
- проверку состояния и комплектности ЗИП;
- восстановление, при необходимости, лакокрасочных покрытий;
- проверка правильности ведения эксплуатационной документации;
- устранение выявленных недостатков.

Техническое обслуживание №1 проводится лицом, эксплуатирующим частотомер универсальный ЧЗ-89 без его вскрытия.

7.5.3 Техническое обслуживание № 2 проводится с периодичностью поверки ЧЗ-89 и совмещается с ней, а также при постановке на длительное (более двух лет) хранение и включает следующие операции:

- операции ТО-1;
- периодическая поверка;
- консервация частотомера универсального ЧЗ-89 (выполняется при постановке ЧЗ-89 на длительное хранение).

Техническое обслуживание №2 проводится лицом, эксплуатирующим частотомер универсальный ЧЗ-89, за исключением пункта «периодическая поверка», который выполняется аккредитованными метрологическими службами.

7.5.4 Результаты проведения ТО-1, ТО-2 заносятся в формуляр частотомера универсального ЧЗ-89 с указанием даты проведения и подписываются лицом, проводившим техническое обслуживание.

в дл и чи ст от					Лист
г об н в ни					ТНСК.411142.002РЭ
н н м в за					73
в дл и чи ст от					
г гоп н в ни	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата



8.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки частотомера универсального ЧЗ-89, выпускаемого из производства и после ремонта, находящегося в эксплуатации и на хранении.

8.1.2 Порядок организации и проведения поверки должна соответствовать установленному в ПР 50.2.006 или ГОСТ РВ 8.576.

8.1.3 Межповерочный интервал поверки не более 12 мес. При необходимости его изменения по результатам эксплуатации порядок пересмотра должен соответствовать установленному в РМГ 74-2004.

8.1.4 Методики, установленные в настоящем разделе, могут быть применены для проведения калибровки прибора при его использовании в сферах деятельности, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору.

Порядок организации и проведения калибровки должен соответствовать установленному в ПР 50.2.016.

8.1.5. Норма времени на поверку – 14 часов.

8.2 Организация рабочего места. Требования безопасности.

8.2.1 По требованиям безопасности эксплуатации прибор соответствует ГОСТ РВ 20.39.309 и ГОСТ Р 52319. Прибор имеет зажим защитного заземления, доступные токопроводящие части прибора электрически соединены с зажимом защитного заземления.

Перед включением прибора и до присоединения его к другим приборам рекомендуется зажим защитного заземления «L» соединить с заземлением питающей сети, отсоединение зажима защитного заземления «L» допускается только после всех отсоединений и выключения прибора.

При подготовке прибора к проведению измерений необходимо выравнивать потенциалы корпусов приборов, соединив их между собой, при этом зажим защитного соединения каждого прибора должен быть соединен с зануленным зажимом питающей сети.

К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроизмерительными и радиоизмерительными приборами.

**ВНИМАНИЕ! ПРИ НАРУШЕНИИ ИЛИ ОТСУТСТВИИ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ ПРИБОР СТАНОВИТСЯ ОПАСНЫМ. ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕЗАЗЕМЛЕННОГО ПРИБОРА ЗАПРЕЩЕНА**

8.2.2 Расположение прибора на рабочем месте должно обеспечивать безопасное подключение его к сети питания и удобное соединение с источниками исследуемых сигналов, исключающее возникновение механических напряжений в ВЧ и СВЧ кабелях и присоединительных элементах.

Размещение прибора на рабочем месте должно обеспечивать нормальные условия для естественной вентиляции (вентиляционные отверстия в крышках прибора не должны закрываться посторонними предметами).

Рабочее место должно быть обеспечено подводкой сети питания напряжением 220 В частотой 50 Гц с трехполюсной розеткой.

в л и ч и п о ц	г о л о в н и	в л и ч и п о ц	в л и ч и п о ц	г о л о в н и	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
											73

8.2.3 Подключение прибора к сети питания осуществляется шнуром соединительным SCZ-1R из состава ЗИП.

Перед подключением шнура к розетке питания необходимо убедиться в надежности заземления прибора.

8.3 Подготовка к проведению поверки. Условия проведения поверки.

8.3.1 Перед проведением операций поверки необходимо провести следующие подготовительные работы:

- провести внешний осмотр прибора;
- проверить комплектность прибора, в т.ч. ЗИП, и наличие технической документации;
- перед проведением операций поверки включить тумблер сети и прогреть прибор в течение 1 ч;
- включить и прогреть источники исследуемых сигналов.

8.3.2 При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С ..... $20 \pm 5$
- относительная влажность воздуха, % ..... $65 \pm 15$
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.); .....84-106 (630-795)
- напряжение сети, В ..... $220 \pm 4,4$
- частота сети, Гц ..... $50 \pm 0,5$
- содержание гармоник, %.....до 5

8.4 Операции и средства поверки

8.4.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Наименование операции	Номер пункта раздела «Проведение поверки»	Проведение операций при поверке	
		первичной	периодической

ТНСК.411142.002РЭ

Лист

73

в  
лад  
и  
час  
шт  
ОЦ

г  
об  
№  
в  
ни

№  
вни  
м  
вза

в  
лад  
и  
час  
шт  
ОЦ

г  
лоп  
№  
в  
ни

8.5.2	Внешний осмотр		
8.5.3	Опробование		
8.5.3.1	Режим самоконтроля при $t_c=1$ мкс при $t_c=1$ мс при $t_c=1$ с		
8.5.3.2	Проверка работы прибора при использовании внеш-него источника опорного напряжения		
8.5.3.3	Проверка пределов изме-рения частоты, периода и минимального уровня входного сигнала: по входу А по входу В		
8.5.3.4	по входу С		
8.5.3.5	Проверка диапазона измеряемых длительностей импульсов по входу А		
8.5.3.6	Проверка измерения длительности фронта и спада импульса		
8.5.3.7	Проверка пределов измеряемых интервалов времени и минимальной амплитуды импульсов		
8.5.3.8	Проверка пределов измерения частот и уровней входной мощности сигналов по каналу D		

Продолжение таблицы 8.1.

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке (пункт раздела «Технические данные»)	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				эталонные	вспомогат ельные
8.5.3.9	Проверка диапазона измеряемых несущих частот и уровней входной импульсной мощности ИМ сигналов по каналу D	2 ГГц Рвх = 10 мкВт 16 ГГц Рвх = 40 мкВт 26 ГГц Рвх = 40 мкВт 37.5 ГГц Рвх = 50 мкВт	Рвх max= 5 мВт Рвх мин ≤ 30 мкВт		Г4-204 Г4-208
8.5.3.10	Проверка измерения несущей частоты ИМ сигналов при заданных временных параметрах	2 ГГц Рвх = 10 мкВт 16 ГГц Рвх = 40 мкВт 26 ГГц Рвх = 40 мкВт 37.5 ГГц Рвх = 50 мкВт	$\tau_{и} = 0,1; 1; 100;$ 1000 мкс $F_{след, кГц} = 0,1; 1;$ 10; 100		Г4-227 Г4-204 Г4-208

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
л  
д  
ц  
П  
Г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и  
№  
в  
н  
и  
м  
в  
з  
а  
в  
л  
д  
и  
ч  
с  
л  
д  
ц  
П  
Г  
о  
л  
д  
н  
я  
н  
и

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

8.5.3.11	Проверка диапазона измеряемых несущих частот, частоты $F_m$ модуляции и частотной девиации НГ сигнала с ЧМ	2 ГГц $P_{вх} = 10 \text{ мкВт}$ 8 ГГц $P_{вх} = 10 \text{ мкВт}$ 18 ГГц $P_{вх} = 10 \text{ мкВт}$	$F_m, \text{ кГц} = 0,1; 10; 100$		Г3-122 Г4-227 Г4-204
8.5.3.12	Проверка диапазона измеряемых несущих частот НГ сигнала с АМ	2 ГГц $P_{вх} = 10 \text{ мкВт}$ 8 ГГц $P_{вх} = 10 \text{ мкВт}$ 18 ГГц $P_{вх} = 10 \text{ мкВт}$	$F_m, \text{ кГц} = 0,1; 1; 5$		Г3-122 Г4-227 Г4-204
8.5.4	Определение метрологических характеристик: Проверка	10 МГц	10 МГц $\pm 2 \text{ Гц}$	Ч1-1011	Ч3-64/1
8.5.4.1	погрешности по частоте кварцевого генератора				
8.5.4.1	Проверка пределов коррекции частоты кварцевого генератора	10 МГц	$\pm 3 \cdot 10^{-7}$ $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ за 12 мес.	Ч1-1011	Ч3-64/1
8.5.4.2	Проверка аппаратурной разрешающей способности измерения частоты по каналам А и В	100 МГц	$\pm 20 \text{ Гц} (t_c=1 \text{ мс})$ $\pm 0,2 \text{ Гц} (t_c=100 \text{ мс})$	Г4-227	
8.5.4.3	Проверка погрешности запуска каналов А и В	10 ГГц 100 кГц	$\pm 0,02 \text{ Гц}$ $\pm 0,02 \text{ кГц}$ ( $t_c = 1 \text{ мс}$ )	Г3-122	
8.5.4.4	Проверка погрешности измерения частоты по каналу С	100 МГц $U_{вх} = 30 \text{ мВ}$	$\pm 20 \text{ Гц} (t_c = 1 \text{ мс})$ $\pm 0,2 \text{ Гц}$ ( $t_c = 100 \text{ мс}$ )	Г4-227	
8.5.4.5	Проверка погрешности измерения частоты НГ сигналов по входу D	1000 МГц $U_{вх} = 30 \text{ мВ}$ 1 ГГц $P_{вх} = 10 \text{ мкВт}$ 8 ГГц $P_{вх} = 10 \text{ мкВт}$ 18 ГГц $P_{вх} = 10 \text{ мкВт}$ 26 ГГц $P_{вх} = 50 \text{ мкВт}$ 37.5 ГГц $P_{вх} = 50 \text{ мкВт}$	$\pm 200 \text{ Гц} (t_c = 1 \text{ мс})$ $\pm 2 \text{ Гц} (t_c = 100 \text{ мс})$ $t_c = 10 \text{ мкс}; 1 \text{ мс}$	Г4-227 Г7-14/1	
8.5.4.6	Проверка погрешности измерения несущей частоты ИМ сигнала по каналу D	1; 8 ГГц 18 ГГц 26 ГГц 37.5 ГГц ( $P_{вх} = 50 \text{ мкВт}$ )		Г7-14/1	

в лад и чси лц ОЦ	
л обл № в ни	
№ вни м вза	
в лад и чси лц ОЦ	
л лош № в ни	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ТНСК.411142.002РЭ

Лист

73

8.5.4.7	Проверка электрического сопротивления защитного заземления		не более 0,1 Ом	О1Э-6351	
8.5.4.8	Проверка электрического сопротивления изоляции сетевых цепей		в нормальных условиях – 20 МОм; при повышенной температуре окружающего воздуха – 5 МОм; в условиях повышенной относительной влажности – 1 МОм.	М4100/3	
8.5.5	Проверка прибора на соответствие ГОСТ 26.003			ПЭВМ	

Примечание.

1. Вместо указанных в таблице эталонных и вспомогательных средств поверки допускается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Средства поверки должны быть поверены в соответствии с ПР50.2.006 или ГОСТ РВ 8.576.

8.4.5 Организация рабочего места поверки

Для проведения поверки должно быть организовано рабочее место, оснащенное средствами поверки (СП) и вспомогательным оборудованием (ВО) в соответствии с таблицей 8.2.

