

БелГИАМ

**ЧЗ-64/1**

**ЧАСТОТОМЕР  
ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЙ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

В двух книгах

Книга 1

ДЛИ2.721.006-02 ТО

ЧАСТОТОМЕР ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЙ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЧЗ-64/1

---

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

В двух книгах

Книга 1

ДЛИ2.721.006-02 ТО

1991

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	6
2. Технические данные	6
3. Состав прибора	14
4. Устройство и работа прибора	14
4.1. Принцип действия	14
4.2. Структурная схема	16
4.3. Измерение частоты и периода по входу А	19
4.4. Самоконтроль	21
4.5. Измерение частоты по входу В	21
4.6. Измерение интервала времени	22
4.7. Измерение длительности импульсов $t_A$	23
4.8. Измерение отношения частот $f_B/f_A$	23
4.9. Измерение отношения частот $f_B/f_A$	24
4.10. Измерение суммы (разности) количеств колебаний сигналов по входам А и В	24
4.11. Ограниченные полосы пропускания усилителей-формирователей	25
4.12. Режим калибровки	25
4.13. Измерение уровня запуска прибора по входам А и В	26
4.14. Конструкция	27
5. Устройство и работа составных частей прибора	30
5.1. Измеритель частоты и времени 2.802.001	30
5.2. Устройство коммутирующее 3.609.035	30
5.3. Усилитель-формирователь 2.084.042	31
5.4. Делитель частоты 1500 МГц 2.208.045	33
5.5. Усилитель 2.030.041	34
5i6. Селектор 2.216.001	34
5.7. Формирователь готовности 2.084.037	35
5.8. Интерполятор 3.053.001	37
5.9. Блок регистров 3.056.060	38
5.10. Преобразователь цифро-аналоговый 3.036.056	38
5.11. Микропроцессорный контроллер (МПК)	40
5.12. Устройство вычислительное управляющее 3.035.080	41
5.13. Устройство запоминающее оперативное 3.065.130	42
5.14. Устройство запоминающее программируемое 3.065.131	43
5.15. Устройство управления 3.057.252	44
5.16. Устройство ввода-вывода с индикацией 3.045.061	46
5.17. Генератор кварцевый 3.261.005	47
5.18. Усилитель 5 МГц 2.030.034	48
5.19. Умножитель частоты 2.208.046	49
5.20. Усилитель 0,1—1,1 ГГц 2.030.040	49
5.21. Блок питания 2.087.036	49
5.22. Устройство ввода-вывода 3.049.230	50
6. Маркирование и пломбирование	51
7. Общие указания по эксплуатации	51
8. Указания мер безопасности	52
9. Подготовка к работе	53
9.1. Включение питания	53
9.2. Обеспечение готовности прибора к измерениям	53
10. Порядок работы	54
10.1. Подготовка к проведению измерений	54
10.2. Измерение частоты по входу А	56
10.3. Измерение периода	58
10.4. Измерение частоты по входу В	58
10.5. Измерение интервалов времени	59
10.6. Измерение длительности импульсов	60
10.7. Определение и исключение систематической погрешности $\Delta_k$ , вызванной неидентичностью каналов А и В, при измерении интервалов времени и длительности импульсов	60
10.8. Измерение отношения частот сигналов по входам А и В	61
10.9. Измерение отношения частот сигналов по входам А и В	62
10.10. Измерение суммы (разности) количеств колебаний по входам А и В	62
10.11. Внешний пуск прибора	63
10.12. Работа прибора с внешним стробом	64
10.13. Работа прибора в качестве источника опорной частоты 5 МГц	64
10.14. Работа прибора от внешнего источника опорной частоты	64
10.15. Арифметическая обработка результата измерения по формуле $Y = \pm AX \pm B$	64
10.16. Работа с прибором в системе КОП	66
10.17. Работа прибора в режиме калибровки	76
10.18. Работа прибора в дополнительных режимах, вызываемых кнопкой «П»	77
11. Характерные неисправности и методы их устранения	78
11.1. Меры безопасности	78
11.2. Порядок разборки прибора	78
11.3. Наиболее часто встречающиеся неисправности, методы их обнаружения и устранения	78
12. Техническое обслуживание	87
12.1. Общие указания	87
12.2. Порядок технического обслуживания	87
13. Поверка прибора	88
13.1. Операции и средства поверки	88
13.2. Требования безопасности	91
13.3. Условия поверки и подготовка к ней	91
13.4. Проведение поверки	92
13.5. Оформление результатов поверки	97
14. Правила хранения	98
15. Транспортирование	100
15.1. Упаковка и маркирование упаковки	100
15.2. Условия транспортирования	101
Приложение 1. Размещение основных составных частей прибора и элементов	102
Приложение 2. Таблицы напряжений	126
Приложение 3. Осциллограммы	133
Приложение 4. Намоточные данные	135
Приложение 5. Графики зависимости погрешностей	139
Особые отметки	141
Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Книга 2. ДЛИИ2.721.006-02 ТО1.	

Внешний вид прибора

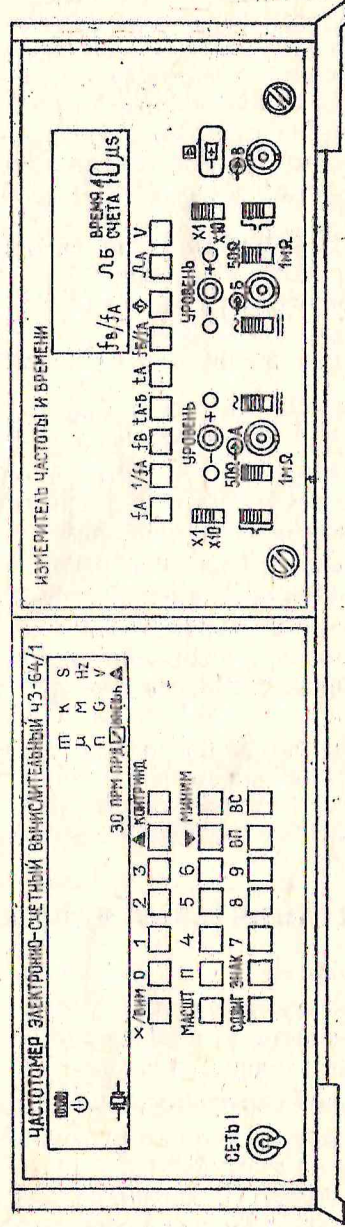


Рис. 1.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64/1 предназначен для автоматического измерения частоты и периода непрерывных электрических сигналов, несущей частоты импульсно-модулированных сигналов, отношения частот двух электрических сигналов, интервалов времени, счета числа колебаний электрических сигналов, работы в системах с каналом общего пользования (КОП), работы со сменными блоками.

1.2. Прибор по условиям применения (эксплуатации) предназначен для работы в условиях: температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 50°C; относительная влажность воздуха до 98% при температуре до 25°C.

1.3. Прибор питается от сети переменного тока напряжением (220±22) В частотой (50±1) Гц или напряжением (220±11) В или (115±5,75) В частотой (400±10) Гц.

1.4. В приборе предусмотрена возможность работы со сменными блоками и другими приборами.

Применение сменных блоков и других приборов позволяет расширить диапазон измерений и возможности прибора.

1.5. Прибор может применяться для настройки, испытаний и калибровки различного рода приемо-передаточных трактов, фильтров, генераторов, для настройки систем связи и других устройств.

1.6. Изготовитель оставляет за собой право вносить в схему и конструкцию прибора принципиальные изменения, не влияющие на его технические данные. При небольшом количестве таких изменений коррекция эксплуатационных документов не проводится.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Прибор измеряет:

1) по входу А — частоту и период сигналов синусоидальной и импульсной формы в диапазоне частот от 0,005 Гц до 150 МГц при уровне входного сигнала:

от 0,05 до 10 В для синусоидальных сигналов;

от 0,15 до 10 В для сигналов импульсной формы при длительности импульса не менее 3,5 нс;

2) по входу В — частоту синусоидальных сигналов в диапазоне от 100 до 1000 МГц при уровне входного сигнала от

0,01 до 1 В, в диапазоне от 1000 до 1500 МГц при величине мощности входного сигнала от 0,2 до 10 мВт.

Примечания: 1. Допустимый уровень помех на каждом входе прибора — 5 мВ (для входов А и Б в положении аттенюатора «X1»).

2. Измерение по входу В при уровне входного сигнала от 0,01 до 0,1 В в диапазоне от 100 до 1000 МГц производится с внешним усилителем 0,1—1,1 ГГц 2.030.040 (из ЗИП прибора).

2.2. Относительная погрешность прибора при измерении частоты и периода  $\delta_{f,T}$  в пределах значений, вычисляемых по формуле

$$\delta_{f,T} = (|\delta_0| + \frac{\Delta t_{\text{разр}}}{\tau_{\text{сч}}} + |\delta_{\text{зап}}|), \quad (2.1)$$

где  $\delta_0$  — относительная погрешность по частоте внутреннего кварцевого генератора или внешнего опорного сигнала;

$\Delta t_{\text{разр}}$  — разрешающая способность,  $\Delta t_{\text{разр}} = 10^{-9}$  с;

$\tau_{\text{сч}}$  — установленное время счета прибора, с;

$\delta_{\text{зап}}$  — погрешность запуска.

Погрешность запуска определяется по формулам:

1) при произвольной форме входного сигнала

$$\delta_{\text{зап}} = \frac{2 U_{\text{шпик}} + 10^{-3} K_{\text{атт}}}{S \cdot \tau_{\text{сч}}}, \quad (2.2)$$

где  $U_{\text{шпик}}$  — максимальный уровень шума на входе прибора, В;

$S$  — крутизна входного сигнала в точке запуска, В/с;

$\tau_{\text{сч}}$  — см. формулу (2.1);

$K_{\text{атт}}$  — коэффициент ослабления входного аттенюатора.

Для входов А и Б:

$K_{\text{атт}} = 1$  в положении «X1» переключателя «X1/X10».

$K_{\text{атт}} = 10$  в положении «X10» переключателя «X1/X10».

Для входа В:  $K_{\text{атт}} = 1$ ;

2) при синусоидальной форме входного сигнала и нулевом уровне запуска

$$\delta_{\text{зап}} = \left( 0,32 \frac{U_{\text{шпик}}}{U_{\text{вх}}} + \frac{10^{-4} K_{\text{атт}}}{U_{\text{вх эфф}}} \right) \frac{1}{f_x \cdot \tau_{\text{сч}}}, \quad (2.3)$$

где  $U_{вх\text{ эфф}}$  — эффективное значение уровня входного сигнала, В;

$\frac{U_{ш\text{ пик}}}{U_{вх}}$  — отношение пиковых значений  $\frac{\text{шум}}{\text{сигнал}}$  ;

$f_x$  — измеряемая частота, Гц.

Графики зависимости составляющих погрешности ( $\delta_{зап} + \frac{10^{-9}}{\tau_{сч}}$ ) от частоты измеряемого сигнала синусоидальной формы при различных отношениях шум/сигнал и уровнях сигнала приведены в приложении 5.

2.3. Номинальное значение частоты кварцевого генератора 5 МГц.

Пределы подстройки частоты кварцевого генератора при выпуске прибора не менее  $7,5 \cdot 10^{-7}$  в каждую сторону от номинального значения.

Действительное значение частоты кварцевого генератора при выпуске прибора установлено с погрешностью в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-8}$  относительно номинального значения по истечении двух часов его самопрогрева.

2.4. Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора в пределах:

- 1)  $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$  за 30 сут;
- 2)  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$  за 12 мес;
- 3)  $\pm 7,5 \cdot 10^{-7}$  за 24 мес.

Время отсчитывается с момента подстройки частоты с относительной погрешностью в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ .

2.5. Среднеквадратическая относительная случайная вариация частоты кварцевого генератора при окружающей температуре, поддерживаемой с точностью  $\pm 1^\circ\text{C}$ , не более предела допускаемого значения, равного:

- 1)  $1 \cdot 10^{-10}$  за 1 с;
- 2)  $1 \cdot 10^{-10}$  за 10 с;
- 3)  $2 \cdot 10^{-8}$  за 24 ч.

2.6. Температурный коэффициент частоты кварцевого генератора в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-9}$  на  $1^\circ\text{C}$ .

2.7. Прибор измеряет по входу В несущую частоту импульсно-модулированных сигналов в диапазоне от 100 до 1000 МГц при уровне входного напряжения в импульсе от 0,1 до 1 В, в диапазоне от 1000 до 1500 МГц при величине мощности входного сигнала от 0,2 до 10 мВт.

Минимальная длительность импульсов 0,3 мкс, частота следования от 100 Гц до 1 МГц при скважности от 2 до 10000.

2.8. Относительная погрешность прибора при измерении несущей частоты импульсно-модулированных сигналов  $\delta_{им}$  в пределах значений, рассчитанных по формуле

$$\delta_{им} = \pm \left( |\delta_0| + \frac{3 \cdot 10^{-9}}{\sqrt{\tau_{сч}(\tau_{и} - 2 \cdot 10^{-7})}} + \frac{0,7 \cdot 10^{-9}}{\tau_{и} - 2 \cdot 10^{-7}} \right), \quad (2.4)$$

где  $\tau_{и}$  — длительность радиоимпульса, с;

$\delta_0$  и  $\tau_{сч}$  — см. формулу (2.1).

2.9. Прибор измеряет по входу А длительность импульсов любой полярности от 10 нс до  $2 \cdot 10^4$  с при частоте следования импульсов не более 50 МГц (минимальный интервал между импульсами 10 нс) амплитудой от 0,3 до 10 В.

2.10. Прибор измеряет длительность интервалов времени по входам А и Б от 0 до  $2 \cdot 10^4$  с при входных импульсах любой полярности длительностью не менее 10 нс, частоте следования не более 50 МГц и амплитудой от 0,15 до 10 В.

2.11. Абсолютная погрешность прибора при измерении длительности одиночных импульсов и интервалов времени  $\Delta t$  в пределах значений, вычисляемых по формуле

$$\Delta t = \pm (|\delta_0 t_x| + |\Delta t_{зап}| + |\Delta t_{ур}| + 2 \cdot 10^{-9}), \quad (2.5)$$

где  $\delta_0$  — см. формулу (2.1);

$t_x$  — измеряемая длительность импульса или измеряемый интервал времени, с;

$\Delta t_{зап}$  — погрешность запуска — составляющая погрешности, зависящая от уровня шумов, с;

$\Delta t_{ур}$  — составляющая погрешности, обусловленная погрешностью установки уровней запуска, с.

Погрешности  $\Delta t_{зап}$  и  $\Delta t_{ур}$  определяются как сумма соответствующих погрешностей для входов А и Б:

$$\Delta t_{зап} = \Delta t_{запА} + \Delta t_{запБ}, \quad (2.6)$$

$$\Delta t_{ур} = \Delta t_{урА} + \Delta t_{урБ}. \quad (2.7)$$

Погрешность  $\Delta t_{зап}$  по входу А (Б) определяется по формуле

$$\Delta t_{запА(Б)} = \frac{U_{ш\text{ пик А(Б)}}}{S_{А(Б)}}, \quad (2.8)$$

где  $U_{\text{ш.тик}} A_{\Sigma}^{\Sigma}(B)$  — максимальный уровень шума сигнала на входе А (Б), В;

$S_{A(B)}$  — крутизна сигнала по входу А (Б) в точке запуска, В/с.

Погрешность  $\Delta t_{\text{ур}}$  по входу А (Б) определяется по формуле

$$\Delta t_{\text{ур} A(B)} = \frac{10^{-2} \cdot K_{\text{атт}}}{S_{A(B)}}, \quad (2.9)$$

где  $K_{\text{атт}}$  — коэффициент ослабления входного attenuатора.

Абсолютная погрешность прибора при измерении с усреднением длительности повторяющихся импульсов и интервалов  $\Delta t_{\Sigma}$  в пределах значений, рассчитанных по формуле

$$\Delta t_{\Sigma} = \pm \left( \delta_0 \cdot t_x / + \frac{\Delta t_{\text{зап}} \cdot 3 \cdot 10^{-9}}{\sqrt{N}} + \Delta t_{\text{ур}} + 1,7 \cdot 10^{-9} \right), \quad (2.10)$$

где  $N$  — количество усредненных импульсов или интервалов времени, рассчитанное по формуле

$$N = \frac{\tau_{\text{сч}}}{t_x + 2 \cdot 10^{-8}},$$

$\delta_0, \tau_{\text{сч}}$  — см. формулу (2.1);

$t_x$  — измеряемый интервал, с.

Разрешающая способность измерения интервалов времени не более 1 нс.

Примечание. Составляющие погрешности  $2 \cdot 10^{-9}$  с в формуле (2.5) и  $1,7 \cdot 10^{-9}$  в формуле (2.10) могут быть уменьшены до  $1 \cdot 10^{-9}$  с и  $0,7 \cdot 10^{-9}$  с соответственно путем учета систематической погрешности, вызванной неидентичностью каналов А и Б.

2.12. Прибор измеряет отношение частот двух электрических сигналов:

диапазон частот одного из сигналов от 0,005 Гц до 150 МГц (вход Б), от 100 до 1500 МГц (вход В); диапазон частот другого сигнала от 0,005 Гц до 150 МГц (вход А).

Напряжение и форма входных сигналов должны соответствовать указанному в п. 2.1 (напряжение и форма входных сигналов для входа Б аналогичны приведенным для входа А).

2.13. Относительная погрешность прибора при измерении отношения частот  $f_B/f_A$  или  $f_B/f_A$  в пределах значений, рассчитанных по формулам

$$\delta_{B/A} = \pm \left( \frac{\delta_{\text{зап}} \cdot \tau_{\text{сч}}}{\tau'_{\text{сч}}} + \frac{1}{f_B \cdot \tau'_{\text{сч}}} \right), \quad (2.11)$$

$$\delta_{B/A} = \pm \left( \frac{\delta_{\text{зап}} \cdot \tau_{\text{сч}}}{\tau'_{\text{сч}}} + \frac{K}{f_B \cdot \tau'_{\text{сч}}} \right), \quad (2.12)$$

где  $\delta_{\text{зап}}$  — погрешность запуска по входу А (определяется, как в п. 2.2);

$\tau_{\text{сч}}$  — установленное время счета, с;

$\tau'_{\text{сч}}$  — действительное время счета, с, определяемое по формуле

$$\tau'_{\text{сч}} = \frac{10^6}{f_B} \quad \text{в режиме } f_B / f_A;$$

$$\tau'_{\text{сч}} = \frac{K \cdot 10^8}{f_B} \quad \text{в режиме } f_B / f_A;$$

$$\tau'_{\text{сч}} = \frac{1}{f_A} \quad \text{в режиме МИНИМ};$$

$K = 4$  при  $f_B < 350$  МГц;

$K = 16$  при  $f_B \geq 350$  МГц;

$f_A$  — частота сигнала по входу А, Гц;

$f_B$  — частота сигнала по входу Б, Гц;

$f_B$  — частота сигнала по входу В, Гц.

2.14. Прибор измеряет сумму и разность количеств электрических колебаний по входам А и Б в диапазоне от 0 до 150 МГц.

Напряжение и форма входных сигналов должны соответствовать приведенным в п. 2.1 для входа А.

2.15. Входное сопротивление и входная емкость прибора по входам А и Б не менее 1 МОм и не более 50 пФ при переключателе «1 МОм/50 Ом» в положении «1 МОм».

Входное сопротивление прибора по входам А и Б — 50 Ом при переключателе «1 МОм/50 Ом» в положении «50 Ом».

Входное сопротивление прибора по входу В — 50 Ом.

2.16. Уровень запуска прибора по входам А и Б изменяется в пределах не менее  $\pm 1$  В.

2.17. Прибор в режиме самоконтроля измеряет частоту внутреннего опорного сигнала 100 МГц.

2.18. Прибор обеспечивает измерение параметров входных сигналов с обработкой результата измерения по формуле

$$Y = \pm AX \pm B, \quad (2.13)$$

где  $Y$  — результат обработки;

$X$  — результат измерения;

А и В — коэффициенты, задаваемые оператором в виде  $M \cdot 10^P$ ;

М — целое число от 1 до 999999999;

Р — целое число от минус 15 до плюс 9.

2.19. Прибор обеспечивает цифровой отчет результата измерения с индикацией знака, единиц измерения (Hz, V, s), приставок единиц измерения (п, м, к, М, Г), переполнения ( $\overline{1}$ ), а также индикацию включенного режима работы.

2.20. Время счета прибора устанавливается равным  $10^k$  мкс, где k — целое число от 0 до 9.

При нажатой кнопке МИНИМ устанавливается минимальное время счета, равное:

в режимах измерения частоты и периода по входу А и отношения частот — одному—двум периодам сигнала по входу А (точное число периодов равно показанию прибора после трехкратного нажатия кнопки «П»);

в режиме измерения частоты по входу В — четырем — тридцати двум периодам по входу В (точное число периодов равно показанию прибора после трехкратного нажатия кнопки «П», умноженному на коэффициент деления делителя частоты);

в режиме измерения длительности импульса и интервалов времени — измеряемому интервалу времени.

Время счета МИНИМ используется при частоте входного сигнала до 50 МГц.

2.21. Прибор выдает опорный сигнал частотой 5 МГц. Размах выходного напряжения не менее 1 В на нагрузке 50 Ом.

2.22. Прибор работает от внешнего источника опорного сигнала частотой  $5 \text{ МГц} \pm 10 \text{ Гц}$  синусоидальной формы напряжением от 0,5 до 3 В вместо внутреннего кварцевого генератора.

2.23. Прибор имеет автоматический, ручной и внешний сброс-пуск. Внешний сброс-пуск осуществляется импульсом положительной полярности амплитудой от 1 до 3 В, длительностью не менее 100 нс. Пуск прибора осуществляется воздействием положительного фронта импульса.

2.24. Прибор имеет возможность работы с внешним строб-импульсом, определяющим время счета. Длительность внешнего строб-импульса от 100 нс до 10 с, полярность положительная, нижний уровень в пределах от 0 до 0,2 В, верхний уровень в пределах от 1 до 3 В.

2.25. Прибор обеспечивает соединение с другими устройствами через магистральный канал общего пользования (КОП) по ГОСТ 26.003-80.

2.26. Прибор обеспечивает возможность ручного включения в режим передатчика информации.

2.27. Прибор обеспечивает возможность смены адреса при работе в системе с КОП.

2.28. Прибор обеспечивает питание сменного блока стабилизированными напряжениями постоянного тока.

2.29. Прибор обеспечивает свои технические характеристики по истечении времени установления рабочего режима, равного двум часам.

Время готовности прибора без гарантированной погрешности по частоте внутреннего кварцевого генератора или при работе с внешним источником опорной частоты не более 15 мин.

2.30. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В частотой  $(50 \pm 1)$  Гц или напряжением  $(220 \pm 11)$  В или  $(115 \pm 5,75)$  В частотой  $(400 \pm 10)$  Гц.

Примечание. Допускается питание прибора напряжением 220 В частотой 60 Гц.

2.31. Мощность, потребляемая прибором от сети при номинальном напряжении, не превышает 180 В·А.

2.32. Прибор сохраняет свои технические характеристики в течение 16 ч непрерывной работы. Время непрерывной работы не включает в себя время установления рабочего режима прибора.

2.33. Рабочие условия применения (эксплуатации): температура окружающего воздуха, °С — от минус 10 до плюс 50;

относительная влажность воздуха, % — до 98 при температуре до 25°С;

атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) — от 106 до 60 от (795 до 450).

2.34. Предельные условия транспортирования: температура окружающего воздуха, °С — от минус 60 до плюс 65;

относительная влажность воздуха, % — 98;

атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) — 12 (90).

После пребывания в предельных условиях время выдержки прибора в нормальных условиях не менее 2 ч.

2.35. Габаритные размеры прибора  $488 \times 133 \times 574$  мм. Масса прибора (без упаковки) не более 22 кг, масса прибора с укладочным ящиком не более 35 кг.

2.36. Нарботка на отказ прибора  $T_0$  не менее 6000 ч.

2.37. Гамма-процентный ресурс не менее 10000 ч при  $\gamma=90\%$ .

2.38. Гамма-процентный срок службы не менее 15 лет при  $\gamma=90\%$ .

2.39. Гамма-процентный срок сохраняемости не менее 10 лет для отапливаемых хранилищ или 5 лет для неотапливаемых хранилищ при  $\gamma=90\%$ .

### 3. СОСТАВ ПРИБОРА

3.1. Состав прибора соответствует табл. 3.1.

Таблица 3.1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1. Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64/1	ДЛИ2.721.006-02	1	
2. Комплект комбинированный (ЗИП)	ДЛИ4.068.155	1	

### 4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА

#### 4.1. Принцип действия

4.1.1. Работа прибора в режимах измерения интервала времени, частоты и периода основана на формировании и последующем измерении интервала времени, равного измеряемому интервалу (при измерении времени) или целому числу периодов входного сигнала (при измерении периода и частоты). Измерение интервала времени осуществляется счетно-импульсным методом с применением интерполяционной техники для уменьшения погрешности квантования.

4.1.2. Измеряемый интервал времени  $t_x$  определяется относительно шкалы, образованной метками времени с периодом следования 10 нс, в виде (рис. 4.1)

$$t_x = t_0 + t_1 - t_2,$$

где  $t_0$  — интервал времени между вторым после начала измеряемого интервала тактовым импульсом и вторым после конца измеряемого интервала тактовым импульсом;

$t_1$  — интервал времени между началом измеряемого интервала и вторым, следующим за ним, тактовым импульсом;

$t_2$  — интервал времени между концом измеряемого интервала и вторым, следующим за ним, тактовым импульсом.

Формирование измеряемого интервала времени

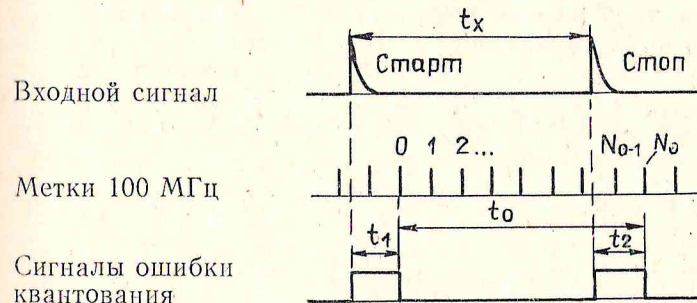


Рис. 4.1.

Интервалы  $t_1$  и  $t_2$  расширяются в  $K_1$  и  $K_2$  раз ( $K_1 \approx K_2 \approx 128$ ) и измеряются, как и  $t_0$ , счетно-импульсным методом (метки времени  $T_0$  равны 10 нс), в результате чего в отдельных регистрах накапливаются результаты измерений

$$N_0 = \left[ \frac{t_0}{T_0} \right] ; \quad N_1 = \left[ \frac{K_1 \cdot t_1}{T_0} \right] ; \quad N_2 = \left[ \frac{K_2 \cdot t_2}{T_0} \right] ,$$

где квадратные скобки означают целую часть выражения, заключенного в эти скобки.