Таблица 8.2

Наименование СП и ВО	Основные МХ, требуемые для обеспечения поверки (или ссылка на НД)	Обозначение типа рекомендуемого СП и ВО	Номер пункта методики поверки
Средства поверки			
Генератор сигналов низкочастотный	0,1 Гц – 1 МГц; 30 мВ – 1 В Погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7}$	Г3 - 122	8.5.3.3, 8.5.3.11, 8.5.3.12, 8.5.4.3
Генератор сигналов высокочастотный	(0,01 – 6,0) ГГц; (20 – 50) мкВт; погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7}$	Г4 – 227	8.5.3.2, 8.5.3.3, 8.5.3.4, 8.5.3.8, 8.5.3.9, 8.5.3.10, 8.5.3.11, 8.5.3.12, 8.5.4.2, 8.5.4.4, 8.5.4.6, 8.5.4.9
Генератор сигналов высокочастотный	(8 – 18) ГГц; (20 – 100) мкВт;	Г4 – 204	8.5.3.8, 8.5.3.9, 8.5.3.10, 8.5.3.11, 8.5.3.12

ТНСК.411142.002РЭ

Лист

73

в	
л	
и	
ч	
с	
л	
л	
о	
ц	
г	
о	
б	
л	
н	
я	
н	
и	
г	
о	
п	
о	
ц	
г	
о	
б	
л	
н	
я	
н	
и	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

		погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-3}$		
Генератор сигналов высокочастотный		(26 – 38) ГГц; (20 – 100) мкВт; погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-3}$	Г4-208	8.5.3.8, 8.5.3.9, 8.5.3.10
Генератор синтезированных сигналов			Г7-14/1	8.5.4.7, 8.5.4.8
Установка измерительная образцовая			К2-38	8.5.4.10, 8.5.4.11
Источник временных интервалов		$\tau_{сдв} = (0-1) с$ ; погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7}$	И1 – 8	8.5.4.5
Ваттметр поглощаемой мощности		(26 - 40) ГГц; (10 – 100) мкВт. погрешность $\pm 6\%$	М3 – 92	8.5.3.8, 8.5.3.9
Ваттметр поглощаемой мощности		20 МГц – 18 ГГц; (10 – 100) мкВт. погрешность $\pm 6\%$	М3 – 90	8.5.3.8, 8.5.3.9
Генератор импульсов		$\tau_{и} = 50 нс – 100 мс$ $F_{сл} = 100 нс – 1 с$ погрешность $\pm 10\%$	Г5 – 56	8.5.3.5, 8.5.3.7, 8.5.3.10, 8.5.4.8, 8.5.4.9
Генератор импульсов		$\tau_{и} = 5 нс – 100 мкс$ $t_{фр}/t_{сп} = 1 нс - 100 мкс$ погрешность $\pm 10\%$	Г5 – 78	8.5.3.6
Генератор импульсов			Г5-75	
Стандарт частоты и времени		5; 10 МГц погрешность $\pm 2 \cdot 10^{-11}$	Ч1 – 1011	8.5.4.1
Частотомер электронно-счетный		10 МГц погрешность $\pm 2 \cdot 10^{-9}$	ЧЗ – 64/1	8.5.4.1
Осциллограф		1 Гц – 100 МГц; (50 – 500) мВ/дел погрешность $\pm 3\%$	С1 - 97	8.5.3.5, 8.5.3.6, 8.5.3.7, 8.5.4.5
Мегомметр		Диапазон измеряемых сопротивлений при 500 В (от 1 до 20) МОм	М4100/3	8.5.4.13
Прибор для измерения защитного заземления		Измеряемое сопротивление 0,1 Ом	О1Э-6351	8.5.4.12
Персональный компьютер			ПЭВМ	8.5.5

## 8.5 Проведение поверки

8.5.1 Поверка производится в соответствии с перечнем операций, указанным в таблице 8.1.

### 8.5.2 Внешний осмотр

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
о  
ц

г  
о  
л  
о  
в  
н  
я  
н  
и

н  
я  
н  
и  
м  
в  
з

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
о  
ц

г  
о  
л  
о  
в  
н  
я  
н  
и

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ТНСК.411142.002РЭ

Лист

73

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;
- наличие и четкость фиксации клавишных элементов управления;
- чистоту и прочность крепления присоединительных разъемов;
- отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и четкость маркировки;
- комплектность прибора проводят сличением действительной комплектности с данными

таблицы 4.2.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если комплектность прибора соответствует данным таблицы 4.2.

- на правой стороне задней панели, на верхней и нижней крышках должны быть пломбы предприятия-изготовителя;

- провести внешний осмотр прибора, составных частей (без вскрытия, снятия и разборки составных частей). Результаты внешнего осмотра считают удовлетворительными, если качество сборки и внешний вид прибора и составных частей соответствуют чертежам.

- надписи на передней панели должны соответствовать рисунку 5.2.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

### 8.5.3 Опробование

8.5.3.1. Включите прибор. После окончания самодиагностирования в приборе устанавливается режим самоконтроля. Проверьте работу прибора в режиме самоконтроля при значениях времени счета, указанных в таблице 8.3.

Таблица 8.3.

Время счета tc	1 мкс	1 мс	100 мс	1 с	10 с
Показания прибора	10 МГц ± 1 кГц	10 МГц ± 1 Гц	10 МГц ± 0,01 Гц	10 МГц ± 0,001 Гц	10 МГц ± 0,0001 Гц

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если показания прибора не выходят за пределы значений, указанных в таблице 8.3

8.5.3.2 Проверку работоспособности прибора при использовании внешнего источника опорного сигнала проводят следующим образом.

Тумблер ВНУТР/ВНЕШН на задней панели прибора устанавливают в положение ВНЕШН. На разъем 5;10 МГц  с выхода генератора Г4-227 подается сигнал частотой 5 МГц, затем 10 МГц напряжением 0,2 В. Прибор устанавливается в режим самоконтроля. Регистрируются показания прибора при значениях времени счета tc = 1 мкс; 1 мс; 1 с.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если показания прибора соответствуют значениям, приведенным в таблице 8.3.

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
о  
ц  
  
г  
о  
л  
о  
в  
н  
я  
н  
и  
  
н  
е  
н  
н  
и  
м  
в  
з  
а  
  
в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
п  
л  
о  
ц  
  
г  
о  
л  
о  
в  
н  
я  
н  
и

8.5.3.3. Проверка пределов измерения частоты и минимального уровня входного сигнала по входам А и В проводится с помощью генераторов сигналов ГЗ-122, Г4-227.

Сигналы с выхода генераторов подаются на вход А, затем на вход В прибора (см. рисунок 8.1).

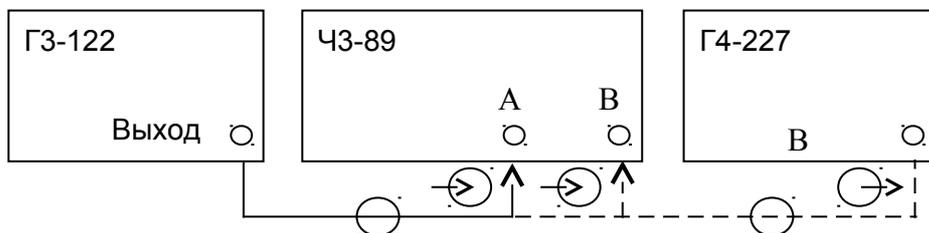


Рисунок 8.1 – Схема подключения приборов при проверке пределов измерения частоты (периода) по входам А и В.

Измерение проводят при времени счета 1 мс на частотах 0,001 Гц; 1 кГц; 10 и 100 МГц. Устанавливают минимальные уровни сигнала, при которых имеют место устойчивые показания прибора, соответствующие установленному значению частоты генераторов. Коэффициент усреднения N устанавливают равным 1 и при M=1.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания прибора соответствуют установленным значениям частоты с учетом погрешности их установки и нестабильности при уровнях сигнала не более 30 мВ на частотах 10; 100 МГц и не более 0,1 В на частотах 0,001 Гц и 1 кГц.

8.5.3.4. Проверку пределов измеряемых частот и минимальных уровней сигнала по входу С проводят с помощью генератора сигналов Г4-227.

Измерения проводят при времени счета 1 мс на частотах 100, 500, 800 и 1000 МГц (Г4-227) при минимальных уровнях сигнала, при которых имеют место устойчивые показания прибора, соответствующие установленным значениям частоты генераторов при N=1.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания прибора соответствуют установленным значениям частоты входного сигнала с учетом погрешности их установки и измерения при уровнях сигнала не более 30 мВ.

8.5.3.5. Проверка пределов измеряемых длительностей импульсов проводится с помощью генератора импульсов Г5-56 при положительной и отрицательной полярности импульсов с амплитудой 0,1 В и временными параметрами, приведенными в таблице 8.4.

Таблица 8.4.

Длительность импульса	10 нс	500 нс	1 мкс	10 мкс	1 мс	100 мс
Период						

в  
л  
и  
ч  
ш  
о  
ц

г  
о  
л  
н  
я  
н

н  
н  
м  
в  
з

в  
л  
и  
ч  
ш  
о  
ц

г  
о  
л  
н  
я  
н

следования	100 нс	1 мкс	10 мкс	100 мкс	10 мс	500 мс
Полярность	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -
Готовность	A   / A	авто	авто	авто	авто	авто

Контроль длительности и амплитуды импульсов производится с помощью осциллографа С1-97.

Установка уровней запуска осуществляется в автоматическом режиме при периодах следования 100 нс; при периоде следования 500 мс уровень запуска устанавливается вручную равным 0,05 В. Измерения проводятся при коэффициенте  $N = 1$ .

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если:

- показания прибора соответствуют установленным значениям длительности импульса с учетом погрешности установки и измерения;
- автоматически установленный уровень запуска равен  $U_1 = (0,05 \pm 0,05) В$ .

8.5.3.6. Проверку пределов измерения длительности фронта и спада импульса по входу А проводят с помощью генератора Г5-78.

Измерения проводятся при параметрах импульсов, приведенных в таблице 8.5 при амплитуде импульсов 1 В.

Таблица 8.5.

Длительность импульса	10 мкс	3 мкс	300 мкс	10 мкс	3 мкс	300 мкс
Частота следования	100 кГц	10 кГц	1 кГц	100 кГц	10 кГц	1 кГц
Длительность фронт/спад	5нс/5нс	0,5мкс/0,5мкс	100мкс/100 мкс	5нс/5нс	0,5мкс/0,5мкс	50мкс/50мкс
Измеряемый перепад	фронт	фронт	фронт	спад	спад	спад
Полярность импульса	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Готовность	A   A	авто	авто	авто	авто	авто

Контроль длительности фронта/спада и амплитуды импульсов производится с помощью осциллографа С1-97.

Измерения производятся в режиме автоматической установки уровней запуска при коэффициенте усреднения  $N=100$ .

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если:

- показания прибора соответствуют установленным значениям фронта/спада импульса с учетом погрешности их установки и погрешности измерения;
- автоматически установленный уровень запуска составляет 0,1/0,9 и 0,9/0,1 амплитуды импульса при измерении фронта/спада соответственно с погрешностью  $\pm 0,05 В$ .

8.5.3.7. Проверку диапазона измеряемых интервалов времени проводят с помощью генератора импульсов Г5-56, подключаемого по схеме рисунка 8.2.

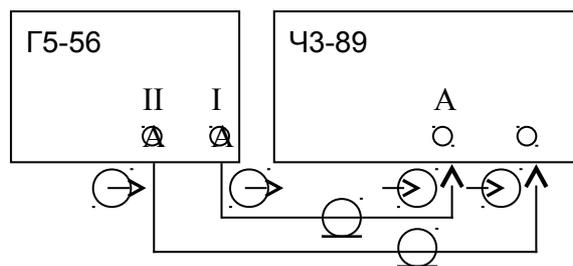


Рисунок 8.2 – Схема подключения приборов при проверке измерения интервалов времени.

Измерения проводят при задержках  $t_{зад}$  второго импульса относительно первого, указанных в таблице 8.6 при амплитудах 1 В.

Таблица 8.6.

Г5-56	Тсл	1мкс	10мкс	100мкс	1мс	1с	1мкс	10мкс	100 мкс	1мс	1с
	Тзад	+50нс	+500нс	+10мкс	+100 мкс	+100мс	-50нс	- 500нс	- 10 мкс	-100 мкс	-100 мс
ЧЗ-89	готовн	авто	авто	авто	авто	авто	A   +	A   +	A   +	A   +	A   +
Допус. Погр.		±10 нс	±54 нс	±1 мкс	±10 мкс	±10 мс	±10 нс	±54 нс	±1 мкс	±10 мкс	±10 мс

Контроль длительности и амплитуды импульсов осуществляется с помощью осциллографа С1-97.

Уровни запуска каналов А и В устанавливаются равными 0,5 В, коэффициент  $N=100$  при  $T_{зад} \leq 500$  нс,  $N=10$  при  $T_{зад} \geq 10$  мкс,  $N=1$  при  $T_{зад} = 1$  с.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если показания прибора соответствуют установленным значениям задержки с учетом погрешности ее установки.

8.5.3.8 Проверку диапазона измеряемых частот и минимального уровня входной мощности непрерывных колебаний по входу D проводят в режиме автоматического измерения. В качестве источников НГ сигналов используются генераторы сигналов высокочастотные Г4-227, Г4-204, Г4-208.

Проверку проводят на частотах 1 ГГц (Г4-227); 8 и 16 ГГц (Г4-204); 26 и 37,5 ГГц (Г4-208). Подключение входа прибора к выходу генераторов осуществляется в соответствии с указаниями п.6.10.1 по схемам, приведенным на рисунках 8.3а, 8.3б.

Уровень мощности сигнала на входе D прибора устанавливается равным 10 мкВт при частотах 1 и 8 ГГц; 40 мкВт при частоте 18 и 26 ГГц; 50 мкВт при частоте 37,5 ГГц.