Длительность одиночного интервала времени определяется вычислением по формуле

$$t_x = 10 \left( N_0 + \frac{N_1}{K_1} - \frac{N_2}{K_2} - \Delta N_{ср} \right), \quad (4.1)$$

где  $t_x$  — выражается в наносекундах с разрешающей способностью 0,1 нс;

$\Delta N_{ср}$  — поправочное число, учитывающее взаимное расхождение интерполяторов; определяется в процессе калибровки.

В режиме измерения повторяющихся интервалов времени

(с усреднением) дополнительно подсчитывается число усредненных за время измерения интервалов  $N_E$ ; результат измерения вычисляется по формуле

$$t_x = 10 \left( N_0 + \frac{N_1}{K_1} - \frac{N_2}{K_2} - N_E \cdot \Delta N_{cp} \right) \frac{1}{N_E} \quad (4.2)$$

В режиме измерения периода число  $N_E$  есть количество усредняемых периодов и результат измерения периода  $T_x$  вычисляется по формуле

$$T_x = \frac{1}{f_x} = 10 \left( N_0 + \frac{N_1}{K_1} - \frac{N_2}{K_2} - \Delta N_{cp} \right) \frac{1}{N_E} \quad (4.3)$$

Значение измеряемой частоты  $f_x$  определяется как обратное периоду

$$f_x = \frac{1}{T_x}$$

По входу В прибор измеряет частоту непрерывных и несущую частоту ИМ сигналов  $f_B$ . В процессе измерения формируются интервалы времени, лежащие внутри огибающей радиоимпульсов, равные длительности целого числа периодов несущей частоты. За время счета определяются суммарное число импульсов сигнала опорной частоты  $N_0$ , суммарное число импульсов интерполяторов  $N_1$  и  $N_2$ , суммарное число периодов сигнала несущей частоты  $N_E$ , число радиоимпульсов  $N_{и}$  коэффициент деления делителя частоты  $K_d$  и результат измерения  $f_B$  определяется по формуле

$$f_B = \frac{K_d \cdot N_E}{10 \left( N_0 + \frac{N_1}{K_1} - \frac{N_2}{K_2} - N_{и} \cdot \Delta N_{cp} \right)} \quad (4.4)$$

## 4.2. Структурная схема

4.2.1. Структурная схема прибора (рис. 4.2) включает в себя следующие основные узлы и блоки:

- измеритель частоты и времени;
- селектор;
- интерполятор;

- формирователь готовности;
- блок регистров;
- преобразователь цифро-аналоговый (ЦАП);
- умножитель частоты;
- усилитель;
- линии задержки W1, W2;
- устройство вычислительное управляющее;
- устройство запоминающее оперативное;
- устройство запоминающее программируемое;
- устройство управления;
- устройство ввода-вывода с индикацией;
- устройство ввода-вывода;
- блок питания.

4.2.2. Измеритель частоты и времени конструктивно выполнен в виде сменного блока и содержит усилители-формирователи А и Б, делитель частоты, устройство коммутирующее.

Усилители-формирователи А и Б предназначены для усиления и формирования входных сигналов прибора по входам А и Б.

Устройство коммутирующее вырабатывает сигналы управления усилителями-формирователями.

Делитель частоты усиливает и формирует сигнал, поступающий на вход В прибора, и делит его частоту.

4.2.3. Селектор предназначен:

для формирования из входного сигнала измеряемого интервала времени (строб Е) и из сигнала опорной частоты эталонного интервала времени (строб Т), равного измеряемому интервалу с точностью до периода сигнала опорной частоты;

формирования импульсов  $t_1$  и  $t_2$ ;

счета числа колебаний входного сигнала за время строба Е;

счета числа колебаний сигнала опорной частоты за время строба Т.

4.2.4. Интерполятор содержит два одинаковых канала и служит для расширения импульсов  $t_1$  и  $t_2$  в 128 раз и последующего их изменения методом счета числа колебаний сигнала опорной частоты.

Интерполятор также содержит первые 3 байта счетчика  $N_1$ , подсчитывающего число колебаний опорной частоты за время расширенных импульсов  $t_1$ , первые 3 байта счетчика  $N_2$ , подсчитывающего число колебаний сигнала опорной частоты за время расширенных импульсов  $t_2$ , и дешифратор

адреса, формирующий сигналы считывания информации, и сброса счетчиков.

4.2.5. Формирователь готовности предназначен для выработки сигнала ГОТОВ, задающего время работы селектора. Формирователь готовности также содержит регистр управления, вырабатывающий сигналы управления селектором и часть разрядов счетчиков  $N_E$  и  $N_T$ .

Формирователь готовности содержит также схему совпадения, вырабатывающую сигнал в момент переполнения счетчика  $N_T$ . Сигнал совпадения подготавливает окончание времени счета.

4.2.6. Блок регистров содержит старшие разряды счетчиков  $N_1, N_2, N_E, N_T$ , а также счетчик  $N_H$  числа срабатываний интерполятора. Число  $N_H$  используется при измерении несущей частоты ИМ сигналов. Блок регистров содержит также дешифратор адреса, вырабатывающий сигналы приема и выдачи информации.

4.2.7. ЦАП предназначен для измерения уровня запуска прибора в режиме ручного управления и для установки требуемого уровня запуска в режиме дистанционного управления прибором.

4.2.8. Умножитель частоты предназначен для формирования опорных сигналов частотой 100 МГц.

4.2.9. Усилитель предназначен для усиления выходного сигнала делителя частоты.

4.2.10. Устройство вычислительное управляющее, устройство запоминающее оперативное и устройство запоминающее программируемое образуют микропроцессорный контроллер (МПК), предназначенный для управления работой прибора и обработки результата измерения.

4.2.11. Устройство ввода-вывода с индикацией предназначено для индикации результата измерения и ввода данных с помощью расположенных на нем кнопок.

4.2.12. Устройство управления предназначено для управления работой блока индикации и преобразования командных сигналов МПК в управляющие сигналы прибора.

4.2.13. Устройство ввода-вывода обеспечивает работу прибора в системах через канал общего пользования.

4.2.14. Блок питания обеспечивает все узлы прибора питающими напряжениями. Он содержит также кварцевый генератор и усилитель 5 МГц, предназначенный для выдачи и усиления сигнала опорной частоты 5 МГц.

### 4.3. Измерение частоты и периода по входу А

4.3.1. Входной сигнал усиливается и нормируется усилителем формирователем А и поступает на вход селектора. При этом входной сигнал поступает на формирователь строба Е, а сигнал опорной частоты 100 МГц с выхода умножителя частоты — на вход формирователя строба Т.

4.3.2. После выполнения необходимых предустановок для выбранного режима работы микропроцессорный контроллер (МПК) выдает команду ПУСК, индицирующую выдачу сигнала ГОТОВ с выхода формирователя готовности. После прихода на селектор сигнала ГОТОВ, формирователь строба Е срабатывает в момент поступления первого после сигнала ГОТОВ импульса входного сигнала. Срабатывание формирователя строба Е подготавливает работу формирователя строба Т, который срабатывает после поступления второго после начала строба Е импульса сигналов опорной частоты. Счетчик  $N_T$  (4 бита счетчика расположены в селекторе, 4,5 байта — в формирователе готовности, 1 байт — в блоке регистров), предустановленный в состояние  $N_{пред}$

$$N_{пред} = 2^{40} - \frac{\tau_{сч}}{K} = 2^{40} - N_{вс},$$

где  $\tau_{сч}$  — установленное время счета, с;  $N_{вс} = \tau_{сч}/K$ ;

$K = 10^8$  с — период сигнала опорной частоты, подсчитывает число колебаний сигнала опорной частоты 100 МГц.

В момент переполнения счетчика  $N_T$  сигнал ГОТОВ заканчивается и формирователь строба Е возвращается в исходное состояние в момент поступления очередного импульса входного сигнала, а формирователь строба Т возвращается в исходное состояние в момент поступления второго, после окончания строба Е, импульса сигнала опорной частоты. Таким образом, длительность строба Е равна целому числу периодов входного сигнала, длительность строба Т — целому числу периодов сигнала опорной частоты, и длительности стробов могут превышать установленное время счета на величину периода входного сигнала. Количество периодов входного сигнала за время строба Е подсчитывается счетчиком  $N_E$  (4 бита счетчика расположены в селекторе, 4 бита — в формирователе готовности, 32 бита — в блоке регистров).

4.3.3. Формирователи  $t_1$  и  $t_2$  вырабатывают интерполя-

ционные импульсы  $t_1$  и  $t_2$ . Длительность  $t_1$  равна задержке начала строба Т относительно начала строба Е, длительность  $t_2$  равна задержке конца строба Т относительно конца строба Е.

В интерполяторе импульсы  $t_1$  и  $t_2$  расширяются в 128 раз и счетчики  $N_1$  и  $N_2$  подсчитывают число колебаний сигнала опорной частоты 100 МГц, поступающих на их вход, за время расширенных импульсов. Счетчики  $N_1$  и  $N_2$  имеют емкость 6 байт и расположены в интерполяторе и блоке регистров.

4.3.4. После окончания стробов Е и Т формирователь конца измерения (КИ) запрещает работу селектора и через преобразователь КИ, расположенный в формирователе готовности, информирует МПК о конце измерения. После этого МПК переходят к приему информации со счетчиков регистров  $N_T$ ,  $N_E$ ,  $N_1$  и  $N_2$ .

4.3.5. В режиме  $\langle 1/f_A \rangle$  результат измерения  $\frac{1}{f_A}$  (в нс) вычисляется по формуле

$$\frac{1}{f_A} = 10 \left( N_T + N_{BC} + \frac{N_1}{K_1} - \frac{N_2}{K_2} - \Delta N_{CP} \right) \frac{1}{N_E} \quad (4.5)$$

где  $N_T$  — состояние счетчикового регистра  $N_T$ ;

$$N_{BC} = 2^{40} - N_{пред} = \frac{\tau_{сч}}{10^{-8}}$$

$N_1$ ,  $N_2$  — состояния счетчиковых регистров  $N_1$  и  $N_2$  соответственно;

$N_E$  — состояние счетчикового регистра  $N_E$ ;

$\Delta N_{CP}$  — поправочное число, компенсирующее взаимное рассогласование интерполяторов; определяется и учитывается автоматически при включении прибора и после включения оператором режима калибровки сдвига интерполяторов.

В режиме  $\langle f_A \rangle$  результат  $f_A$  (в ГГц) вычисляется по формуле

$$f_A = \frac{N_E}{10 \cdot \left( N_T + N_{BC} + \frac{N_1}{K_1} - \frac{N_2}{K_2} - \Delta N_{CP} \right)} \quad (4.6)$$

4.3.6. При установленном времени счета МИНИМ (режим работы при частоте входного сигнала не более 50 МГц), длительность строба Е равна одному периоду входного сигнала, счетчик  $N_T$  при этом не предустанавливается и  $N_{BC} = 0$ .

## 4.4. Самоконтроль

4.4.1. Самоконтроль прибора осуществляется путем измерения частоты собственного сигнала частотой 100 МГц.

4.4.2. В режиме самоконтроля коммутатор сигналов включается таким образом, что на вход формирователей стробов Е и Т подается сигнал опорной частоты 100 МГц. Прхождение сигналов и вычисление результата измерения — такие же, как и в режиме  $\langle f_A \rangle$ .

## 4.5. Измерение частоты по входу В

4.5.1. Входной сигнал поступает на вход делителя частоты, усиливается, нормируется и частота его делится на  $K_d$ . Выходной сигнал через усилитель и линию задержки поступает на вход селектора. Коммутатор сигналов включен таким образом, что сигнал с выхода делителя частоты поступает на формирователь строба Е, сигнал опорной частоты 100 МГц — на формирователь строба Т.

4.5.2. В делителе частоты дополнительно формируется сигнал «огibaющая» (видеоимпульс — протектированный ИМ сигнал), который поступает на коммутатор готовности, где укорачивается и стробирует сигнал ГОТОВ.

Интервал времени, на который укорачивается импульс «огibaющая», и время задержки его линией задержки подобраны таким образом, чтобы видеоимпульс «огibaющая» начинался не раньше начала радиоимпульса на входе формирователя строба Е, а заканчивался раньше конца этого радиоимпульса.

При этом формирователь строба Е формирует серию строб-импульсов, длительность каждого импульса равна целому числу периодов входного сигнала и приблизительно равна длительности соответствующего видеоимпульса «огibaющая». Аналогичным образом формируется серия строб-импульсов Т, каждый из которых равен целому числу периодов сигнала опорной частоты 100 МГц.

4.5.3. Счетчики  $N_E$  и  $N_T$  подсчитывают число колебаний сигнала с выхода делителя частоты и сигнала опорной частоты соответственно. Счетчик  $N_T$ , предустановленный в соответствии с выбранным временем счета  $\tau_{сч}$ , переполняется по истечении времени  $\tau_{сч}$  и в момент прихода следующего после окончания сигнала ГОТОВ входного импульса последовательно срабатывают формирователи стробов Е и Т, и измерение заканчивается.

4.5.4. Интерполяционные импульсы  $t_1$  и  $t_2$  вырабатываются формирователями  $t_1$  и  $t_2$  на каждый строб-импульс. Счетчики  $N_1$  и  $N_2$  подсчитывают суммарное число импульсов опорной частоты 100 МГц, поступающих за время расширенных импульсов.

Счетчик  $N_i$  подсчитывает общее число строб-импульсов, выработанных за время счета.

4.5.5. После окончания измерения МПК считывает информацию со счетчиков регистров  $N_T$ ,  $N_E$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_i$  и вычисляет результат измерений  $f_B$  (в ГГц) по формуле

$$f_B = \frac{K_d \cdot N_E}{10(N_T + N_{BC} + \frac{N_1}{K_1} - \frac{N_2}{K_2} - N_u \cdot \Delta N_{CP})} \quad (4.7)$$

#### 4.6. Измерение интервала времени

4.6.1. Сигналы СТАРТ со входа  $A_1$  и СТОП со входа  $B$  через усилители-формирователи поступают на коммутатор сигналов селектора.

Коммутатор сигналов пропускает сигнал СТАРТ на вход формирователя строба  $E$  и сигнал опорной частоты 100 МГц — на вход формирователя строба  $T$ .

4.6.2. После необходимых предустановок МПК вырабатывает сигнал ГОТОВ и формирователь строба  $E$  срабатывает от очередного импульса СТАРТ. Вырабатываемый при этом сигнал УПРАВ переключает коммутатор сигналов таким образом, чтобы на вход формирователя строба  $E$  поступал сигнал СТОП, который и устанавливает формирователь строба  $E$  в исходное состояние. Сигнал УПРАВ снимается и коммутатор сигналов переключается в исходное положение, пропуская на вход формирователя строба  $E$  сигнал СТАРТ. Таким образом, формирователь строба  $E$  формирует строб-импульсы, длительность которых равна интервалу времени между сигналами СТАРТ и СТОП. Формирователь строба  $T$  формирует строб-импульсы, длительность которых равна целому числу периодов сигнала опорной частоты 100 МГц и которые отличаются от длительности строб-импульса  $E$  не более чем на 10 нс.

4.6.3. Счетчик  $N_E$  подсчитывает количество стробов  $E$  (т. е. количество усредняемых интервалов времени) за время счета, счетчик  $N_T$  подсчитывает количество колебаний сигнала опорной частоты.

Интерполяционные импульсы  $t_1$  и  $t_2$  вырабатываются на

каждый строб и счетчики  $N_1$  и  $N_2$  подсчитывают суммарное число колебаний сигнала опорной частоты 100 МГц, поступающих за время расширенных импульсов.

4.6.4. При времени счета МИНИМ формирователями стробов  $E$  и  $T$  формируются по одному строб-импульсу и измерение заканчивается. При другом времени счета сигнал КОНЕЦ ИЗМ вырабатывается после прихода очередного сигнала СТОП при условии, что суммарная длительность измеряемых интервалов времени превысила установленное время счета.

4.6.5. Результат измерения  $t_{A-B}$  (в нс) вычисляется по формуле

$$t_{A-B} = 10(N_T + N_{BC} + \frac{N_1}{K_1} - \frac{N_2}{K_2} - N_E \cdot \Delta N_{CP}) \frac{1}{N_E} \quad (4.8)$$

#### 4.7. Измерение длительности импульсов $t_A$

4.7.1. Измерение длительности импульсов по входу  $A$  осуществляется аналогично измерению интервала времени  $t_{A-B}$ , только при этом входной сигнал поступает на вход  $A$  прибора и в усилителе-формирователе  $A$  он ответвляется также на усилитель-формирователь  $B$ .

4.7.2. В режиме « $t_A$ » в зависимости от положения переключателей « $\int/\sim$ » прибор измеряет длительность положительных или отрицательных импульсов, длительность фронта, длительность спада.

#### 4.8. Измерение отношения частот $f_B/f_A$

4.8.1. Сигнал по входу  $A$  через усилитель-формирователь и коммутатор сигналов подается на вход формирователя строба  $E$ , сигнал со входа  $B$  — на вход формирователя строба  $T$ .

4.8.2. Формирование и прохождение сигналов осуществляется так же, как и в режимах « $f_A$ » или « $1/f_A$ », за исключением того, что вместо сигнала опорной частоты 100 МГц на вход формирователя строба  $T$  подается сигнал со входа  $B$ .

Эта особенность приводит к тому, что действительное время счета  $\tau_{сч} B/A$  (в с) в данном режиме отличается от установленного значения  $\tau_{сч}$  и составляет

$$\tau_{сч B/A} = \tau_{сч} \cdot \frac{100}{f_B},$$

где  $\tau_{сч}$  — установленное время счета, с;  
 $f_B$  — частота сигнала по входу Б, МГц.

4.8.3. Результат измерения  $\frac{f_B}{f_A}$  в относительных единицах вычисляется по формуле

$$\frac{f_B}{f_A} = \frac{N_T + N_{вс}}{N_E} \quad (4.9)$$

#### 4.9. Измерение отношения частот $f_B/f_A$

4.9.1. Формирование и прохождение сигналов осуществляется так же, как и в режиме  $f_B/f_A$ , за исключением того, что на вход формирователя строба Т подается сигнал с выхода делителя частоты.

Действительное время счета  $\tau_{сч В/А}$  (в с) равно

$$\tau_{сч В/А} = \tau_{сч} \frac{K_d \cdot 100}{f_B}$$

где  $f_B$  — частота сигнала по входу В, МГц.

4.9.2. Результат измерения  $\frac{f_B}{f_A}$  в относительных единицах вычисляется по формуле

$$\frac{f_B}{f_A} = \frac{K_d (N_T + N_{вс})}{N_E} \quad (4.10)$$

#### 4.10. Измерение суммы (разности) количеств колебаний сигналов по входам А и Б.

4.10.1. При включении кнопки « $\diamond$ » прибор переходит в режим измерения суммы и разности (в зависимости от положения переключателя «А+Б/А-Б» на задней панели прибора) количеств колебаний сигналов по входам А и Б.

Сигнал со входа А поступает на формирователь строба Е, сигнал со входа Б — на формирователь строба Т.

4.10.2. Подготовка прибора к счету осуществляется первым колебанием сигнала по входу А после нажатия кнопки включения режима.

При этом срабатывает формирователь строба Е и счетчик  $N_E$  подготавливается к счету следующих колебаний.

После подготовки счета по входу А первым колебанием сигнала по входу Б запускается формирователь строба Т, подготавливая к счету счетчик  $N_T$ . С этого момента счетчик  $N_T$  считает число колебаний сигнала по входу Б.

4.10.3. МПК периодически считывает состояния ( $N_E$  и  $N_T$ ) счетчиков  $N_E$  и  $N_T$ , определяет их сумму  $N_E + N_T$  или разность  $N_E - N_T$  в зависимости от положения переключателя «А+Б/А-Б» и выводит результат на индикацию.

4.10.4. При выключении кнопки « $\diamond$ » (осуществляется ее повторным нажатием) формирователи стробов Е и Т возвращаются в исходное состояние и счет прекращается.

4.10.5. При использовании данного режима с внешним стробом прибор подготавливается к приему внешнего строба включением кнопки « $\diamond$ ».

Первым после начала внешнего строба колебанием сигнала по входу А запускается формирователь строба Е, подготавливая счетчик  $N_E$  к счету колебаний по входу А.

После подготовки счета по входу А первым колебанием по входу Б запускается формирователь строба Т, подготавливая счетчик  $N_T$  к счету колебаний по входу Б.

Счет колебаний сигнала по входу А прекращается первым после окончания внешнего строба колебанием по входу А, счет колебаний сигнала по входу Б прекращается первым (после окончания счета по входу А) колебанием сигнала по входу Б.

Результат измерения  $N_E + N_T$  (или  $N_E - N_T$ ) выводится на индикацию после окончания внешнего строба.

#### 4.11. Ограничение полосы пропускания усилителей-формирователей

4.11.1. При низкой частоте входного сигнала (до 5—10 МГц) полоса пропускания входных устройств прибора может быть ограничена для уменьшения погрешности измерения, вызванной высокочастотными шумами на входе прибора.

Ограничение полосы пропускания входных устройств осуществляется последовательным нажатием кнопки « $\Pi$  А»; по первому нажатию ограничивается полоса пропускания по входу А, по второму — по входу Б, по третьему — по обоим входам. Четвертое нажатие кнопки снимает ограничение полосы пропускания входных устройств.

#### 4.12. Режим калибровки

4.12.1. Режим калибровки интерполяторов включается по-

следовательным нажатием кнопок «  $\blacktriangledown$  » и «0» или после включения прибора при любом времени счета кроме МИНИМ. В этом режиме в крайнем левом разряде индикаторного табло высвечивается знак «  $\square$  ».

Калибровка интерполяторов состоит из цикла измерения коэффициентов интерполяции  $K_1$  и  $K_2$  и цикла измерения поправки  $\Delta N_{\text{ср}}$ .

4.12.2. При измерении коэффициентов интерполяции формирование сигналов и их прохождение осуществляется так же, как и в режиме КОНТРОЛЬ.

Прибор осуществляет 256 пар измерений подряд, причем второе измерение в каждой паре отличается от первого тем, что на выходе формирователей  $t_1$  и  $t_2$  импульсы на 10 нс короче.

МПК считывает состояние счетчиков  $N_1$  и  $N_2$  после каждого измерения, находит их разность в каждой паре измерений и подсчитывает среднее значение этой разности. Полученные числа  $K_1$  и  $K_2$  являются коэффициентами расширения импульсов  $t_1$  и  $t_2$ , т. е. коэффициентами интерполяции.

4.12.3. При измерении поправки  $\Delta N_{\text{ср}}$  формирование сигналов и их прохождение осуществляется так же, как и в режиме КОНТРОЛЬ, однако за счет стробирования сигнала ГОТОВ (стробирование осуществляется внутренними сигналами селектора) в процессе измерения формируется определенное число  $N_{\text{ик}}$  стробов Т и Е. Поправка  $\Delta N_{\text{ср}}$  вычисляется по формуле

$$\Delta N_{\text{ср}} = (N_{\text{Т}} + N_{\text{Вс}} + \frac{N_1}{K_1} - \frac{N_2}{K_2} - N_{\text{Е}}) \frac{1}{N_{\text{ик}}}$$

Полученные в процессе калибровки числа  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $\Delta N_{\text{ср}}$  и  $N_{\text{ик}}$  запоминаются и используются при измерениях.

#### 4.13. Измерение уровня запуска прибора по входам А и Б

4.13.1. Режим включается нажатием кнопки «V». При этом ЦАП, управляемый МПК по алгоритму поразрядного уравнивания, производит измерение напряжения запуска УРОВЕНЬ А и УРОВЕНЬ Б. Запись кодов производится в регистры А и Б цифро-аналогового преобразователя, элементами сравнения служат компараторы напряжений А и Б.

В режиме дистанционного управления цифро-аналоговый преобразователь выдает напряжения программируемых уровней запуска на усилители-формирователи каналов А и Б.

#### 4.14. Конструкция

4.14.1. Прибор имеет бесфутлярную конструкцию настольного исполнения. Несущий каркас прибора состоит из сборного основания, двух боковых кронштейнов, задней и передней панелей. Нижняя крышка прибора снабжена съемными ножками. Для удобства визуального считывания результатов измерений прибору можно придать наклонное положение с помощью откидной скобы, крепящейся к двум ножкам на нижней крышке.

4.14.2. Органы управления, индикации и присоединительные разъемы расположены на передней и задней панелях и снабжены соответствующими надписями и обозначениями.

4.14.3. На передней панели расположены:

тумблер СЕТЬ — для включения напряжения сети;

индикатор «  $\text{II}$  » — сигнализирует о включении питания кварцевого генератора;

цифровое табло, состоящее из 13 цифровых семисегментных индикаторов;

индикаторы «Hz», «s» и «V» — индицируют единицы измерения;

индикаторы «п», «и», «т», «к», «М» и «G» — индицируют приставки единиц измерения;

индикатор «  $\blacktriangle$  » — индицирует работу в режиме КОНТРОЛЬ;

индикатор ВНЕШН — индицирует работу в режимах внешнего пуска или внешнего строба;

индикатор ПРМ — индицирует работу прибора в режиме приемника информации с КОП;

индикатор ПРД — индицирует работу прибора в режиме передатчика информации в КОП;

индикатор «  $\text{---}$  » — индицирует работу прибора в режиме дистанционного управления;

индикатор «30» — индицирует выработку прибором сигнала ЗАПРОС ОБСЛУЖИВАНИЯ;

индикатор «  $\text{000}$  » — засвечивается во время счета прибора;

индикатор «  $\text{I}$  » — индицирует готовность прибора к следующему измерению;

кнопка «  $\times$  /ВНМ» — предназначена для ручного сброса прибора в местном управлении и выработки местного сообщения ВНМ (возврат на местное) в дистанционном управлении;

кнопки 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 — используются для уста-


повки показателя степени выбранного времени счета, для ввода констант в калькуляторном режиме работы;


кнопка МИНИМ — устанавливает минимальное время счета;

кнопка КОНТР ИНД — используется для контроля элементов табло;

кнопка МАСШТ — используется в калькуляторном режиме;

кнопка П (программа) — вызывает дополнительные режимы работы;

кнопка «  » — вызывает подпрограмму калибровки;

кнопка «  » — вызывает подпрограмму контроля;

кнопка СДВИГ — используется в калькуляторном режиме;

кнопка ЗНАК — используется в калькуляторном режиме для изменения знака числа и порядка;

кнопка ВП (внешний пуск) — используется для включения режима работы с внешним пуском;

кнопка ВС (внешний строб) — используется для включения режима работы с внешним стробом.