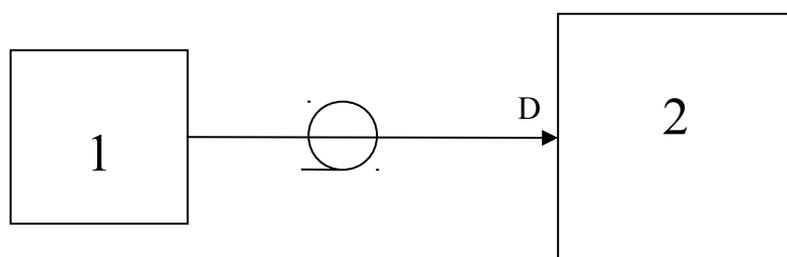
Проверку измерения частоты при максимальном уровне входной мощности 5 мВт проводят на частотах 1 и 18 ГГц.

в  
дл  
и  
чс  
дл  
ш  
ц  
И  
г  
дл  
н  
в  
нц  
н  
нн  
м  
вза  
в  
дл  
и  
чс  
дл  
ш  
ц  
И  
г  
дл  
н  
в  
нц  
н

Контроль уровня входной мощности проводится с помощью ваттметров поглощаемой мощности МЗ-90 (1; 8 и 16 ГГц) и МЗ-92 (26 и 37,5 ГГц).

Измерения проводятся в режиме НГ при параметрах: массив измерений  $M = 250$ , коэффициент усреднения  $N = 100$ , время счета  $t_c = 1$  мс, значение промежуточной частоты устанавливается равным 70 МГц.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения частот входных сигналов при минимальном и максимальном уровнях входной мощности соответствуют установленным значениям с учетом погрешности их установки и погрешности измерения.



1 – генератор Г4-227; Г4-208; 2 – испытываемый частотомер ЧЗ-89;

Рисунок 8.3 Схемы подключения приборов при проверке измерения частоты по входу D.

8.5.3.9 Проверку диапазона измеряемых несущих частот и минимального уровня входной импульсной мощности импульсно-модулированных (ИМ) сигналов по входу D проводят в режиме автоматического измерения. В качестве источников ИМ сигналов используются генераторы сигналов высокочастотные Г4-227, Г4-204, Г4-208 в режиме внутренней амплитудно-импульсной модуляции при длительности импульса 4 мкс и частоте следования импульсов 20 кГц при входной импульсной мощности 30 мкВт.

Проверку проводят на частотах 2 ГГц (Г4-227); 16 ГГц (Г4-204); 26 ГГц и 37,5 ГГц (Г4-208).

Подключение входа D прибора к выходу генераторов в зависимости от измеряемой частоты осуществляется в соответствии с указаниями п.6.10.1.

Проверку автоматического измерения несущей частоты ИМ сигнала при максимальном уровне импульсной мощности 5 мВт проводят на частотах 2; 26 и 37,5 ГГц.

Контроль входной импульсной мощности ИМ сигналов производится с помощью ваттметров поглощаемой мощности МЗ-90 и МЗ-92.

Измерения проводятся в режиме ИМ при параметрах: массив измерений  $M = 125$ , коэффициент усреднения  $N = 100$  при значении частоты ПЧ=70 МГц и времени счета  $t_c = \tau_n/3$  (устанавливается автоматически).

в л д и ч с и п л п ц	г о п н я	в л д и ч с и п л п ц	в л д и ч с и п л п ц	г о п н я	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если:

- измеренные значения несущей частоты ИМ сигналов при минимальном и максимальном уровнях входной импульсной мощности соответствуют установленным значениям с учетом погрешности их установки и погрешности измерения;
- минимальный уровень входной импульсной мощности сигнала не превышает 30 мкВт, максимальный уровень мощности не менее 5 мВт;
- прибор индицирует значения длительности и периода следования радиоимпульсов, соответствующие установленным.

8.5.3.10 Проверку измерения среднего значения несущей частоты ИМ сигналов при заданных временных параметрах проводят путем автоматического измерения в режиме ИМ на частотах 2; 16; 26 и 37,5 ГГц при длительностях и частотах следования радиоимпульсов, указанных в таблице 8.7.

Таблица 8.7.

Фнес, ГГц	$\tau_{и}$ , мкс	Фслед, кГц	Рвх, мкВт	Коэффициент усреднения N
2 (Г4-227)	1000	0,1	10	1
16 (Г4-204)	100	1	40	1
26 (Г4-208)	1	10	40	100
37,5 (Г4-208)	0,1	100	50	1000

В качестве источников ИМ сигналов используются генераторы Г4-227, Г4-204, Г4-208 в режиме внешней амплитудно-импульсной модуляции с использованием модулятора ТНСК.758718.002. В качестве источника модулирующего импульса используется генератор импульсов Г5-56.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если:

- измеренные значения несущей частоты ИМ сигналов при установленных значениях длительности и частоты следования радиоимпульсов соответствуют установленным значениям с учетом погрешности из установки и погрешности измерения;
- индицируемые значения длительности и частоты (периода) следования радиоимпульсов соответствуют установленным значениям параметров модулирующих видеоимпульсов с учетом погрешности их установки и допустимого отличия их от соответствующих параметров выходных радиоимпульсных сигналов генераторов сигналов.

8.5.3.11 Проверку диапазона измеряемых несущих частот, частоты Fм модуляции и частотной девиации  $\Delta f_g$  непрерывного сигнала с синусоидальной частотной модуляцией по входу D проводят путем автоматического измерения частоты в режиме ЧМ. В качестве источников ЧМ сигналов используются генераторы сигналов высокочастотные Г4-227, Г4-204 в режиме частотной девиации от внешнего источника модулирующего сигнала. В качестве источника модулирующего сигнала

в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П	О	Ц
ч					
сл	Л	Л	П	О	Ц
о					
в	Л	Л	П	О	Ц
л					
и	Л	Л	П		

используется генератор сигналов низкочастотный ГЗ-122. Подключение входа D прибора к генераторам ЧМ сигнала производится в соответствии с указаниями п.6.10.1.

Измерения проводят при значениях несущих частот 2; 8; 18 ГГц, при параметрах ЧМ и параметрах режима, указанных в таблице 8.8

Таблица 8.8.

f <sub>нес</sub> , ГГц	P <sub>вх</sub> , мкВт	F <sub>м</sub> , кГц	Δf <sub>г</sub> , МГц	Допустимая погрешность
2 (Г4-202)	10	0,1	0,1	± 10 МГц
8 (Г4-204)	10	10	1	± 40 МГц
18 (Г4-204)	40	100	5	± 90 МГц

Измерения проводят в режиме ЧМ при параметрах: массив измерений M = 250, коэффициент усреднения N = 1, время счета t<sub>с</sub> = 1 мс.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если:

- измеренные значения несущих частот ЧМ сигналов при установленных параметрах модуляции соответствуют установленным значениям с учетом погрешности их установки и погрешности измерения;

- индицируемое значение частоты модуляции F<sub>м</sub> соответствует частоте внешнего модулирующего сигнала;

- индицируемое значение девиации частоты Δf<sub>г</sub> соответствует установленному значению с учетом погрешности ее установки.

8.5.3.12 Проверку диапазона измеряемых несущих частот непрерывного сигнала с синусоидальной амплитудной модуляцией по входу D проводят путем автоматического измерения частоты в режиме АМ. В качестве источников АМ сигналов используются генераторы сигналов высокочастотные Г4-227, Г4-204 в режиме синусоидальной амплитудной модуляции от внешнего источника модулирующего сигнала. В качестве источника модулирующего сигнала используется генератор сигналов низкочастотный ГЗ-122. Подключение входа D прибора к выходу генераторов высокочастотных осуществляется с помощью В.Ч. соединителей, указанных в п.6.10.1.

Измерения проводят при значениях несущих частот, частотах F<sub>м</sub> модуляции, коэффициентах модуляции m и параметрах режима, указанных в таблице 8.9.

Таблица 8.9.

f <sub>нес</sub> , ГГц	P <sub>вх</sub> , мкВт	F <sub>м</sub> , кГц	m, %	N	Допустимая погрешность
2 (Г4-202)	10	0.1	50	1	± 10 МГц
8 (Г4-204)	10	1	50	10	± 40 МГц
18 (Г4-204)	40	5	50	10	± 90 МГц

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если:

в  
д  
и  
с  
п  
о  
ц  
  
г  
о  
ш  
н  
я  
н  
и  
  
в  
д  
и  
с  
п  
о  
ц  
  
г  
о  
ш  
н  
я  
н  
и

- измеренные значения несущих частот АМ сигналов при установленных параметрах модуляции соответствуют установленным значениям с учетом погрешности их установки и погрешности измерения;

- индицируемые значения частоты модуляции  $F_m$  соответствуют установленным значениям частоты внешнего модулирующего сигнала.

#### 8.5.4. Определение метрологических характеристик.

8.5.4.1. Проверку погрешности по частоте и пределов коррекции частоты внутреннего кварцевого генератора прибора проводят с помощью приборов, подключаемых по схеме, приведенной на рисунке 8.4

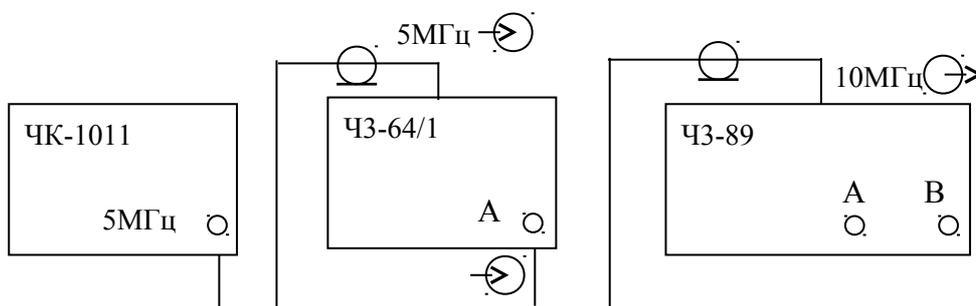


Рисунок 8.4 – Схема подключения приборов при проверке параметров внутреннего кварцевого генератора.

В частотомере ЧЗ-64/1 устанавливается режим измерения частоты, время счета устанавливается равным  $10^6$  мкс.

Через 1 ч после включения проверяемого прибора регистрируются и заносятся в формуляр показания частотомера ЧЗ-64/1.

Результаты считаются удовлетворительными, если показания частотомера ЧЗ-64/1 не выходят за пределы  $10 \text{ МГц} \pm 2 \text{ Гц}$ .

Проверку пределов коррекции частоты кварцевого генератора проверяемого прибора проводят путем измерения частоты выходного опорного сигнала при крайних положениях потенциометра КОРР (на задней панели).

Пределы коррекции определяются по формуле:

$$\delta_{\text{корр1,2}} = (f_{\text{кр1,2}} - f_{\text{ном}}) / f_{\text{ном}}, \quad (26)$$

где  $f_{\text{кр1,2}}$  – показания частотомера ЧЗ-64/1 при крайних положениях потенциометра КОРР;

$f_{\text{ном}}$  – номинальное значение частоты кварцевого генератора, равное  $10^7$  Гц.

в ла д и ч с и п л о ц	г о л д н я н и	н е н н и м в з а	в ла д и ч с и п л о ц	г о л д н я н и	ТНСК.411142.002РЭ				Лист
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

$\delta_{\text{корр1,2}}$  – относительное изменение частоты кварцевого генератора (пределы коррекции).

Результаты считаются удовлетворительными если, значение  $\delta_{\text{корр1,2}}$  не менее  $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ .

После определения пределов коррекции потенциометр КОРР устанавливают в положение, соответствующее номинальному значению частоты кварцевого генератора 10 МГц с погрешностью не более  $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ .

Установленное значение частоты кварцевого генератора заносится в формуляр прибора.

8.5.4.2. Проверку аппаратурной разрешающей способности измерения частоты по входам А и В (составляющей погрешности, обусловленной несовпадением фаз исследуемого сигнала и опорного сигнала прибора) проводят путем измерения по входам А и В частоты 100 МГц сигнала с выхода генератора Г4-227. В качестве внешнего источника опорного сигнала поверяемого частотомера используется сигнал кварцевого генератора прибора Г4-227.

Схема подключения приборов приведена на рисунке 8.5.

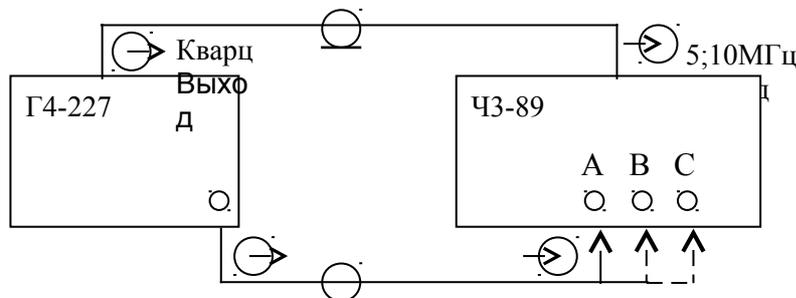


Рисунок 8.5 – Схема подключения приборов при проверке погрешности измерения частоты по входам А, С, D.