4.14.4. На задней панели прибора расположены:

разъем «5 MHz» и переключатель ВНЕШН-ВНУТР — служат для подачи сигнала опорной частоты от внешнего источника вместо сигнала внутреннего кварцевого генератора или выдачи опорного сигнала частотой 5 МГц для внешнего использования;

потенциометр КОРРЕКЦ ЧАСТ — предназначен для подстройки частоты внутреннего кварцевого генератора;


разъем КОП — предназначен для работы прибора с каналом общего пользования;


переключатель ТПД — используется для программирования прибора только на передачу;

переключатели АДРЕС (А0, А1, А2, А3 и А4) — используются для установки адреса, присвоенного данному прибору в системе КОП;

переключатель А+Б/А—Б — используется для выбора режима счета числа колебаний по входам А и Б;

разъем ВНЕШН СТРОБ — используется для подачи внешних сигналов пуска или строба в зависимости от выбранного режима работы;

разъем «  » — предназначен для подключения к осциллографу с целью наблюдения за моментом запуска прибора по входу А;

разъем «  » — предназначен для подключения к осциллографу с целью наблюдения за моментом запуска прибора по входу Б;

сетевой разъем «180 V·A» — предназначен для подключения к прибору сетевого шнура питания; в крайние штыри разъема вмонтированы две плавкие вставки (предохранители);

планка «220 V 50; 400 Hz» или «115V 400 Hz», с помощью которой осуществляется коммутация цепей блока питания в зависимости от частоты и напряжения питающей сети;

клемма защитного заземления;

электрохимический счетчик времени наработки типа ЭСВ-2,5-12,6-1, с помощью которого осуществляется учет часов работы прибора.

Примечание. Счетчик времени наработки в приборе может быть не установлен. В этом случае в формуляре прибора производителем делается соответствующая отметка.


4.14.5. На передней панели прибора имеется окно для встраивания сменных блоков. Питание сменных блоков осуществляется через внутренние разъемы, сменный блок механически крепится к прибору двумя невыпадающими винтами.

4.14.6. Прибор состоит из функциональных блоков, выполненных в виде плат с печатным монтажом, сочлененных с базовой платой через контактные колодки.

4.14.7. Блок питания собран из шасси и вместе с задней панелью представляет самостоятельный узел. Электрическое соединение блока питания с остальной частью прибора осуществляется с помощью двух контактных разъемов. На шасси блока питания установлены генератор кварцевый и усилитель 5 МГц.

4.14.8. Измеритель частоты и времени конструктивно выполнен в виде сменного блока, вставляемого в частотомер со стороны передней панели. Каркас блока состоит из передней и задней панелей, шасси и боковых планок. Блок закрывается сверху и снизу защитными крышками, которые крепятся винтами к задней панели.

Все органы управления блока сосредоточены на его передней панели.

Кнопки « $f_A$ », « $1/f_A$ », « $f_B$ », « $t_{A-B}$ », « $t_A$ », « $f_B/f_A$ », «  », «V» и индикатор « $f_B/f_A$ » предназначены для выбора вида измерений;

кнопка «  $\mathcal{L}_A$  » предназначена для ограничения полосы пропускания входных устройств;

индикатор кнопки «  $\mathcal{L}_A$  » и индикатор «  $\mathcal{L}_B$  » предна-

значены для индикации включения ограничения полосы пропускания соответствующих входных устройств;

цифровой индикатор предназначен для индикации показателя степени установленного времени счета;

ручки УРОВЕНЬ служат для установки уровня запуска по входам А и Б;

индикаторы «+» и «-» служат для индикации запуска обоих каналов;

разъемы А, Б, В — предназначены для подключения источника измеряемого сигнала;

переключатели « $\int/\backslash$ » служат для выбора фронта входных сигналов по входам А и Б;

переключатели « $\sim/==$ » служат для выбора связи (по переменному току или гальванической) между источником сигнала и входными усилителями каналов А и Б;

переключатели «50  $\Omega$ /1 М $\Omega$ » служат для выбора величины входного сопротивления по входам А и Б;

переключатели «X1/X10» служат для выбора предела входного сигнала по входам А и Б;

разъем « $\square$ » служит для подключения питания к внешнему усилителю 0,1—1,1 ГГц 2.030.040 (из ЗИП прибора).

4.14.9. Размещение основных составных частей прибора приведено в приложении 1.

## 5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИБОРА

### 5.1. Измеритель частоты и времени 2.802.001

5.1.1. Измеритель частоты и времени (ИЧВ) включает в себя:

устройство коммутирующее;

усилители-формирователи каналов А и Б;

делитель частоты 1500 МГц;

входные и выходные разъемы и органы управления на передней панели.

### 5.2. Устройство коммутирующее 3.609.035

5.2.1. Устройство коммутирующее (УК) содержит: кнопки управления режимами работы и полосой входных устройств;

индикаторы подсвета режимов работы;

индикатор показателя степени времени счета;

переключатели для управления входными устройствами усилителей-формирователей каналов А и Б.

5.2.2. УК обеспечивает программный доступ микропроцессорного контроллера (МПК) к органам управления (кнопки, переключатели) и индикаторам ИЧВ.

Основным элементом связи УК с МПК является параллельный интерфейс D3, с помощью которого осуществляется ввод-вывод оперативной информации. Интерфейс D3 адресуется как устройство ввода-вывода по адресам 58H—5BH.

К шине данных интерфейс подключается через двунаправленный буфер D2.

5.2.3. В зависимости от режима работы интерфейс D3 по каналам КА0—КА7, КС0—КС7 и КВ0—КВ7 конфигурируется следующим образом:

в режиме местного управления (МУ) КА0—КА7 и КС0—КС3 — выходы, КС4—КС7 и КВ0—КВ7 — входы;

в режиме дистанционного управления (ДУ) КА0—КА7, КС0—КС3 и КВ0—КВ7 — выходы, КС4—КС7 — входы.

Код, читаемый МПК по каналу КС, FXH — соответствует наличию ИЧВ в составе прибора.

5.2.4. Каждый из каналов интерфейса D3 имеет определенное назначение.

Канал КА0—КА7 и биты КС0, КС1 управляют индикаторами, бит КС2 переключает режимы МУ или ДУ, канал КВ0—КВ7 в режиме ДУ выдает управляющий код для переключения входных устройств.

Биты КА0—КА3 управляют дешифратором D4, переключая взаимoisключающие друг друга индикаторы режимов работы Н12—Н15.

Биты КС0 и КС1 через инвертор D1.2 включают индикаторы ограничения полосы Н13 и Н14 и цепи управления полосой каналов А и Б.

Биты КА4—КА7 через дешифратор D5 переключают цифровой индикатор показателя степени времени счета Н15.

5.2.5. Микропереключатели S9—S17 при нажатии кнопок подключают столбцы к цепи Строка 2. Цепи столбцов и цепь Строка 2 являются составной частью аналогичных цепей устройства ввода-вывода с индикацией 3.045.061.

В режиме МУ на линии Управл. ДУ лог. 0. Переключатели S1—S8 позволяют управлять входными устройствами ИЧВ с его передней панели.

### 5.3. Усилитель-формирователь 2.084.042

5.3.1. Усилитель-формирователь предназначен для усиления

ния и формирования входных сигналов в диапазоне частот от 0 до 150 МГц и содержит:

аттенюатор,  
усилитель,  
формирователь,

переключатель выбора рабочего фронта входного сигнала.

5.3.2. Атенюатор представляет собой частотно-компенсированный высокоомный делитель напряжения на элементах R5, R8, R11 и C2. Включение аттенюатора осуществляется с помощью реле K1. Общее сопротивление делителя — 1 МОм. Входное сопротивление 50 Ом обеспечивается подключением к входной цепи резистора R19 с помощью реле K4. Связь источника сигнала с прибором по постоянному току осуществляется закорачиванием конденсатора C1 с помощью реле K2.

5.3.3. При выключенном реле K3 сигнал со входа прибора через резистор R9 поступает на вход усилителя и на разъем Выход (X2).

На входе усилителя стоит истоковый повторитель на сдвоенном транзисторе V4. Нижний по схеме транзистор служит динамической нагрузкой каскада и обеспечивает компенсацию токового дрейфа повторителя. Связь усилителя со входом прибора по переменному току осуществляется с помощью конденсатора C12.

5.3.4. Уровень срабатывания усилителя устанавливается вручную потенциометром УРОВЕНЬ (на передней панели прибора). При дистанционном управлении уровень срабатывания устанавливается с выхода ЦАП прибора, при этом реле K5 включено.

Первый каскад усилителя собран на модуле A1, второй — на сдвоенном транзисторе V10 и предназначен для согласования уровней напряжения постоянного тока. Третий каскад усилителя собран на модуле A2.

На выходе усилителя — фильтр нижних частот на элементах C25, C26 и V13. Ограничение полосы пропускания происходит при прямом смещении диода V13 путем подачи управляющего сигнала через конт. 8, 29 разъема.

5.3.5. Формирователь преобразует исследуемый сигнал в импульсы с крутыми фронтами и нормированные по амплитуде. Формирователь построен по симметричной схеме на микросхеме D3. Сформированный сигнал через переключатель выбора фронта на микросхеме D5 и усилитель D4.3 поступает на выход.

Для определения состояния выхода усилителя-формирователя служит преобразователь уровня на транзисторах V16 и

V17, к выходам которого подключены индикаторы на светодиодах (находятся в устройстве коммутирующем).

#### 5.4. Делитель частоты 1500 МГц 2.208.045

5.4.1. Делитель частоты предназначен для деления частоты входного сигнала в диапазоне от 100 до 1500 МГц и выделения огибающей ИМ сигнала.

Делитель частоты содержит:

входной усилитель;  
схему выделения огибающей ИМ сигнала;  
схему управления коэффициентом деления;  
делитель частоты на 4;  
два делителя частоты на 2.

5.4.2. Входной усилитель A1 предназначен для усиления входного сигнала в полосе частот 100—1550 МГц. С выхода усилителя сигнал поступает на делитель частоты на 4 D1, на схему выделения огибающей ИМ сигнала, на схему управления коэффициентом деления, на переключатель.

5.4.3. Через конденсатор C16 сигнал поступает на детекторный диод V4. Продетектированный сигнал усиливается усилителем на транзисторах V5, V9, V14, V16, «запоминается» на конденсаторе C33 и через согласующий транзистор V15 поступает на вход микросхемы D6. Кроме того, напряжение с выхода V15 через цепочку ООС R28, C27 поступает на базу транзистора V9. Сигнал с выхода V14 сравнивается пороговым устройством на микросхеме D5 с опорным напряжением, установленным резистором R45, и преобразуется в сигнал с уровнями ЭСЛ.

При измерении несущей частоты ИМ сигнала на выходе D5 формируются импульсы с длительностью, равной длительности входных импульсов. Схема задержки на микросхеме D7 обеспечивает задержку этих импульсов на время, определяемое постоянной времени цепи C43, R58.

5.4.4. Схема управления, совместно с переключателем предназначена для выбора коэффициента деления частоты входного сигнала, равного 4 или 16. Сигнал с усилителя поступает на ФНЧ на элементах L3, C34, L4. При частоте сигнала в полосе пропускания ФНЧ входной сигнал поступает на детекторный диод V17. Пороговое устройство на микросхеме D8 сравнивает напряжение, поступающее с детектора, с опорным напряжением, и управляет триггером на микросхеме D10. При этом на выв. 6 D10 низкий уровень, открывается транзистор V19, в результате этого диоды V7 и V12 открываются, и входной сигнал поступает на вход микросхемы D2,

выполняющей деление на 2, и далее на аналогичный делитель на 2 на микросхеме D3. Коэффициент деления частоты входного сигнала равен 4.

Если частота входного сигнала не входит в полосу пропускания ФНЧ, то сигналом с выхода микросхемы D11, поступающим на триггер D10, последний устанавливается в нулевое состояние. Транзистор V20 открывается, в результате этого открываются диоды V6 и V11, и сигнал с выхода делителя на 4 — микросхемы D1 — поступает на вход микросхемы D2.

Коэффициент деления входного сигнала при этом равен 16.

5.4.5. Состояние триггера D10 контролируется МПК через мультиплексор D11.

### 5.5. Усилитель 2.030.041

5.5.1. Усилитель предназначен для усиления выходного сигнала сменного блока (для сигнала, поступающего на вход В ИЧВ).

Усилитель собран по дифференциальной схеме на транзисторах V5 и V6. Вход усилителя — дифференциальный. Диоды V1—V4 создают необходимое базовое смещение транзисторов. Выходной сигнал усилителя снимается через эмиттерный повторитель на транзисторе V7. Потенциометром R5 устанавливается смещение выходного сигнала по постоянному току.

### 5.6. Селектор 2.216.001

5.6.1. Селектор предназначен для формирования и измерения интервала времени, равного целому числу периодов исследуемого сигнала при измерении частоты или периода, или равного интервалу времени при измерении временных интервалов.

Селектор содержит:

коммутатор входных сигналов;

формирователь строба Е;

формирователь строба Т;

счетчики Е и Т;

формирователи  $t_1$  и  $t_2$ ;

преобразователи уровня;

формирователь сигнала КОНЕЦ ИЗМ;

формирователь сигнала ВНЕШН СТРОБ.

5.6.2. На селектор поступают сформированные сигналы со

входов А, Б и В прибора, сигнал 100 МГц с умножителя частоты и сигнал ОГИБАЮЩАЯ. На входы формирователей строба и входы счетчиков эти сигналы поступают в зависимости от выбранного режима работы через коммутатор на микросхеме D10. Приемники с линий на микросхемах D1, D2 и D12 компенсируют затухание передающих линий.