Уровень входного сигнала канала А устанавливается равным 30 мВ. Входные переключатели канала устанавливаются в положения:

- коммутатор связи в положение ~ ;
- аттенюатор в положение x1;
- входное сопротивление 50  $\Omega$ .

Измерения частоты производятся при значениях времени счета, равных 1 и 100 мс.

Результат проверки считается удовлетворительным, если показания прибора не выходят за пределы значений, указанных в таблице 8.10.

Таблица 8.10

Канал	Измеряемая частота, МГц	Время счета, мс	Показания прибора, МГц
А; В	100	1	$100 \pm 0,00001$
		100	$100 \pm 0,0000001$
С	100	1	$100 \pm 0,00002$

		100	$100 \pm 0,0000002$
	1000	1	$1000 \pm 0,0002$
		100	$1000 \pm 0,000002$

8.5.4.3 Проверку погрешности запуска каналов А и В проводят путем измерения частоты сигнала генератора ГЗ-122.

В качестве внешнего источника опорного сигнала поверяемого прибора используется сигнал частотой 5 МГц кварцевого генератора прибора ГЗ-122.

Измерения проводят на частотах 10 Гц и 100 кГц при напряжении сигнала 0,03 В, время счета частотомера устанавливают равным 1 мс, коэффициент усреднения N=1.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания прибора не выходят за пределы значений, указанных в таблице 8.11.

Таблица 8.11.

Измеряемая частота	Показания прибора
10 Гц	$10 \pm 0,1$ Гц
100 кГц	$100 \pm 0,01$ кГц

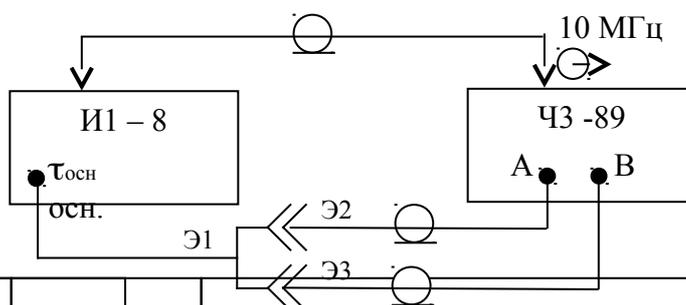
8.5.4.4 Проверку погрешности измерения частоты по входу С проводят путем измерения частоты 100 и 1000 МГц сигнала с выхода генератора Г4-227, подключаемого по схеме, приведенной на рисунке 8.5. Уровень входных сигналов устанавливаются равными 30 мВ. Измерения проводят при значениях времени счета  $t_c=1$  мс, 100 мс и коэффициенте усреднения N=1.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания прибора не выходят за пределы значений, указанных в таблице 8.12.

Таблица 8.12

Измеряемая частота	Показания прибора, МГц	
	$t_c=1$ мс	100 мс
100 МГц	$100 \text{ МГц} \pm 20 \text{ Гц}$	$100 \text{ МГц} \pm 0,2 \text{ Гц}$
1000 МГц	$1000 \text{ МГц} \pm 200 \text{ Гц}$	$1000 \text{ МГц} \pm 2 \text{ Гц}$

8.5.4.5 Проверка систематической погрешности  $\Delta t_c$  измерения интервалов времени проводится по схеме, приведенной на рисунке 8.6а.



ТНСК.411142.002РЭ

в	в	в	в	в	в
л	л	л	л	л	л
д	д	д	д	д	д
и	и	и	и	и	и
с	с	с	с	с	с
л	л	л	л	л	л
д	д	д	д	д	д
и	и	и	и	и	и
с	с	с	с	с	с
л	л	л	л	л	л
д	д	д	д	д	д
и	и	и	и	и	и
с	с	с	с	с	с
л	л	л	л	л	л
д	д	д	д	д	д
и	и	и	и	и	и
с	с	с	с	с	с

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист
					73



коммутатор связи  $\sim/$  - - - в положение - - -;

аттенюатор  $x1/x10$  в положение  $x1$ ;

входное сопротивление  $50 \Omega$ .

С выходов ИВС И1-8 на входы А и В частотомера ЧЗ-89 подают импульсы положительной полярности амплитудой 1 В, периодом следования 0,1 с; задержку между опорным и задержанным импульсами устанавливают 9,9 мкс. Изменяя задержку с шагом 0,1 нс, фиксируют показания в разряде сотен пикосекунд частотомера ЧЗ-89.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если показания прибора также изменятся на 0,1 нс и значения  $\sigma_{изм}$  не превышают 100 ps.

8.5.4.6 Проверку погрешности преобразования частоты по каналу D проводят по составляющим выражения (8).

Систематическую составляющую погрешности по частоте сигнала гетеродина, обусловленную погрешностью  $\delta_0$  по частоте опорного сигнала синтезируемого гетеродина, определяют путем измерения частоты сигнала гетеродина на разъеме ГЕТ  $\ominus \rightarrow$ , расположенном на задней панели прибора, по каналу С прибора.

Измерения проводят при значениях сигнала гетеродина 340; 400; и 460 МГц при времени счета 1 мс и коэффициенте усреднения  $N=1$ . Установка частоты гетеродина производится в ручном режиме управления (ГЕТ РУЧН) с помощью клавиш ДАННЫЕ.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если показания прибора не выходят за пределы значений, приведенных в таблице 8.13

Таблица 8.13

Частота гетеродина, МГц	340,0	400,0	460,0
Показания прибора, МГц	339.999966 – – 340,000034	399.999960 – – 400,000040	459.999954 – – 400,000046

Уровень паразитной частотной девиации сигнала гетеродина проверяют при испытаниях встроенного синтезатора частоты на соответствие техническим условиям ТНСК.411652.001ТУ.

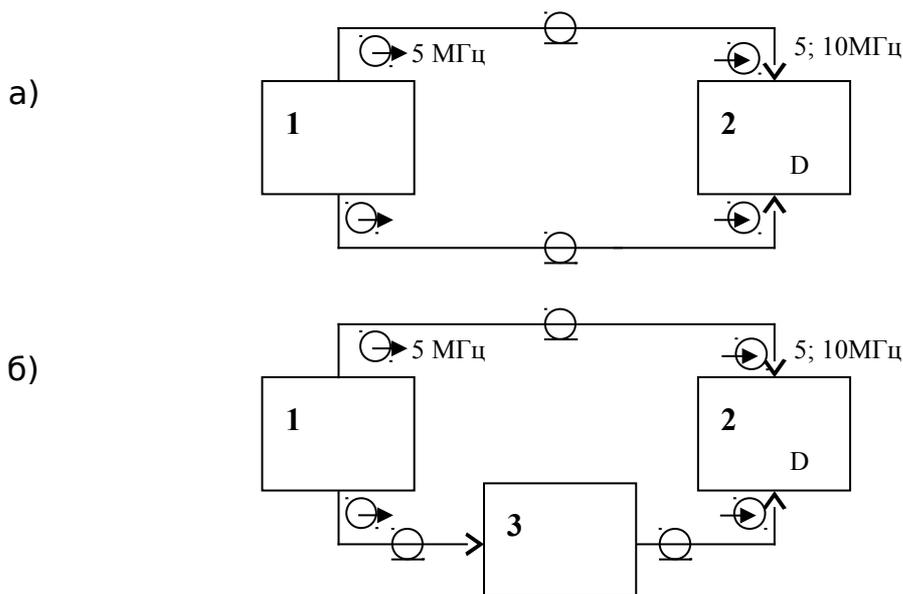
8.5.4.7 Проверку погрешности измерения среднего значения частоты непрерывных колебаний по входу D проводят путем измерения частоты выходного сигнала синтезированного генератора Г7-14/1, синхронизированного по частоте опорного сигнала с испытуемым частотомером ЧЗ-89.

Схема подключения приборов при частотах 1; 8; 18 ГГц приведена на рисунке 8.7а, при частотах 26 и 36 ГГц на рисунке 8.7б.

Проверку проводят в режиме НГ в «литерном» режиме настройки на частотах 1; 8; 18 ГГц при входной мощности 10 мкВт и 26; 36 ГГц при частотах сигнала синтезатора Г7-14/1, равным 13 и 18 ГГц соответственно при мощности сигнала на входе D частотомера 50 мкВт.

в л д и ч с л п л о ц	г о л д н о в н и	№ н и м в з в	в л д и ч с л п л о ц	г о л д н о в н и	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
											73

Измерения частоты проводят при значениях времени счета  $t_c$ , равных 10 мкс и 1 мс и коэффициентах усреднения  $N$ , равных 1 и 100 при значениях промежуточных частот 20 и 70 МГц при массиве  $M=250$ .



1 – генератор Г7-14/1; 2 – испытуемый частотомер ЧЗ-89; 3 – удвоитель частоты

Рисунок 8.7 Схемы подключения приборов и устройств при проверке погрешности измерения частоты по входу D.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднеквадратической погрешности  $\sigma_{\text{изм}}$  не превышают 1,15 кГц при времени счета  $t_c = 10$  мкс и 112 Гц при времени счета  $t_c = 1$  мс.

Таблица 8.14.

$f_x$ , ГГц	$t_c$	$f_{пч}$ , МГц	$N$	Допустимая погрешность
1	10мкс	70	100	250 Гц
	1 мс	20	1	70 Гц
8	10мкс	70	100	500 Гц
	1 мс	20	1	200 Гц
18	10мкс	70	100	800 Гц
	1 мс	20	1	600 Гц
26	10мкс	70	100	
	1 мс	20	1	
36	10мкс	70	100	
	1 мс	20	1	

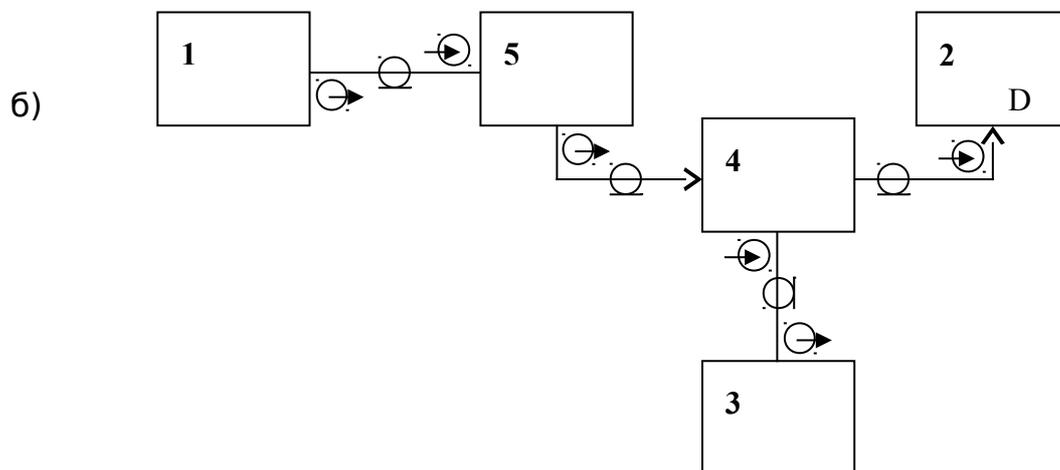
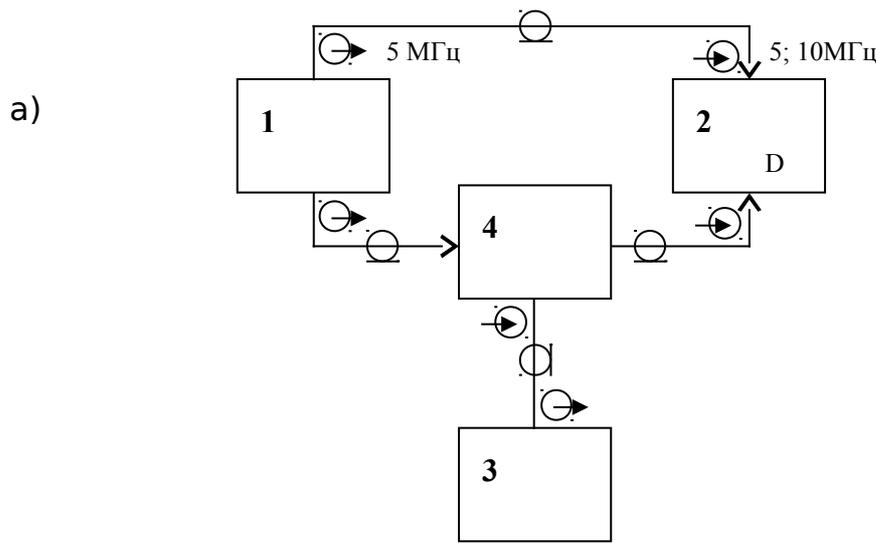
8.5.4.8 Проверку погрешности измерения среднего значения несущей частоты импульсно-модулированных сигналов (ИМ) по входу D проводят с помощью приборов и устройств, подключаемых по схемам, приведенным на рисунках 8.8а и 8.8б.