5.6.3. Формирователь строба Е собран на Д-триггерах (микросхемы D13.1 и D13.2). Синхронизация триггера D13.2 осуществляется через линию задержки W1.

В режиме работы с МИНИМ, когда длительность строба должна равняться одному периоду измеряемого сигнала или измеряемому интервалу, открыты ключи D6.2 и D6.3. Положительный перепад с выхода D13.2 (выв. 15) устанавливает триггер D11.1 в состояние лог. 1. После этого второй положительный перепад на входе С триггера D13.2 не изменит его состояние.

Формирователь строба Т собран на Д-триггерах (микросхема D15).

5.6.4. Формирователь импульса  $t_1$  построен на триггерах микросхемы D17, формирователь импульса  $t_2$  собран на триггерах микросхемы D16.

Счетчик Е построен на микросхемах D19 и D22.

Счетчик Т построен на микросхемах D20 и D21.

5.6.5. Формирователь сигнала КОНЕЦ ИЗМ построен на микросхеме D18.1. Во всех режимах работы без МИНИМ после окончания строба Т сигнал ГОТОВ исчезает. На D18.1, выв. 9, 10, 11, 12, устанавливается лог. 0. На D18.1, выв. 14, появляется сигнал КОНЕЦ ИЗМ (лог. 1).

5.6.6. Преобразователь уровня на микросхеме D14.1 и транзисторах V4 и V5 управляет работой индикатора СЧЕТ.

Одновибраторы на микросхемах D18.2 и D14.3 формируют в момент окончания строба Т импульсы удержания длительностью не менее 3 мкс.

По окончании импульсов удержания цикл счета повторяется.

### 5.7. Формирователь готовности 2.084.037

5.7.1. Формирователь готовности (ФГ) предназначен для формирования сигнала ГОТОВ, управления работой селектора 2.216.001, счета числа импульсов по каналам N<sub>т</sub> и N<sub>Е</sub>.

ФГ обеспечивает программный доступ МПК к селектору. Обслуживают ФГ порты ввода-вывода 50Н—57Н, вырабатываемые блоком регистров 3.056.060. ФГ производит про-

граммное переключение цепей селектора в заданных режимах работы путем записи в регистры D20, D21 соответствующих кодов по портам 50Н и 51Н. ФГ выполняет перевод селектора в исходное состояние и последующий пуск, т. е. подготовку к очередному измерению.

5.7.2. После сброса счетчиков канала Nт, D7, D11—D14 на выв. 8 микросхемы D17 устанавливается лог. 1, благодаря этому отпирается вентиль D6.4. Далее следует выдача по порту 53Н, формируется сигнал УСТАНОВКА, который устанавливает в исходное состояние триггеры селектора и ФГ (D15 — в лог. 1). При этом сигнал ГОТОВ исчезает. После этого следует пуск прибора — прием по порту 50 (положительный импульс на С-входе триггера D15.2), появляется сигнал ГОТОВ, селектор готов к измерению.

5.7.3. Сигнал селектора КОНЕЦ ИЗМ через преобразователь уровня на транзисторах V1 и V2 подается на С-вход триггера D15.1, состояние выхода которого анализируется МПК путем опроса буфера данных D18. Сигнал КОНЕЦ ИЗМ записывается в триггер D15.1 лог. 0. МПК фиксирует конец измерения и приступает к обработке результата измерения.

Сигнал КОНЕЦ ИЗМ в режимах работы, когда используется время счета, является следствием переполнения счетчика Nт. Как только счетчик Nт накопит количество импульсов, соответствующее выбранному времени счета, микросхема D17 (8И-НЕ) по совпадению на своем выв. 8 выработает отрицательный импульс, который установит триггер D15.2 в лог. 1, и сигнал ГОТОВ исчезнет.

В режимах МИНИМ и суммирования микросхема D17 по выв. 11 блокируется лог. 0, совпадение не фиксируется, сигнал ГОТОВ не исчезает. Переход из состояния измерения к обработке данных осуществляется по анализу сигнала КОНЕЦ ИЗМ, который формирует селектор после измерения одного периода входного сигнала в режиме МИНИМ или по прерыванию в режиме суммирования.

5.7.4. Для подключения младших байтов счетчиков Nт и N<sub>Е</sub> к шине данных используются преобразователи уровней ЭСЛ в ТТЛ D1 и D2 и мультиплексоры D9 и D10. Старшие полубайты этих счетчиков организованы на микросхемах D7 и D8. Старшие разряды счетчиков D11—D14 через свои внутренние буферы данных подключены непосредственно к шине данных МПК.

Микросхема D6.3 управляет работой индикатора готовности.

## 5.8. Интерполятор 3.053.001

5.8.1. Интерполятор предназначен для расширения в 128 раз длительности сигналов ошибки квантования, измерения той же длительности и выдачи кода результата измерения МПК.

Сигналы ошибки квантования начала и конца измерения, соответственно  $t_1$  и  $t_2$  поступают на приемники с линии D1.1 и D1.2. С выходов приемников снимаются парафазные сигналы для управления работой расширителей.

5.8.2. Расширитель импульсов  $t_1$  собран на переключателе тока V4 и V6, транзисторе V8 и конденсаторе C11. Расширитель импульсов  $t_2$  собран на переключателе тока V5 и V7, транзисторе V9 и конденсаторе C12.

В исходном состоянии левый по схеме транзистор переключателя открыт. Напряжение на конденсаторе определяется напряжением открытого перехода база-эмиттер транзистора (V8 или V9). При поступлении на вход расширителя импульса  $t$  происходит переключение стабильного тока разряда (генератор тока — V2 и V3) в первый по схеме транзистор переключателя. При этом происходит быстрый разряд конденсатора, транзистор (V8 или V9) закрывается. По окончании импульса  $t$  происходит переключение тока в левый транзистор, а конденсатор начнет медленно заряжаться стабильным током разряда (генератор тока — V12, V13) до исходного состояния. Расширенный импульс выделяется пороговым устройством (D2, D3) и преобразуется им в импульс с уровнями лог. 0 и 1 ЭСЛ.

5.8.3. Расширенные импульсы  $t'_1$  и  $t'_2$  используются для стробирования счетчиков числа импульсов N<sub>1</sub> (D4, D9, D15, D17) и N<sub>2</sub> (D5, D10, D16, D18). Счетчики подсчитывают количество импульсов опорной частоты 100 МГц, поступивших на их входы в течение длительности  $t'_1$  и  $t'_2$ .

5.8.4. Программный доступ к счетчикам числа импульсов N<sub>1</sub> и N<sub>2</sub> обеспечивается селектором адреса D11, который формирует порты приема и выдачи 38Н—3FH. Младший байт счетчиков N<sub>1</sub> и N<sub>2</sub> содержит полубайт счетчиков D4 и D5 (ЭСЛ) с трансляторами уровней D7 и D8 и полубайт счетчиков D9 и D10 (ТТЛ). Для подключения младшего байта к МПК используются мультиплексоры D13 и D14. Счетчики D15—D18 (К-МОП) позволяют подключаться непосредственно к шине данных МПК.

Порт приема 39Н, вырабатываемый селектором адреса D11 и логическими элементами D12.4 и D12.2, образует импульс сброса всех счетчиков реального времени.

С коллектора транзистора V15 снимается сигнал, определяющий количество циклов интерполяции, характеризующих число измеряемых интервалов времени.

### 5.9. Блок регистров 3.056.060

5.9.1. Блок регистров (БР) предназначен для подсчета количества импульсов в пяти каналах и выдачи соответствующей информации на шину данных, а также для формирования и выдачи ряда управляющих сигналов.

БР содержит:

пять счетных каналов —  $N_E$ ,  $N_I$ ,  $N_1$ ,  $N_2$  и  $N_T$ ;

буфер данных (БД);

схему управления (СУ).

5.9.2. Все счетные каналы построены на микросхемах однобайтного счетчика 04ИЕ007 и отличаются их количеством.

$N_E$  содержит четыре байта — D3, D5, D7, D9, адреса 37, 36, 35, 34.

$N_I$  содержит пять байт — D4, D6, D8, D10, D12; адреса 77, 76, 75, 74, 73.

$N_1$  содержит три байта — D13, D15, D17; адреса 33, 32, 31.

$N_2$  содержит три байта — D14, D16, D18; адреса 72, 71, 70.

$N_T$  содержит один байт — D19, адрес 30.

БД на микросхеме D20 стыкует входы/выходы микросхем счетчиков с шиной данных.

СУ на микросхемах D1 и D2 определяет какая из микросхем счетчиков подключена к БД (D1.2 и D2.2) и вырабатывает ряд выходных сигналов для управления другими устройствами прибора (D1.1 и D2.1).

### 5.10. Преобразователь цифро-аналоговый 3.036.056

5.10.1. Преобразователь цифро-аналоговый (ЦАП) предназначен для измерения и выдачи напряжения запуска прибора по входам А и Б. Он имеет два идентичных канала, каждый из которых обеспечивает:

разрядность, бит — 8;

минимальный шаг перестройки, мВ — 5;

максимальное напряжение, мВ — 1275;

минимальное напряжение, мВ — минус 1275.

5.10.2. ЦАП включает в себя:

двунаправленный шинный формирователь D1;

параллельный интерфейс D2;

программируемый токовый ключ D3 (D4);

суммирующий усилитель D5 (D6);

инвертирующий повторитель D7 (D8);

аналоговый ключ D9 (D10);

компаратор отрицательного напряжения D11 (D14);

компаратор положительного напряжения D12 (D13);

делитель опорного напряжения R1, R4, V1, R5.

5.10.3. ЦАП выполнен на программируемых токовых ключах D3, D4, к выходам которых подключены суммирующие усилители D5 и D6. Выходные напряжения суммирующих усилителей инвертируются повторителями D7 и D8. На выходах суммирующих усилителей и инвертирующих повторителей вырабатываются напряжения, равные по величине и обратные по знаку. Эти напряжения подаются на неинвертирующие входы компараторов напряжения D11, D12, D13, D14, выполняющих функцию нуль-органов. На инвертирующие входы компараторов подаются измеряемые напряжения, равные уровням запуска каналов А и Б.

Выходные напряжения ЦАП подаются также на входы аналоговых ключей D9 и D10, которые в зависимости от установленного режима работы или заперты, или открыты для выдачи положительного или отрицательного напряжения.

Когда аналоговый ключ закрыт, цепь Вход/Выход 1 (2) является входом измеряемого напряжения; когда ключ открыт, положительное или отрицательное напряжение ЦАП пропускается на Выход 1 (2).

5.10.4. ЦАП программно доступен МПК благодаря связи с ним через параллельный интерфейс D2 и шинный формирователь D1.

Интерфейс D2 запрограммирован следующим образом: порты А, В и младшая половина порта С работают на выход, а старшая половина порта С — на чтение. Порт А управляет ЦАП канала А, порт В — ЦАП канала Б, младшая половина порта С управляет аналоговыми ключами D9 и D10. По старшим четырем битам порта С МПК принимает данные и анализирует состояние компараторов в режиме измерения напряжения.

5.10.5. Измерение уровня запуска (напряжения) производится по алгоритму поразрядного уравнивания за девять шагов. Первым шагом определяется знак напряжения, за остальные — его величина.

При дистанционном управлении, т. е. при работе прибора в системе с КОП, МПК открывает ключи D9 и (или) D10 для положительных или отрицательных напряжений, вырабатываемых ЦАП.

Опорное напряжение 1280 мВ, определяющее максимальную величину измеряемого или выдаваемого напряжения, устанавливается делителем опорного напряжения R1, R4, V1, R5. Резисторы R2, R10, R3, R11 служат для балансировки усилителей D5 и D7.

5.10.6. ЦАП обеспечивает два режима работы: измерение напряжения на конт. 5,24 А и 4,25 А или выдачу на указанные контакты напряжения от минимального до максимального. На выв. 6 усилителей D5 и D7 в зависимости от кода на выходах канала А интерфейса D2 МПК устанавливает напряжение от 0 до 1275 мВ, причем на D5 — отрицательное, а на D7 — положительное.

При измерении напряжения на Входе/Выходе 1 ключ D9 закрыт и измеряемое напряжение поступает на инвертирующие входы компараторов D11 и D12.

### 5.11. Микропроцессорный контроллер (МПК)

5.11.1. МПК предназначен для управления процессом измерения и вычисления результата измерения. МПК имеет модульный принцип построения, т. е. все функциональные узлы выполнены в виде конструктивно законченных модулей, связь между которыми осуществляется через приборную магистраль. Конструктивно приборная магистраль представляет собой ряд разъемов, одноименные контакты которых соединены между собой.

Приборная магистраль разделена на четыре магистрали: магистраль данных, магистраль адреса, магистраль управления и магистраль питания.

Приборная магистраль позволяет соединить между собой устройства, имеющие входы и выходы, совместимые с К-МОП интегральными схемами.

5.11.2. Технические характеристики МПК, в основном, определяются параметрами микропроцессора 580VM80 и К-МОП ИС, на которых построено большинство устройств сопряжения.

МПК обеспечивает:

- разрядность шины данных, бит — 8;
- разрядность шины адреса, бит — 16;
- частоту тактирования микропроцессора, МГц — ~1;
- время выполнения команд, мкс — от 8 до 36.

МПК подключается к устройствам памяти непосредственно через приборную магистраль, к другим устройствам прибора частично через приборную магистраль и устройство

управления 3.057.252. К КОП прибор подключается через устройство ввода-вывода 3.049.230.

5.11.3. МПК включает в себя:

- устройство вычислительное управляющее 3.035.080;
- устройство запоминающее оперативное 3.065.130;
- устройство запоминающее программируемое 3.065.131.

### 5.12. Устройство вычислительное управляющее 3.035.080

5.12.1. Устройство вычислительное управляющее (УВУ) является основой МПК. УВУ управляет вводом-выводом, выполняет вычисления и логические преобразования, обусловленные программой, и содержит следующие основные устройства:

- формирователь импульсов (Ф);
- микропроцессор (ЦП);
- буфер магистрали адреса (БА);
- буфер магистрали данных (БД);
- формирователь сигнала ВЫДАЧА (ФВ);
- формирователь управляющих сигналов УВВ и ПЗПРЕП (ФУПр).

5.12.2. Формирователь импульсов Ф, выполненный на микросхеме D3, вырабатывает тактовые импульсы — две непериодические импульсные последовательности, поступающие на тактовые входы ЦП. При включении питания прибора срабатывает схема формирования сигнала СБРОС (V2, C1, R2, R4), которым ЦП устанавливается в исходное состояние.

Восьмибитовый ЦП выполнен на микросхеме D7.

БА (микросхемы D8—D10) — однонаправленный, по нему осуществляется адресация памяти и устройств ввода-вывода.

БД (микросхема D11) — двунаправленный, через него осуществляется обмен информацией между УВУ и другими устройствами.

Формирователь ФВ выполнен на триггере D5.2.

Поскольку ЦП охвачен обратной связью с выхода 0 (выв. 24) через D1.3 на вход Г (выв. 23), то сигнал ВЫДАЧА на выходе В (выв. 18) имеет длительность, равную двум периодам тактового сигнала. С помощью триггера D5.2 формируется импульс, находящийся внутри процессорного сигнала ВЫДАЧА, с длительностью в один период тактового сигнала. Этим обеспечивается достоверность данных в течение всей длительности сигнала ВЫДАЧА на шине.

Формирователь ФУПр (микросхемы D1.1, D1.2, D2.1, D4,

D6.1) вырабатывает сигналы УВВ и ПЗПРЕР. Первый из них позволяет различать при адресации устройства памяти и устройства ввода-вывода, а второй вырабатывается при прерываниях и используется для управления контроллером приоритетных прерываний.

Входными управляющими сигналами для УВУ являются сигналы ГОТОВ, ЗАХВ, ЗПР и СБРОС, а выходными — П ЗАХВ, ПРИЕМ, ВЫДАЧА, СТРОБ, УВВ, ПЗПРЕР, Р ПРЕР, ОЖИДАНИЕ, Ф2.

Ввод информации в ЦП осуществляется по сигналу ПРИЕМ. Сигнал ВЫДАЧА указывает, что на выходе БД имеются данные, поступающие из ЦП.

### 5.13. Устройство запоминающее оперативное 3.065.130

5.13.1. Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) предназначено для:

записи, хранения и выдачи информации в ЦП;  
управления приоритетными прерываниями по пяти уровням;  
обеспечения программного доступа к расположенным на задней панели переключателям АДРЕС и ТПД.

ОЗУ содержит:

селектор адресов (СА);  
буфер магистрали данных (БД);  
буфер магистрали адреса (БА);  
запоминающее устройство (ЗУ);  
контроллер приоритетных прерываний (КПП);  
регистр адреса прибора (РАП).

5.13.2. СА (на микросхеме D1) имеет три основных выхода (выв. 19, 14 и 10), управляющих соответственно ЗУ, КПП и РАП.

При появлении низкого (активного) уровня на любом из этих выводов с помощью D4 и V1 вырабатывается сигнал ОБРАЩЕНИЕ и включается БД. Сигнал ОБРАЩЕНИЕ используется при отладке прибора.

БД (D10) — двунаправленный, позволяет подключать к информационной магистрали прибора внутренние устройства ОЗУ (ЗУ, КПП и РАП).

БА (D2, D3) — однонаправленный, через него ОЗУ подключено к адресным линиям A0—A10.

ЗУ (D7) имеет информационную емкость 2К x 8 бит и обеспечивает запись, хранение и чтение информации. ЗУ занимает в адресном пространстве область C800H—CFFFH.

КПП (D8, D9.1) осуществляет приоритетные прерывания по пяти векторам. Программируется КПП как устройство ввода-вывода с адресами C8H и C9H.

РАП (D9.2, D11—D16) предназначен для чтения состояния переключателей АДРЕС (A0—A4) и ТПД и выработки запроса прерывания (выход D9.2) при изменении состояния переключателей. РАП является устройством ввода с адресами CАН и СВН.

### 5.14. Устройство запоминающее программируемое 3.065.131

5.14.1. Программируемое запоминающее устройство (ПЗУ) предназначено для хранения и выдачи информации в УВУ.

ПЗУ имеет следующие технические характеристики:  
тип памяти — полупроводниковая, с однократным программированием;

информационная емкость — 16 К байт;  
совместимость по приборной магистрали с К-МОП ИМС.  
ПЗУ содержит:  
запоминающее устройство (ЗУ);  
буфер магистрали адреса (БА);  
буфер магистрали данных (БД);  
схему управления (СУ).

5.14.2. Собственно ЗУ (на микросхемах D3—D10) выполняет функцию хранения информации и выдачи ее в нужный момент на магистраль данных. Микросхемы ЗУ по адресным входам объединены. Для стыковки их с приборной магистралью используется БА (D1, D2.1).

Подключение ЗУ к магистрали данных осуществляется через БД (выполнен на управляемых вентилях микросхем D11.1, D12.1), стробируемый сигналом СУ.

При помощи СУ, содержащей селектор адреса СА (D11.2, D13), осуществляется выбор данного ПЗУ. СА блокируется сигналами ПУЛЬТ, УВВ и ПЗПРЕР. Это позволяет использовать приборную магистраль для обмена информацией между внешними устройствами, памятью, микропроцессором и отладочной системой. Для снижения потребляемой мощности СУ снабжена схемой выбора ЗУ, которая состоит из дешифратора на микросхеме D14 и транзисторных ключей V1—V8.

Сигнал ОБРАЩЕНИЕ формируется микросхемой D12.2 из сигнала низкого (активного) уровня, вырабатываемого СА.

Сигнал ОБРАЩЕНИЕ используется при отладке прибора.

Из сигнала низкого уровня, вырабатываемого СА, и сигнала ПРИЕМ с помощью элементов D2.2 и D12.2 вырабатывается сигнал, управляющий БД.

Перемычки между контактами (1—2 — адрес C000H, 3—4 — 8000H, 5—6 — 4000H, 7—8 — 0000H) позволяют установить начальный адрес ПЗУ. В приборе использован начальный адрес 4000H.

### 5.15. Устройство управления 3.057.252

5.15.1. Устройство управления (УУ) обеспечивает подключение внешних устройств (узлов прибора) к МПК и осуществляет при этом:

формирование сигналов обращения к устройствам при вводе-выводе оперативной информации;

синхронизацию работы устройства ввода-вывода с индикацией 3.045.061 и временное хранение информации, выводимой на индикацию;

фиксацию кода нажатой кнопки и чтения МПК этого кода;

формирование сигнала З ПРЕР;

управление сигналами ПРМ и ПРД.

5.15.2. Селектор адреса D2 объединяет сигналы ПрУВВ, ПрПУ, А3, А4, А5, А6, А7 и формирует группы по восемь портов ввода-вывода с адресами:

18H—1FH — Строб 1;

30H—37H — Строб 2;

38H—3FH — Строб 3;

50H—57H — Строб 4;

58H—5FH — Строб 5;

70H—77H — Строб 6;

78H—7FH — Строб 7.

Каждый из этих стробов поступает на соответствующее устройство и, объединяясь с младшими адресами А0—А2 и сигналами ПРИЕМ и ВЫДАЧА, обеспечивает программный доступ к МПК.

Группа портов 10H—17H используется для программного доступа к цепям УУ.

Сигнал ОБРАЩЕНИЕ вырабатывается селектором адреса при формировании любого из указанных выше портов ввода-вывода. Этот сигнал используется при отладке прибора.

5.15.3. Для временного хранения информации о результате измерения используются регистры на микросхемах D16 и D17.

Регистры имеют организацию 4x8 бит каждый и позволяют одновременно записывать и читать информацию.

Запись в регистры выполняется МПК байтами при наличии сигнала ВЫДАЧА и строба с адресами 10H—17H. Читаются регистры полубайтами. При этом переключение ячеек осуществляется циклической сменой кодов делителя частоты D8.1. Выбор регистра осуществляется младшим разрядом делителя D8.1 через вентили D11.2 и D11.3, поочередно коммутируют выходы регистров D16 и D17 через мультиплексор D18 и буфер D19. При этом формат записанной информации преобразуется в 4x16 бит.

5.15.4. Синхронизацию сигналов управления осуществляет генератор D3.1, D3.2, который совместно с делителем частоты D6 и вентилем D7.1 формирует тактовые импульсы. Двоичный код, полученный путем деления тактовых импульсов делителем D8.1, используется для:

управления разверткой по анодным цепям устройства ввода-вывода с индикацией;

мультиплексирования регистров D16 и D17;

фиксации и чтения кода нажатых кнопок.

5.15.5. Триггер D1.1 является продолжением делителя частоты D8.1. Его прямой и инверсный входы коммутируют сигналы Строка 1 или Строка 2 на вход вентиля D4.3.

Если ни одна из кнопок не нажата, на входах Строка 1 и Строка 2 лог. 1, вентиль D4.3 закрыт. Делитель частоты D8.2 делит сигнал, поступающий на его выв. 2. Импульсы с выв. 5 D8.2 устанавливают триггер D10 по выв. 13 в лог. 0. Нажатие кнопки на передней панели прибора вызывает появление отрицательных импульсов на входах Строка 1 или Строка 2, которые отпирают вентиль D4.3, пропуская тактовый импульс с выхода делителя D6 на вход сброса D8.2 и D10. Положительный перепад с выв. 13 D10 запишет в триггер D10 состояние триггера D1.1, т. е. номер строки, в регистр D12 — код нажатой кнопки, а через дифференциальную цепочку D7.2, R15, C9 и инвертор D9.2 установит триггер D1.2 в лог. 1, что вызовет появление З ПРЕР.

Триггер D1.2 в исходное состояние переводится положительным перепадом импульса ПРИЕМ по порту 17, вырабатываемого дешифратором D13. Импульс ПРИЕМ по порту 16 включает сигнал ПРМ, по порту 14 — ПРД, по порту 15 включает сигналы ПРМ и ПРД.

## 5.16. Устройство ввода-вывода с индикацией 3.045.061.

5.16.1. Устройство ввода-вывода с индикацией (УВВИ) предназначено для визуального отображения результата измерения и управления прибором при помощи расположенных на нем кнопок.

В основу работы УВВИ положен принцип динамической индикации, предусматривающий циклическое сканирование анодных цепей светодиодных индикаторов и синхронную смену информации на соответствующих катодах этих индикаторов.

УВВИ включает в себя дешифратор анодных ключей D1, анодные транзисторные ключи V1—V4, дешифратор катодных цепей D2, преобразующий двоично-десятичный код в семиричный, цифровые индикаторы, точечные индикаторы (светодиоды), микропереключатели.

5.16.2. УВВИ управляется в основном устройством управления 3.057.252 по девяти линиям.

По линиям A1—A4 поступает двоичный код от 0 до 15, управляющий работой дешифратора D1; по линиям Код 1, Код 2, Код 4, Код 8 и Код 8' поступают коды включения цифр и символов.

На каждом из выходов дешифратора D1 циклически, со скважностью 16, устанавливается низкий уровень, которым открывается соответствующий анодный ключ. Открытый анодный ключ подключает питающее напряжение к анодам цифровых или точечных индикаторов. На выходе дешифратора D2 синхронно устанавливается код зажигаемого символа или цифры. Аналогично по линиям Код 1, Код 2, Код 4, Код 8' включаются точечные индикаторы.

5.16.3. Микропереключатели (МП) S2—S21 и столбцы 4—15 объединены в две группы, образуя матрицу с двумя строками и шестнадцатью столбцами. МП подключает один из выходов D1 к одной из двух строк. Импульсы с этого выхода дешифратора через замкнутые контакты МП поступают в устройство управления, где код включенного МП фиксируется, вырабатывается запрос прерывания МПК, после обработки которого прибор переводится в заданный режим работы.

5.16.4. МП S17 кроме функции СБРОС вырабатывает сигналы ВМ и ВМ (возврат на местное управление).

МП S1 позволяет произвести контроль индикаторов (кроме индикаторов блока ИЧВ).

Точечные индикаторы Н14—Н18 программно недоступны. Их включение осуществляется сигналом низкого уровня, вы-

рабатываемым в процессе работы прибора соответствующими устройствами.

Индикатор Н19 загорается при включении прибора в сеть и индицирует включение питания кварцевого генератора.

## 5.17. Генератор кварцевый 3.261.005

5.17.1. Кварцевый генератор является источником высокостабильного опорного сигнала 5 МГц и функционально разделяется на две части:

кварцевый генератор, состоящий из задающего каскада усилителя АРУ и оконечного каскада;

схему управления термостатом пропорционального типа.

5.17.2. Задающий каскад генератора выполнен по схеме емкостной трехточки с общим эмиттером на транзисторе V2. Для обеспечения возбуждения кварцевого резонатора, работающего на третьей механической гармонике, в эмиттерную цепь транзистора включен контур L2, C8, имеющий емкостной характер на частоте возбуждения задающего каскада.