Измерения проводят в режиме ИМ в «литерном» режиме настройки при значениях несущих частот 1; 8; 18 ГГц (рисунок 8.8а) и 26; 36 ГГц (рисунок 8.8б) при частотах сигнала синтезатора

13 и 18 ГГц соответственно и временных параметрах радиоимпульсной последовательности и коэффициентах усреднения, указанных в таблице 8.15.

Таблица 8.15

$\tau_{и}$ , мкс	Fсл, кГц	fпч, МГц	N	Допустимая погрешность		
				1 ГГц	8 ГГц	18 ГГц
0,1	100	70	$10^3$	$\pm 300$ кГц	$\pm 500$ кГц	$\pm 800$ кГц
1	10	70	$10^2$	$\pm 30$ кГц	$\pm 50$ кГц	$\pm 80$ кГц
10	1	20	$10^2$	$\pm 3$ кГц	$\pm 5$ кГц	$\pm 8$ кГц
100	1	20	1	$\pm 300$ Гц	$\pm 1$ кГц	$\pm 1,4$ кГц
1000	0,1	20	1	$\pm 50$ Гц	$\pm 150$ Гц	$\pm 200$ Гц



а	Дата	Исх. №	Исполн.	Изм.
б	Дата	Исх. №	Исполн.	Изм.
в	Дата	Исх. №	Исполн.	Изм.
г	Дата	Исх. №	Исполн.	Изм.

1 – генератор Г7-14/1; 2 – испытуемый частотомер ЧЗ-89; 3 – генератор импульсов Г5-56;  
 4 – амплитудно-импульсный модулятор ТНСК.758718.002; 5 – удвоитель частоты

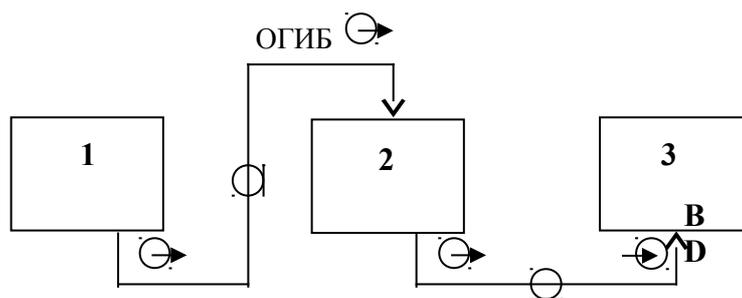
Рисунок 8.8 – Схемы подключения приборов и устройств при проверке погрешности измерения несущей частоты ИМ сигналов.

Импульсная мощность входного ИМ сигнала устанавливается равной 50 мкВт.

При каждой комбинации параметров ИМ сигналов и параметров режима регистрируется индицируемое значение  $\sigma$  – среднеквадратическое значение погрешности измерения.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднеквадратической погрешности  $\sigma_{изм}$  не превышают предельных расчетных значений  $\sigma_{доп}$  при соответствующих значениях длительности радиоимпульса  $\tau_{и}$  и коэффициенте усреднения  $N$ .

8.5.4.9 Проверка погрешности измерения промежуточной несущей частоты сигналов, формируемых по входу D несущей частоты СВЧ сигналов с импульсной (ИМ) и амплитудной (АМ) модуляцией проводится путем измерения частоты непрерывного сигнала с выхода генератора Г4-227 при внешнем времени счета, формируемом по сигналам огибающей по принятым алгоритмам. В качестве источника сигналов, эквивалентных огибающим: видеоимпульс (ИМ) и меандр (АМ) с уровнями 0/1 В – используется генератор импульсов Г5-56. Схема подключения приборов приведена на рисунке 8.9.



1 – генератор импульсов Г5-56; 2 – генератор сигналов высокочастотный Г4-227;  
 3 – испытуемый частотомер ЧЗ-89

Рисунок 8.9 – Схема подключения приборов при измерении несущей частоты ИМ, АМ сигналов в диапазоне частот 10 – 100 МГц.

Проверка проводится на частотах 20 и 70 МГц при параметрах модуляции и режимах измерения, указанных в таблицах 8.16а (ИМ) и 8.16б (АМ).

Таблица 8.16а

$\tau_n$ , мкс	Fсл, кГц	f, МГц	N	Погрешность измерения
0,1	100	70	$10^3$	$\pm 20$ кГц
0,3	100	70	$10^2$	$\pm 7$ кГц
1	10	70	$10^2$	$\pm 2$ кГц
10	1	20	1	$\pm 600$ Гц
100	0,1	20	1	$\pm 60$ Гц

Таблица 8.16б

Fм, кГц	M%	f, МГц	N	Погрешность измерения
0,1	100	20	1	$\pm 0,13$ Гц
10	100	20	10	$\pm 6$ Гц
100	100	20	100	$\pm 13$ Гц

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значения погрешности измерения несущей частоты ИМ и АМ сигналов не превышают значений, приведенных в таблицах 8.16а и 8.16б соответственно.

8.5.4.10 Проверку погрешности измерения промежуточной частоты ЧМ сигнала проводят с помощью установки измерительной образцовой К2-38, подключенной по схеме, приведенной на рисунке 7.9.

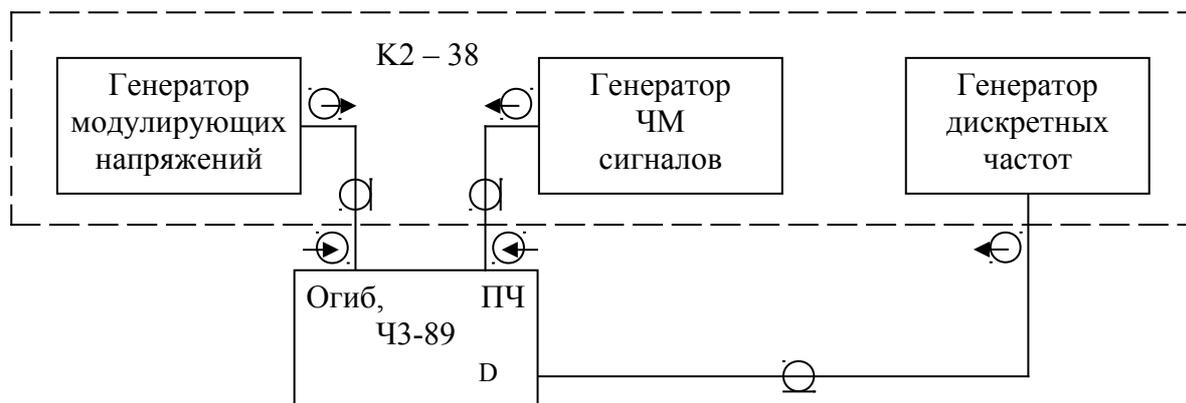


Рисунок 8.10 – Схема подключения блоков установки К2-38 к частотомеру ЧК3-89 в режиме проверки погрешностей измерения несущей частоты и девиации частоты ЧМ сигналов.

Модулирующий сигнал и ЧМ сигнал подключаются к разъемам, расположенным на задней панели частотомера.

Частотомер устанавливается в режим измерения ЧМ по входу D с индикацией ПЧ.

Измерения проводятся при параметрах ЧМ сигнала, указанных в таблице 8.17 при значениях времени счета  $t_c=1$ с.

Таблица 8.17

Несущая частота	Fм	$\Delta f_g$	Погрешность измерения
1 ГГц	1 кГц	26 кГц	$\pm 0,05$ Гц
2 ГГц	1 кГц	100 кГц	$\pm 0,08$ Гц

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
л  
д  
ц

л  
г  
о  
п  
н  
я  
н  
и

№  
н  
н  
м  
в  
з  
а

в  
л  
д  
и  
ч  
с  
и  
л  
д  
ц

л  
г  
о  
п  
н  
я  
н  
и

2 ГГц	10 кГц	1 МГц	±0,12 Гц
6 ГГц	100 кГц	4 МГц	±0,4 Гц

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если показания F прибора не отличаются от 10 МГц более, чем на величину, указанную в таблице 8.17.

8.5.4.11 Проверку погрешности измерения девиации частоты  $\Delta f_g$  и частоты модуляции  $F_m$  проводят с помощью установки К2-38, подключаемой по схеме, приведенной на рисунке 8.10. Частотомер устанавливается в режим измерения ПРОФИЛЬ ЧМ по каналу D с индикацией промежуточной частоты.

Измерения проводятся при параметрах ЧМ сигнала и параметрах режима ПРОФИЛЬ, указанных в таблице 8.18.

Таблица 8.18.

fнес ПЧ	Fm	$\Delta f_g$	tc, мкс	tш, мкс	N
10 МГц	100 Гц	1 кГц	400	400	1
10 МГц	1 кГц	10 кГц	40	40	1
10 МГц	10 кГц	100 кГц	4	4	100
		1 МГц	4	4	100
		5 МГц	4	4	100
50 МГц	50 кГц	100 кГц	1	1	100
		1 МГц	1	1	100
		5 МГц	1	1	100
50 МГц	100 кГц	100 кГц	1	1	100
		1 МГц	1	1	100
		5 МГц	1	1	100

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если погрешность измерения пикового значения девиации частоты не превышает значений, приведенных в таблице 8.18.

#### 8.5.4.12 Проверка электрического сопротивления защитного заземления прибора

Проверку электрического сопротивления защитного заземления прибора проводить, пропуская в течение 1 мин ток 2 А между контактом защитного заземления прибора и любой доступной токопроводящей частью корпуса прибора. Измерить падение напряжения на проверяемой цепи и вычислить сопротивление защитного заземления. Результаты проверки считают удовлетворительными, если вычисленное значение электрического сопротивления защитного заземления не превышает значения, указанного в п.4.4.28.

#### 8.5.4.13 Проверка электрического сопротивления изоляции сетевых цепей относительно корпуса прибора

Проверку электрического сопротивления изоляции сетевых цепей относительно корпуса прибора проводить с помощью мегомметра с выходным напряжением 500 В, подключенного к

в лаб и час лаб ОЦ	г лаб № в ни	№ ини м вза	в лаб и час лаб ОЦ	г лаб № в ни	ТНСК.411142.002РЭ					Лист
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	73

заземляющему контакту и к соединенным между собой контактам питания сетевой вилки. Клавишу «0/1» на задней панели прибора установить во включенное состояние.

Отсчёт показаний мегомметра проводить через 1 мин после подачи измерительного напряжения или через меньшее время, если показания остаются неизменными. В условиях повышенной влажности допускается проводить отсчет показаний не более чем через 5 мин, если показания изменяются в течение 1 мин и более.

Проверку электрического сопротивления изоляции в условиях, отличающихся от нормальных, совместить с соответствующими видами климатических испытаний. Результаты испытаний считают удовлетворительными, если измеренное электрического сопротивления изоляции не менее значений, указанных в п.4.4.29.

#### 8.5.5 Проверка прибора на соответствие ГОСТ 26 003

8.5.5.1 Проверка автоматизированного режима работы прибора по каналам дистанционного управления (RS-232, USB) на соответствие ГОСТ 26.003 проводится следующим образом.

Проверка информационной совместимости прибора по каналам дистанционного управления (RS-232, USB) проводится с помощью программы, находящийся на диске CD ТНСК.467613.XXX.

Для проверки дистанционного управления по интерфейсу RS-232 разъем «RS-232» прибора соединяют кабелем с разъемом «RS-232» ПЭВМ. Включают прибор в сеть.

Запускают программу «G89FP.EXE» с драйвером «RS-232».

Для проверки дистанционного управления по интерфейсу «USB» разъем «USB» прибора соединяют кабелем с разъемом «USB» ПЭВМ. Включают прибор в сеть.

Запускают программу «G89FP.EXE» с драйвером «USB».

Результаты проверки считают удовлетворительными, если параметры, выведенные на экран контроллера (ПЭВМ) совпадают с параметрами, индицируемыми на дисплее поверяемого прибора.

#### 8.6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.6.1 Результаты поверки оформляются в порядке, установленном в ГОСТ РВ 8.576-2000 или ПР 50.2.006-96.

8.6.2 Приборы, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и применению.

#### 9 РЕМОНТ ПРИБОРА

##### 9.1. Общие положения.

9.1.1. Ремонт прибора проводится предприятием-изготовителем, восстановление прибора – ремонтными органами потребителя, имеющими статус юридического лица и лицензию на проведение ремонта данного прибора.

в лад и чси пл ш ш
г об л н в ни
№ вни м вза
в лад и чси пл ш ш
г лош н в ни

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
						73



3. Не выполняется режим самоконтроля при работе от внутреннего кварцевого генератора	Не поступает на счетный блок опорный сигнал 10 МГц Неисправен кварцевый генератор блока опорных частот	Проверить работу блока опорных частот, неисправный элемент заменить. Направить прибор в ремонт
4. Не выполняется режим самоконтроля при работе от внешнего опорного сигнала	На блок опорных частот не поступает сигнала с тумблера задней панели ВНУТР/ВНЕШН Неисправен коммутатор D1 блока опорных частот или ключи управления VT2, VT3	Проверить цепь сигнала управления, при нарушении восстановить Проверить исправность элементов, неисправный элемент заменить
5. Не выполняется режим измерения частоты (периода) по входу А (режим самоконтроля выполняется)	Неисправен канала А1 усилителя – формирователя счетного блока  Неисправно ПЗУ (D19, D20) счетного блока Неисправна ПЛИС (D17) счетного блока	Проконтролировать работу канала А1, определить и заменить неисправный элемент. Направить прибор в ремонт  То же
6. Не выполняются режимы измерения длительности импульса и фронта/спада	Неисправен канал А2 усилителя – формирователя счетного блока	Проконтролировать работу канала А2, определить и заменить неисправный элемент
7. Не выполняется режим измерения отношения частот и длительности интервалов времени	См. п.п. 5 и 6.	
8. При временных измерениях ( $\tau_n$ , $t_{\phi}$ , $t_c$ , $t_{a-b}$ ) индицируемое значение автоматически устанавливаемых уровней запуска U1 и U2 не соответствуют амплитуде входных сигналов	Неисправен ЦАП (D16) счетного блока	Проверить работу ЦАП, в случае неисправности заменить
9. Не выполняется режим измерения частоты по входу С	Неисправен усилитель канала С (D10) счетного блока  Неисправен делитель частоты D11 делителя на 8 счетного блока Неисправна ПЛИС (D16) счетного блока	Проверить режимы D в случае неисправности заменить Проверить работу делителя, в случае неисправности заменить Направить прибор в ремонт
10. Не выполняется режим измерения частоты по входу D	Неисправен делитель частоты 434843.001	Направить прибор в ремонт

в	в	в	в	в
д	д	д	д	д
и	и	и	и	и
ч	ч	ч	ч	ч
сл	сл	сл	сл	сл
оп	оп	оп	оп	оп
Ц	Ц	Ц	Ц	Ц
г	г	г	г	г
об	об	об	об	об
л	л	л	л	л
б	б	б	б	б
л	л	л	л	л
н	н	н	н	н
и	и	и	и	и
№	№	№	№	№
в	в	в	в	в
н	н	н	н	н
и	и	и	и	и
м	м	м	м	м
в	в	в	в	в
з	з	з	з	з
а	а	а	а	а
в	в	в	в	в
д	д	д	д	д
и	и	и	и	и
ч	ч	ч	ч	ч
сл	сл	сл	сл	сл
оп	оп	оп	оп	оп
Ц	Ц	Ц	Ц	Ц
г	г	г	г	г
л	л	л	л	л
б	б	б	б	б
л	л	л	л	л
н	н	н	н	н
и	и	и	и	и



9.3.4. Вскрытие прибора для обеспечения доступа к узлам с целью проверки их работы и изъятия для восстановления или замены производится при обязательном отключении прибора от сети питания.

Размещение узлов в приборе показано на рисунке 9.3.

9.3.5. Причины неисправностей прибора и меры по их устранению фиксируются в установленном порядке в ТНСК.411142.002ФО.

9.3.6. После проведения ремонта прибор подвергается поверке в соответствии с разделом 8 настоящего руководства.

## 10 ХРАНЕНИЕ

10.1 Приборы должны храниться в закрытых складских помещениях на стеллажах при отсутствии в воздухе кислотных, щелочных и других агрессивных примесей. Приборы без упаковки следует хранить в отопляемых хранилищах. Расстояние от отопительной системы до приборов должно быть не менее 1 м.

Условия отопляемого хранилища:

- температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

Условия неотапливаемого хранилища для хранения приборов в упаковке предприятия-изготовителя:

- температура окружающего воздуха от минус 20 °С до 40 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 98 % при температуре 25 °С.

## 11 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

11.1 Климатические условия транспортирования не должны выходить за пределы заданных предельных условий:

- температура окружающего воздуха от минус 20 °С до 50 °С.
- относительная влажность окружающего воздуха 98 % при температуре 25 °С.

11.2 Прибор в упакованном виде допускает транспортирование всеми видами транспорта.

Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов соответствуют условиям хранения на открытой площадке при условиях защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

11.3 Схема табельной упаковки и схема транспортной упаковки прибора, маркировочные и основные надписи и места пломбирования прибора приведены на рисунке 5.1.

## 12. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

в таб и числ щ оц	г обл н в ни	№ внн м вза						Лист	
			ТНСК.411142.002РЭ						73
			Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица А.1 – Напряжения на выводах транзисторов

Позиционное обозначение	Напряжение, В			Примечание
	эмиттер/исток	база/затвор	коллектор/сток	
Блок опорных частот ТНСК.433532.001				
VT1	- 0,7	0	11,7	
VT2	0	0,7	0	
VT3	0	0	4,5	
VT4	- 0,7	0	12,5	
VT5, VT6	- 0,7	0	2,1	
Счетный блок ТНСК.467411.001				
VT1	- 1.55	- 0.84 / -1.76	2,8	
VT2	- 0,83	- 0.84 / - 1.75	2.8	
VT3	- 1.55	- 1.76 / - 0.84	2.8 / - 0.38	
VT4	- 0.83	- 1.76 / - 0.84	2.8 / - 0.38	
VT5	- 1.55	- 0.84 / -1.76	2,8	
VT6	- 1.55	- 1.76 / - 0.84	2.8 / - 0.38	
VT7	2.1	0.05	5	
VT8				
VT9	- 0.5	0.2	3.1	
VT10	- 0.5	0	3.05	
VT11	0	0	3.85	
Устройство согласующее ТНСК.468361.001				
VT1	- 0,75	0	3,5	
VT2	3	3,6	5	
VT3	0	0	5	
VT4	0,1	0,83	0,18	
VT5	0	0,18	5	
Устройство микропроцессорное ТНСК.467441.001				
VT1	- 8,3	- 9	- 15	
Устройство управления клавиатурой и индикацией ТНСК.468365.001				
VT1... VT4	5	3,7	2,2	

в дан и ис п л П	
л д л № в И	
№ в м в	
в дан и ис п л П	
л д л № в И	

**Примечание** – Транзисторы, работающие в ключевом режиме могут иметь два состояния: открыт/закрыт. Текущие состояния таких транзисторов зависят от многих факторов – состояния режимов прибора, поданных на прибор сигналов и др. Поэтому при проверке режимов транзисторов и то, и другое состояние транзистора следует признать нормальным.

Таблица А.2 – Таблица напряжений на выводах микросхем

Позиционное обозначение	№ вывода	Напряжение, В	Примечание
Блок счетный ТНСК.467411.001			
D5, D6, D9	2	5	
	3,4		
	8	- 5,2	
	11,12	Уровни ТТЛ	
D14, D17	2,5,9	0 / 0,73	
	6,10,13	0	
	7,11,14	15 / 0,13	
D16	3	Узап2	
	4...19	Уровни ТТЛ	
	20	15	
	21	Узап1	
	22	- 15	
Делитель частоты ТНСК.434843.001			
D1	Вход	0	
	Выход	0	
D2, D3	1	3,6 / 5	
	2,4,6	5	
	3	5 / 3,6	
D4	5	4,99	
	7	4,98	
	8	0	
	1	Своб.	
	2,5	0	
	3	1,8 / 2,5	
	4	3	
	6	0 / 2,2	

в	
д	
д	
и	
с	
ц	
п	
и	
г	
л	
д	
л	
н	
в	
н	
и	
н	
м	
н	
в	
з	
а	
в	
д	
д	
и	
с	
ц	
п	
и	
г	
л	
д	
л	
н	
в	
н	

Таблица Б.1 – Намоточные данные катушек индуктивности и дросселей.

Обозначение по схеме	Тип магнитопровода	Номера выводов	Число витков	Тип и диаметр провода	Примечание
ЯНТИ.331331.026	M2000HM-A K4-2,5-1,2 ГОСТ14208-77	1,2	20	ПЭТВ-2; 0,28	L1 ТНСК.468365.001 L2 ТНСК.433532.001 L1... L8,L10, L11, L13, L4, L16... L20 ТНСК.467411.001 L1 ТНСК.467441.001
АИСТ.685442.016 -11	P-20-2 M4x7 ОЖ7.074.588	1,2	16	ПЭТВ-2; 0,18	L3, L4 ТНСК.433532.001
АИСТ.685442.026 -05	P-20-2 M4x7 ОЖ7.074.588	1,2 3,4	16 3,25	ПЭТВ-2; 0,18	L5 ТНСК.433532.001
ТНСК.671111.001	ШЛ 16x32	2-4 11-13 13-14 14-21 15-16 21-22 22-24	1336 56 11 92 46 11 56	ПЭТВ-2; 1,0 ПЭТВ-2; 0,56 ПЭТВ-2; 0,355 ПЭТВ-2; 0,28 ПЭТВ-2; 0,28 ПЭТВ-2; 0,28 ПЭТВ-2; 0,28	ТР1 ТНСК.436237.001

в д а т и н с к р п и ц и	
л д у б н о в а и н	
н о м е р а	
в д а т и н с к р п и ц и	
л д у б н о в а и н	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
						73

Графики погрешности измерения по входам А и В.

В разделе приведены графики зависимости предельных значений составляющих относительной погрешности измерения частоты (периода) синусоидального сигнала каналов А и В от частоты входного сигнала.

На рисунке В.1 приведен график аппаратурной погрешности запуска  $\delta f(p)$ , обусловленной шумами измерительного канала при трех значениях уровня  $U_c$  входного сигнала (1 –  $U_c=0,03$  В; 2 –  $U_c=0,1$  В; 3 –  $U_c=1$  В) и времени счета  $t_c=1$  с.

Определение  $\delta f(p)$  каналов на частоте  $f_c$  при конкретном, отличающемся от указанных на графике уровнях сигнала, производится путем расчета по формуле:

$$\delta f(p) = \frac{10^{-4}}{U_c \cdot f_c \cdot t_c}$$

или по кривым графика методом интерполяции по выражению:

$$\delta_{f(p)} = \delta_{ep1(2,3)} \times \frac{U_{ep1(2,3)}}{U_c},$$

где  $\delta_{гр1(2,3)}$  – значение погрешности на частоте  $f_c$ , считанное по кривой 1, 2 или 3 графика; –  $U_{гр} = 0,03$  В (кривая 1); 0,1 В (кривая 2); 1 В (кривая 3)

Полученное методом интерполяции значение  $\delta_{зк}$  следует разделить на реальное время счета  $t_c$ .

На рисунке В.2 приведены графики погрешности запуска  $\delta f(p)$ , обусловленной шумами входного сигнала при трех значениях соотношения шум/сигнал  $a_c=U_n/U_c$ :

1 –  $a_c= 10^{-1}$  (минус 20 дБ), 1 –  $a_c= 10^{-2}$  (минус 40 дБ), 1 –  $a_c= 10^{-3}$  (минус 60 дБ) и времени счета  $t_c=1$  с.

Определение  $\delta f(p)$  на частоте  $f_c$  при известном, отличающемся от указанных на графике соотношениях шум/сигнал, производится по формуле:

$$\delta f(p) = \frac{a_c}{f_c \cdot t_c},$$

или по кривым графика методом интерполяции по выражению:

$$\delta f(p) = \delta_{ep1(2,3)} \times \frac{a_c}{a_{ep1(2,3)}},$$

где  $\delta_{гр1(2,3)}$  – значение погрешности на частоте  $f_c$ , считанное по кривой 1, 2 или 3 графика;  $a_{гр} - 10^{-1}$  (кривая 1);  $10^{-2}$  (кривая 2);  $10^{-3}$  (кривая 3) графика;  $a_c$  – соотношение шум/сигнал входного сигнала (в относительных единицах).

Полученное методом интерполяции значение  $\delta_{зс}$  следует разделить на реальное время счета  $t_c$ .

в ла д и ч с и п л ц и					ТНСК.411142.002РЭ	Лист
		Изм	Лист	№ документа		
г р а д н и					ТНСК.411142.002РЭ	Лист
		Изм	Лист	№ документа		
в ла д и ч с и п л ц и					ТНСК.411142.002РЭ	Лист
		Изм	Лист	№ документа		
г р а д н и					ТНСК.411142.002РЭ	Лист
		Изм	Лист	№ документа		

На рисунке В.3 приведены графики относительной погрешности  $\delta_g$ , обусловленной дискретностью измерения  $\delta_g = \pm 10^{-10}/t_c$  ( $t_c$  – реальное время счета) при различных значениях установленного времени счета: 1; 10; 100 мс; 1; 10 с.

Значение относительной погрешности измерения частоты (периода) синусоидального сигнала (предельное значение) при конкретных параметрах входного сигнала частоты  $f_c$  и установленного времени счета  $t_c$  равно сумме составляющих, определяемых по методикам изложенным выше:

$$\delta_{f(p)} = \pm (\delta_{зк} + \delta_{зс} + 10^{-8}/t_c).$$

И в. № ПОИ	а д а т и с я	В з а м №	И н в. № д л г	П О д п и с ь	а д а т и с я					Лист
						ТНСК.411142.002РЭ				
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

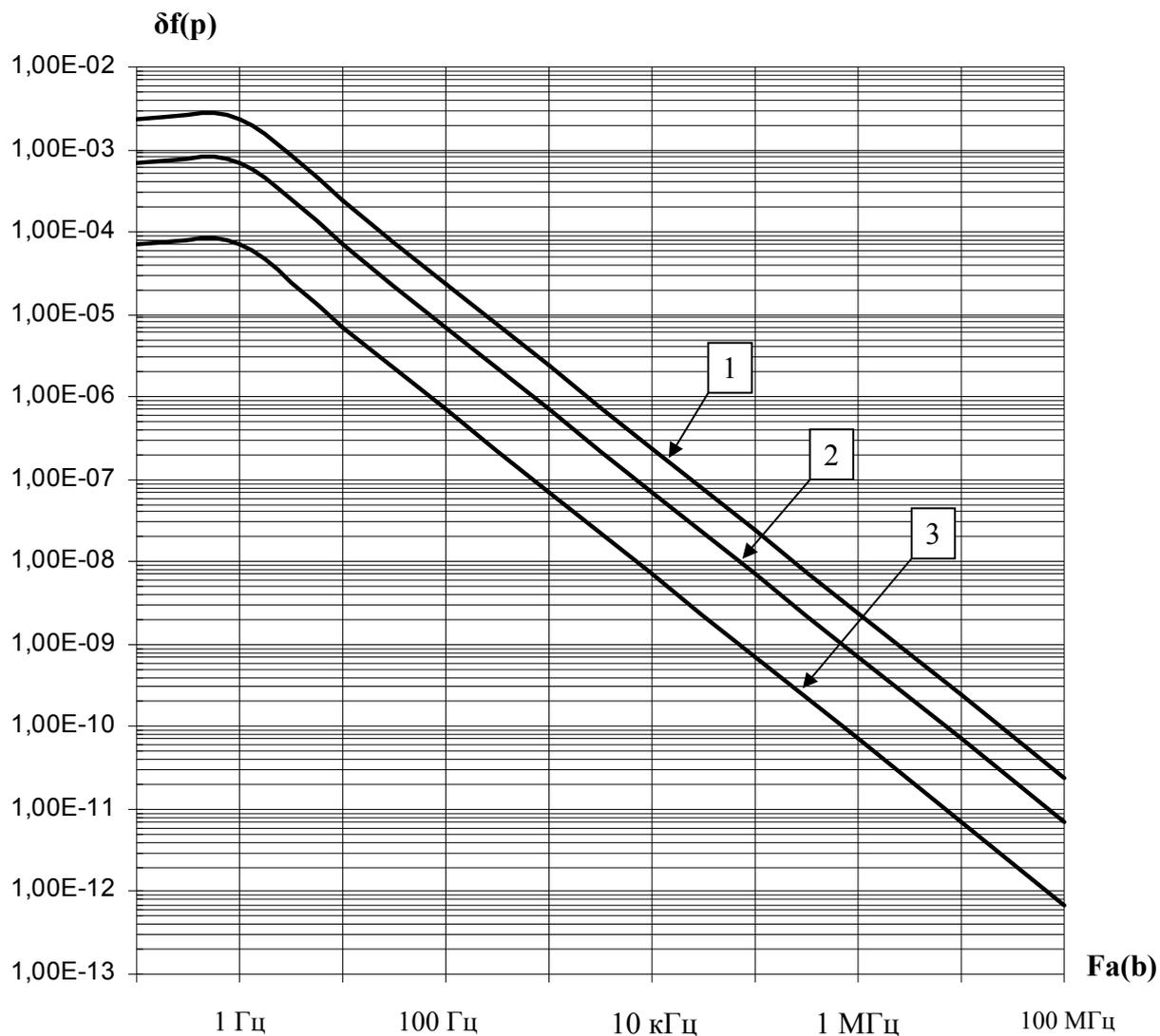


Рисунок В.1 – (1 –  $U_c=0,03$  В; 2 –  $U_c=0,1$  В; 3 –  $U_c=1$  В. Время счета  $t_c=1$  с)

а дат и исъ лп По	
л дуб № в. Ин	
№ ннв м Вза	
а дат и исъ лп По	
л поп № в. Ин	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

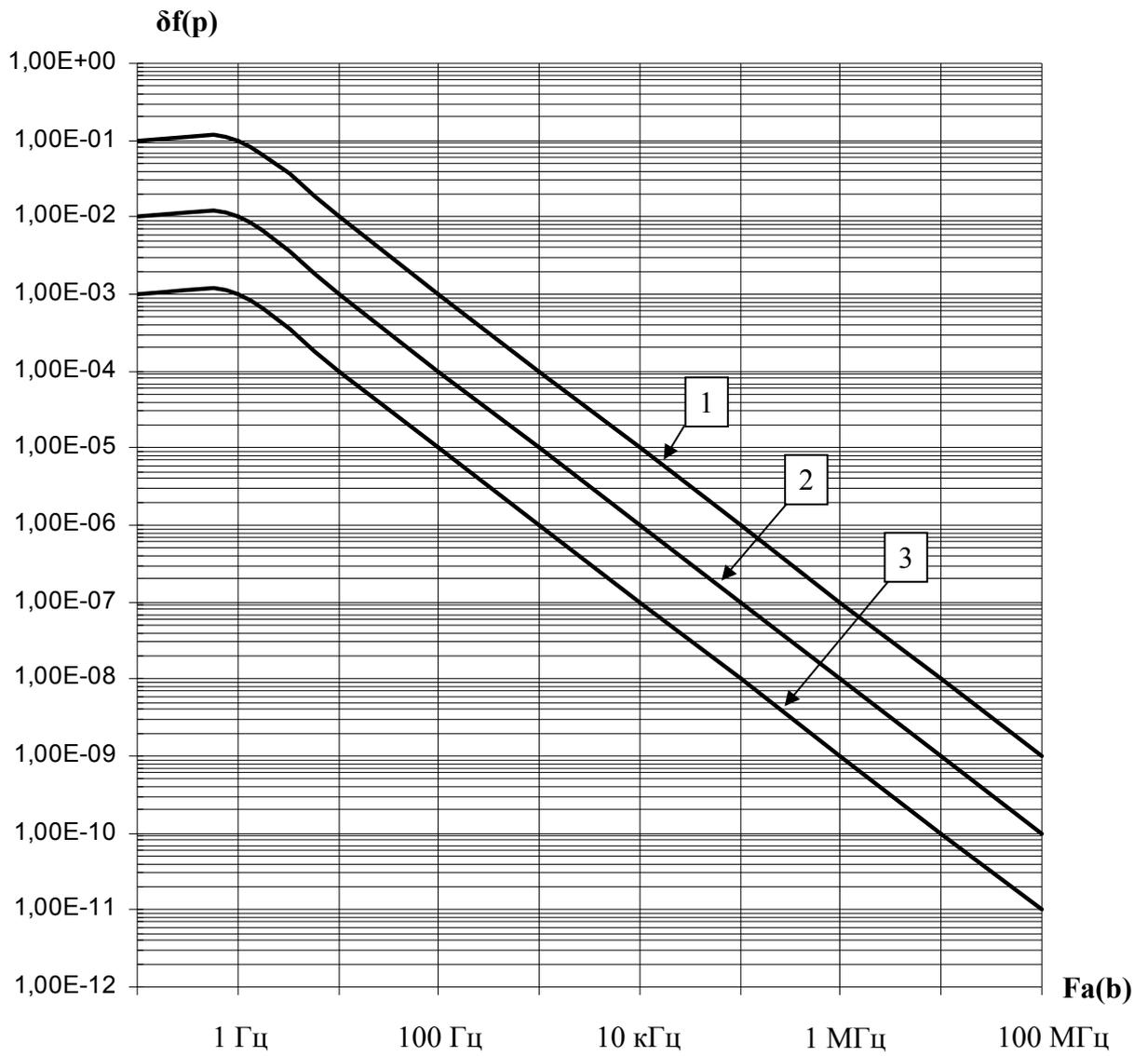


Рисунок В.2 –  $(1 - a=10^{-1}; 1 - a=10^{-2}; 1 - a=10^{-3}$  Время счета  $t_c=1 \text{ с}$ )

а дат и исх лп по	
л дуб № в. ин	
№ инв м вза	
а дат и исх лп по	
л по № в. ин	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

$$\pm \frac{10^{-10}}{t_c}$$

10 с МКС

Fa(b)

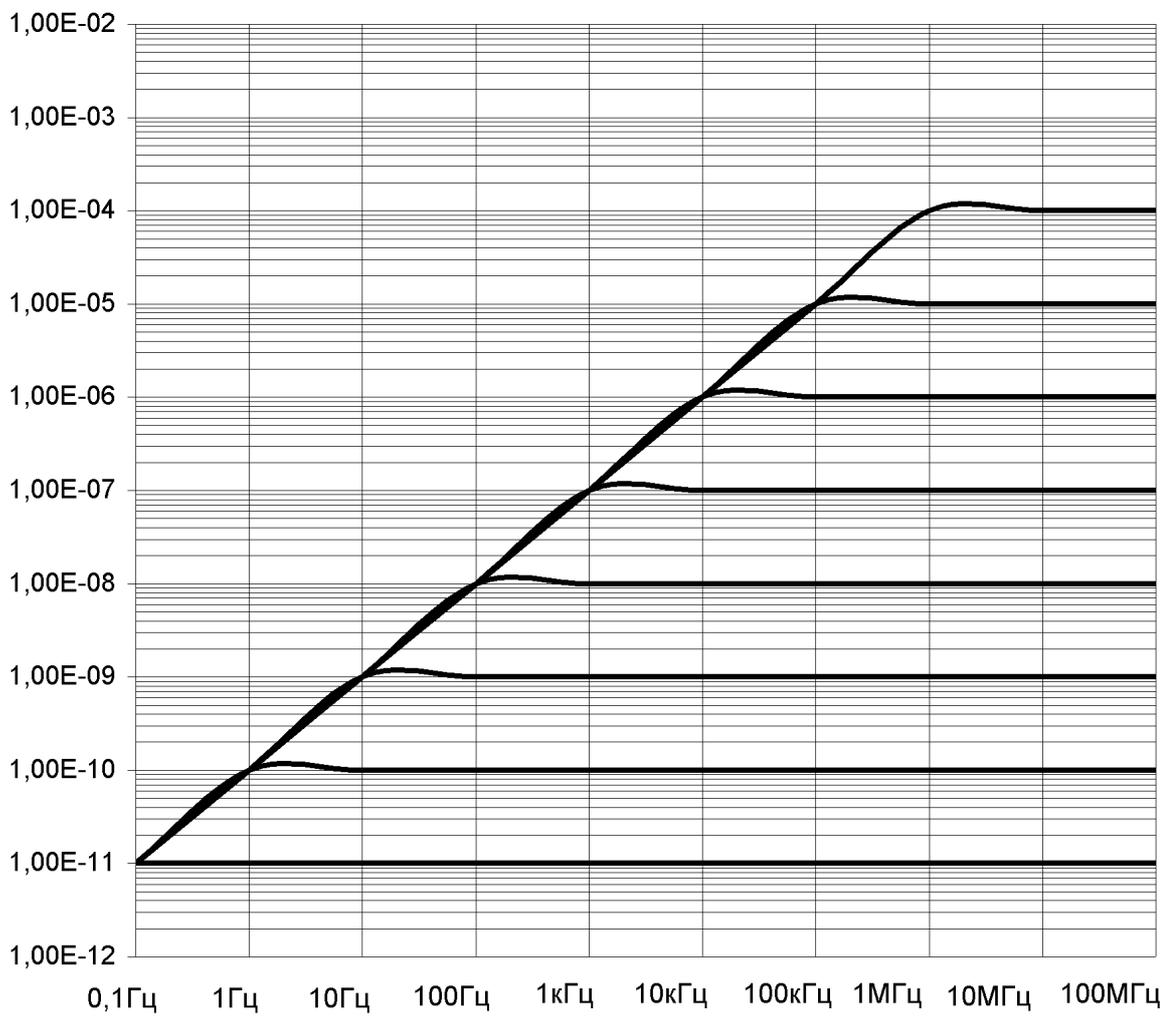


Рисунок В.3

а	И
д	П
н	О
с	И
к	И
д	И
н	И
г	И
л	И
д	И
л	И
н	И
н	И
м	И
м	И
в	И
з	И
а	И
а	И
д	И
н	И
с	И
к	И
д	И
н	И
г	И
л	И
н	И
н	И
в	И
И	И

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ТНСК.411142.002РЭ

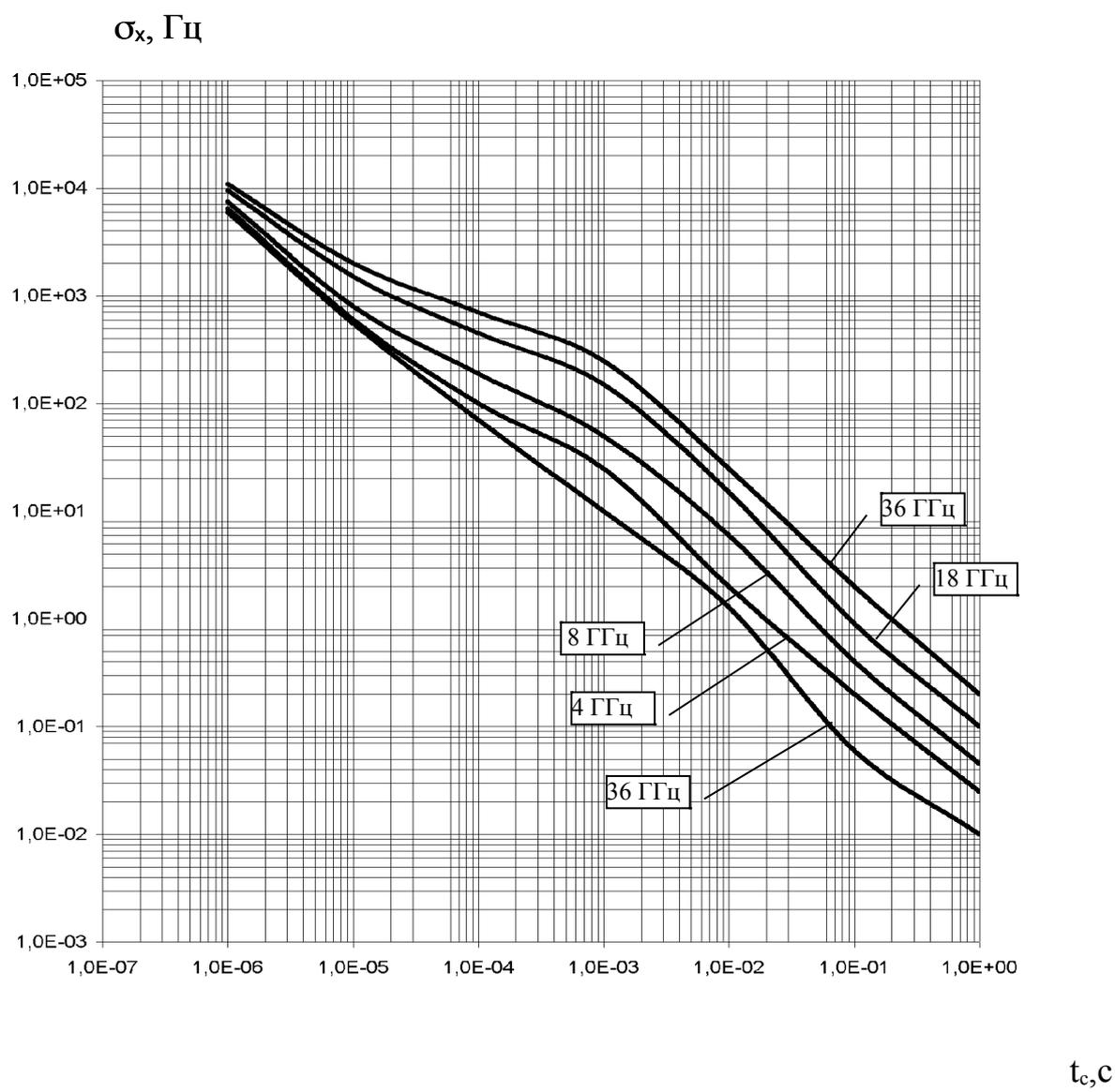


Рисунок А.4. Погрешность (СКЗ) измерения частоты непрерывных колебаний  
(ПЧ=70 МГц).

в дат и исп лн П
л дуб № в ин
№ инв м вза
в дат и исп лн П
л ПО № в ин

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

$\sigma_{г.пар.}, Гц$

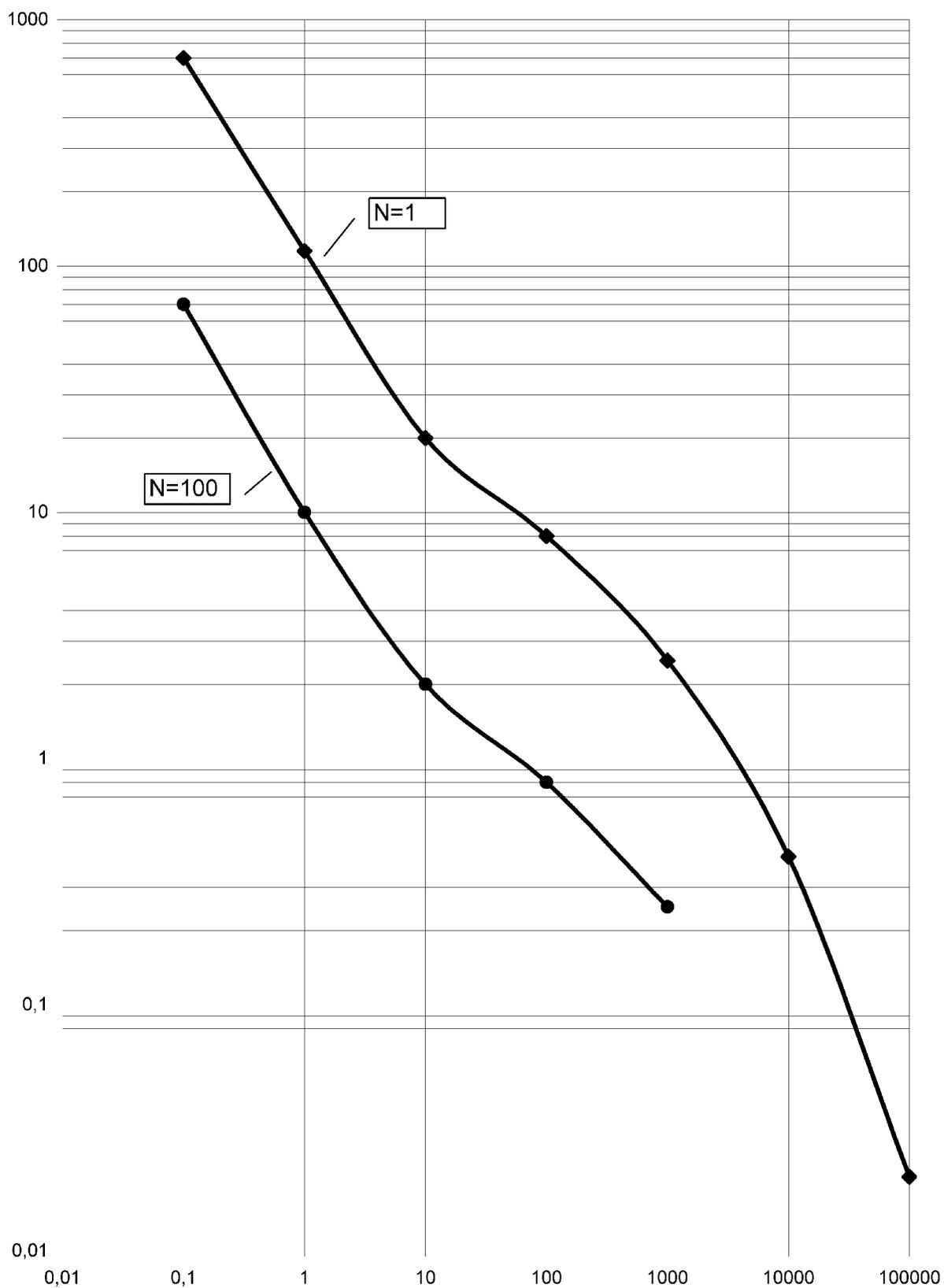


Рисунок – Зависимость паразитной частотной девиации сигнала встроенного гетеродина  $\sigma_{г.пар.}$  от времени счета  $t_c$ .

а	И
д	П
и	О
с	П
л	О
д	П
л	О
у	П
б	О
№	И
в	н
в	м
И	В
н	з
№	а
и	д
н	и
в	с
а	л
д	П
а	О
т	П
а	О
т	И

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ТНСК.411142.002РЭ

$\sigma_n, \Gamma\text{Ц}$

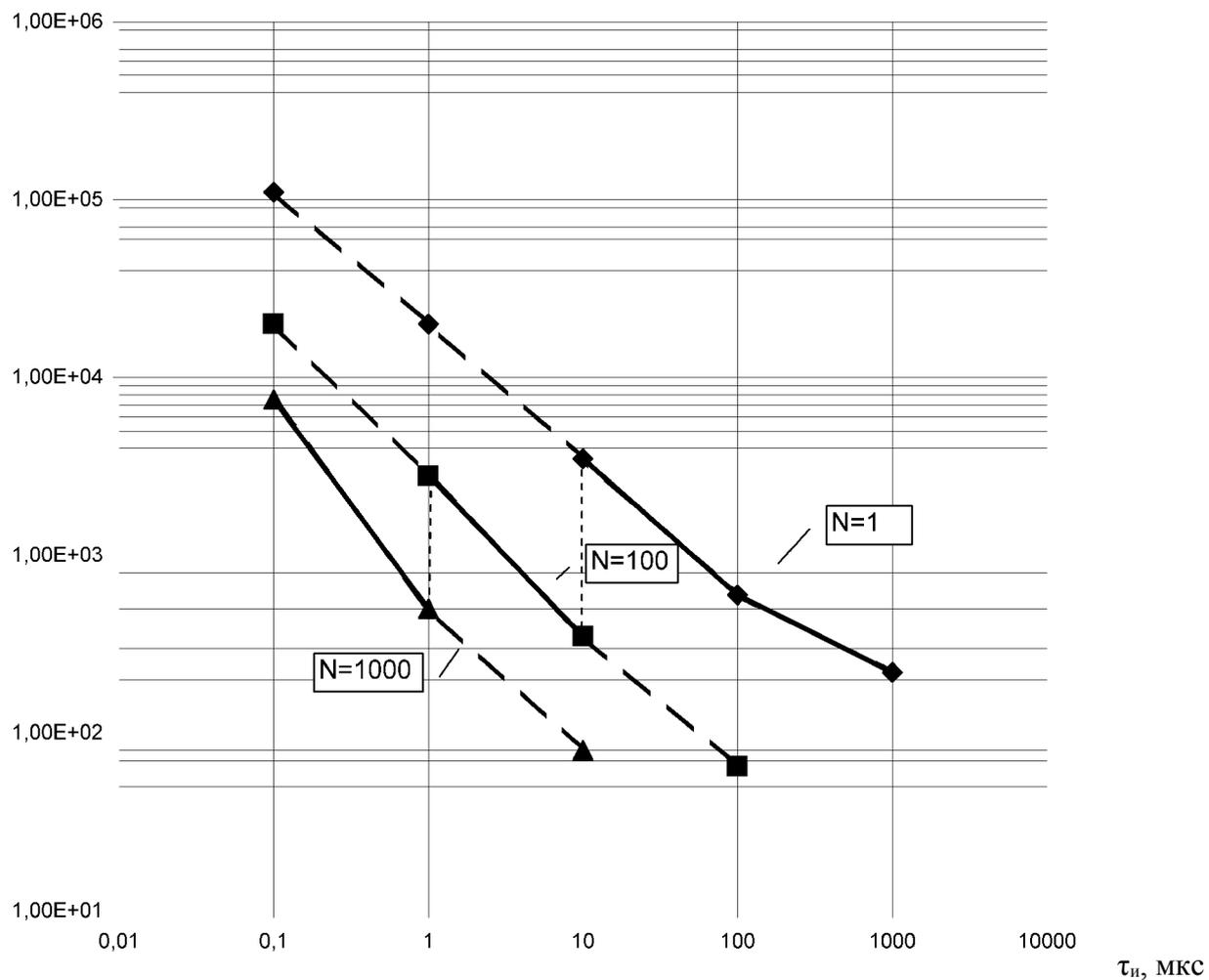


Рисунок А.5. Погрешность (СКЗ) измерения несущей частоты ИМ сигналов ( $f_n=18 \text{ ГГц}$ , ПЧ=70 МГц).

в дат и исх лп лп	
л дл об № в ин	
№ инв м вза	
в дат и исх лп лп	
л лп № в ин	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата



# Габаритные размеры

Рисунок Б1 – Габаритные размеры прибора

И в. № По л.	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
							73
а и л П О							
И в. №							
В з а м №							
И в. №							
а и л П О							



Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Под-пись	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных					

а	
д	
л	
п	
п	
о	
и	
л	
д	
л	
у	
б	
№	
в	
и	
н	
№	
и	
н	
в	
а	
а	
д	
л	
и	
с	
л	
п	
о	
и	
л	
п	
о	
ш	
№	
в	
и	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ТНСК.411142.002РЭ	Лист
						73