Последовательно с кварцевым резонатором включены дроссель L1 и конденсатор C1, которые подбирают таким образом, чтобы частота генерации была близкой к 5 МГц. Параллельно конденсатору C1 включен варикап V1, емкость которого меняется в зависимости от приложенного к нему постоянного напряжения, поступающего с потенциометра КОРРЕКЦ ЧАСТ, который расположен на задней панели прибора. Плавное изменение напряжения смещения на варикапе позволяет изменять частоту выходного сигнала кварцевого генератора.

5.17.3. Автоматическая регулировка уровня возбуждения генератора позволяет с большой точностью обеспечивать необходимую мощность рассеивания на кварцевом резонаторе, что, в свою очередь, обуславливает высокую стабильность частоты кварцевого генератора.

С коллектора транзистора V2 сигнал поступает на усилитель АРУ, который содержит усилительный каскад на транзисторе V6 и детектор с удвоением напряжения на диодах V4 и V7.

Выпрямленный сигнал подается в цепь коллекторной стабилизации рабочей точки транзистора задающего каскада. При изменении уровня возбуждения автоматически изменяется базовый ток транзистора V2 и устанавливается необходимый режим его работы.

С усилителя АРУ сигнал поступает на оконечный каскад (транзистор V11). С коллектора транзистора сигнал подается

на выход генератора. Питание задающего каскада, усилителя АРУ, корректора частоты и входной части схемы управления термостатом осуществляется от внутреннего стабилизатора напряжения на транзисторе V8 и стабилитроне V9.

5.17.4. Кварцевый резонатор и элементы коррекции частоты размещены внутри цилиндра подогревателя одноступенчатого термостата. Датчик температуры расположен в стенке цилиндра под обмоткой подогревателя, которая выполнена из манганинового провода, намотанного бифилярно на внешней поверхности цилиндра подогревателя. Датчик температуры R1 вместе с резисторами R3, R4, R7, R8 образует мост, в диагональ которого включен дифференциальный усилитель на микросхеме D1. Усиленный сигнал разбаланса моста с выхода микросхемы поступает последовательно на транзисторы V3, V5, V10, образующие вместе с входным дифференциальным каскадом усилитель постоянного тока, нагрузкой которого является обмотка подогрева R2. При некоторой величине сопротивления терморезистора R1, соответствующей данной температуре внешней среды, схема управления поддерживает тепловой баланс термостата. При изменении температуры внешней среды изменяется сопротивление терморезистора R1, и, соответственно, ток разбаланса моста и ток через обмотку подогрева. Ток в обмотке подогрева пропорционален разбалансу моста и обеспечивает необходимую мощность термостата в зависимости от температуры окружающей среды. Температура внутри термостата устанавливается равной температуре минимального ТКЧ кварцевого резонатора в диапазоне от 68 до 75°C с помощью потенциометра R8.

#### 5.18. Усилитель 5 МГц 2.030.034

5.18.1. Усилитель 5 МГц предназначен для усиления опорного сигнала частотой 5 МГц и формирования сигнала частотой 5 МГц уровнем ЭСЛ.

5.18.2. Сигнал кварцевого генератора или сигнал внешнего источника опорной частоты поступает на вход формирователя на микросхеме D1.1. Сформированный сигнал через усилители D1.2 и D1.3 поступает на ВЫХОД 2 и ВЫХОД 3.

Одновременно входной опорный сигнал усиливается резонансным усилителем на транзисторе V2 и поступает на ВЫХОД 1.

5.18.3. Стабилитрон V1 обеспечивает необходимую величину питающего напряжения для микросхемы D1.

#### 5.19. Умножитель частоты 2.208.046

5.19.1. Умножитель частоты предназначен для умножения частоты опорного сигнала 5 МГц до частоты 100 МГц.

5.19.2. Сигнал кварцевого генератора или сигнал внешнего источника опорной частоты 5 МГц поступает на каскад умножения частоты на 4 на транзисторе V1, в коллекторную цепь которого включен резонансный контур, настроенный на четвертую гармонику входного сигнала, т. е. на 20 МГц. Полученный сигнал частотой 20 МГц усиливается и фильтруется усилительным каскадом на транзисторе V2.

5.19.3. Усиленный сигнал 20 МГц поступает на базу транзистора V3, на котором собран умножитель частоты на 5. Полученный после умножения сигнал частотой 100 МГц усиливается и фильтруется резонансным усилителем на транзисторе V4 и поступает на каскад с разделенной нагрузкой на транзисторе V5.

С эмиттера транзистора V5 сигнал частотой 100 МГц поступает на формирователь сигнала на микросхеме D1, с выходов которой сигналы частоты 100 МГц поступают на ВЫХОД 1 и ВЫХОД 2.

#### 5.20. Усилитель 0,1—1,1 ГГц 2.030.040

5.20.1. Усилитель предназначен для предварительного усиления входного сигнала с минимальным уровнем 10 мВ и подачи усиленного сигнала на вход В прибора.

Конструктивно усилитель выполнен в виде выносного узла с элементами подключения ко входу прибора и источнику исследуемого сигнала. Он содержит собственно усилитель и переменный резистор R1, с помощью которого регулируется коэффициент усиления усилителя.

#### 5.21. Блок питания 2.087.036

5.21.1. Характеристики источников блока питания приведены в табл. 5.1.

5.21.2. Первичным источником питания прибора является сеть переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В частотой  $(50 \pm 1)$  Гц или  $(115 \pm 5,75)$  В или  $(220 \pm 11)$  В частотой  $(400 \pm 10)$  Гц.

Переход с одного напряжения питания на другое осуществляется переключением кнопок, расположенных на задней панели под прижимной планкой, с помощью которых осуще-

Таблица 5.1

Номинальное значение выходного напряжения источника, В	Номинальное значение тока нагрузки, А	Значение переменной составляющей вы- ходного напряже- ния, мВ, не более
+5	3	50
+5,2	0,8	50
-5,2	4,5	1
+12	0,8	1
-12	0,8	1
+20	0,35	1
+18	1	1000
-18	0,1	600

ствляется коммутация цепей блока питания в зависимости от частоты и напряжения питающей сети.

На входе блока питания установлен сетевой фильтр А1.

5.21.3. Выпрямители блока питания выполнены по двух-полупериодной схеме: для источников с выходным напряжением 5 В (5,2 В), а также для источника питания кварцевого генератора, — по схеме со средним выводом обмотки трансформатора, для остальных — по мостовой схеме.

Фильтрация переменной составляющей выпрямленных напряжений осуществляется емкостными фильтрами, расположенными на платах стабилизаторов напряжения.

5.21.4. Стабилизаторы напряжения А2—А5 представляют собой линейные стабилизаторы компенсационного типа с последовательно включенным регулирующим элементом. В качестве регулирующих элементов используются составные транзисторы.

Усилители постоянного тока (УПТ) выполнены на интегральных операционных усилителях. УПТ источников с выходным напряжением 5 В (5,2 В) питаются от источника +12 В.

Все стабилизированные источники защищены от короткого замыкания в цепи нагрузки.

## 5.22. Устройство ввода-вывода 3.049.230

5.22.1. Устройство ввода-вывода (УВВ) предназначено для сопряжения прибора с каналом общего пользования (КОП) по ГОСТ 26.003-80.

5.22.2. УВВ построено на базе специальной БИС D5. Для уменьшения нагрузки на шину данных применен буфер шины данных D2. На микросхемах D7—D14 выполнен неин-

вертирующий двунаправленный буфер, применения которого требует БИС D5. Микросхема D14 также формирует сигнал ИЗО (индикация запроса на обслуживание), который поступает на устройство ввода-вывода с индикацией. На микросхемах D3 и D4 выполнено устройство, вырабатывающее сигнал запроса прерывания З ПРЕР при появлении местного сообщения ВМ (возврат на местное). Сигнал З ПРЕР сбрасывается сигналом СБРОС или специальной командой с устройства вычислительного управляющего.

## 6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

6.1. На передней панели прибора нанесено его наименование ЧАСТОТОМЕР ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЧЗ-64/1.

На правой боковой стенке нанесено «ЧЗ-64/1».

6.2. На задней панели прибора нанесен его заводской порядковый номер.

6.3. Приборы, принятые ОТК и подготовленные к упаковке, пломбируются (при необходимости) путём установки масляных пломб на крепежные винты верхней и нижней крышек и на пломбировочную шайбу отверстия для подстройки частоты внутреннего кварцевого генератора.

На запорные замки укладочного ящика, в который уложен прибор, устанавливаются пломбы.

## 7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. После распаковки и извлечения из укладочного ящика прибор необходимо осмотреть на отсутствие внешних повреждений.

7.2. При приемке прибора необходимо убедиться в наличии полного состава его согласно формуляру.

7.3. Для обеспечения нормальной работы и доступа к органам управления и присоединения, расположенным на задней панели, рабочее место должно иметь зазор между задней панелью прибора и соседними предметами не менее 100 мм.

Установите прибор в рабочее положение (горизонтальное или наклонное с помощью откидной скобы), так чтобы обеспечивалась свободная вентиляция прибора.

Вентиляционные отверстия не должны закрываться посторонними предметами.

При установке приборов аналогичной конструкции друг на друга проследите за тем, чтобы приборы не перегревались, так как при этом ухудшаются условия их вентиляции.

7.4. До начала работы с прибором изучите настоящее техническое описание и инструкцию по эксплуатации, схемы и конструкции прибора, назначение органов управления и разъемов, расположенных на передней и задней панелях.

7.5. Работа прибора должна происходить в условиях, которые не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации.

Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжения, рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей. Недопустима механическая вибрация рабочего места.

7.6. Сделайте отметку в формуляре о начале эксплуатации прибора и запишите показания счетчика времени наработки (при его наличии).

7.7. После окончания измерений прибор необходимо выключить и вилку шнура питания отключить от сети.

## 8. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. По требованиям к электробезопасности прибор удовлетворяет классу защиты 01 при работе с двухпроводным сетевым шнуром или классу защиты 1 при работе с трехпроводным шнуром (с внутренним заземляющим проводом).

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

8.3. Перед включением прибора в сеть он должен быть надежно заземлен. Заземление прибора должно выполняться независимо от степени опасности помещения, в котором происходит работа с прибором, и должно подключаться первым, а отключаться последним, после отключения прибора от сети и отсоединения от него измерительных кабелей.

8.4. При проведении измерений в случае работы прибора совместно с другими приборами необходимо выравнивать потенциалы корпусов приборов, при этом зажим защитного заземления каждого прибора должен быть соединен с земляной шиной помещения.

8.5. Перед включением прибора в сеть проверьте исправность сетевого шнура питания и заземления.

8.6. Подсоединение и отсоединение сменного блока должно производиться только при отключенном от сети приборе.

8.7. Помните, что питание кварцевого генератора осуще-

ствляется с момента включения вилки сетевого шнура питания в сеть и не зависит от положения тумблера включения сети.

## 9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

### 9.1. Включение питания

9.1.1. Проверьте величину напряжения питающей сети. Напряжение сети должно находиться в пределах значений, указанных в разд. 2.

9.1.2. Установите планку переключения сети (на задней панели согласно частоте и напряжению питающей сети, при этом грань планки с соответствующей надписью должна быть параллельна плоскости панели).

9.1.3. Помните, что при напряжении питающей сети 220 В прибор должны быть установлены плавкие вставки (предохранители) с номинальным значением тока 2,5 А; при напряжении 115 В — 5 А (из ЗИП прибора).

9.1.4. Для включения питания прибора: установите тумблер СЕТЬ (на передней панели) в нижнее положение;

в случае использования установите и закрепите сменный блок;

подсоедините к прибору сетевой шнур питания; заземлите прибор с помощью клеммы защитного заземления (на задней панели);

включите шнур питания в сеть, с этого момента включается питание кварцевого генератора, т. е. начинается его самопрогрев, и на табло должен засветиться индикатор «-П-».

После этого прибор готов к включению общего питания. При включении тумблера СЕТЬ питающее напряжение поступает на все узлы и блоки и прибор автоматически осуществляет проверку работоспособности.

### 9.2. Обеспечение готовности прибора к измерениям

9.2.1. Прибор обеспечивает свои технические характеристики, кроме погрешности по частоте внутреннего кварцевого генератора, через 15 минут после включения тумблера СЕТЬ.

Гарантированная погрешность по частоте внутреннего кварцевого генератора обеспечивается по истечении двух часов его самопрогрева.

9.2.2. Для обеспечения нормируемой погрешности прибора необходимо произвести его калибровку согласно п. 10.1.4.

## 10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 10.1. Подготовка к проведению измерений

10.1.1. Для подготовки прибора к проведению измерений проведите следующие операции:

при работе с внутренним кварцевым генератором переключатель ВНЕШН—ВНУТР (на задней панели) установите в положение ВНУТР;

при работе от внешнего источника опорной частоты выполните указания пп. 10.14.2 и 10.14.3;

при работе прибора в автономном режиме (без КОП) переключатель ТПД (на задней панели) установите в нижнее положение;

включите тумблер СЕТЬ.

10.1.2. Сразу после включения тумблера СЕТЬ осуществляется автоматическая проверка работоспособности прибора в следующей последовательности:

контроль ОЗУ;

контроль ПЗУ;

калибровка интерполятора (в крайнем левом разряде индицируется символ "□");

измерение опорной частоты 100 МГц при времени счета  $10^5$  мкс. Результат измерения должен находиться в пределах  $(100,000000 \pm 0,000001)$  МГц.

10.1.3. Проверьте работоспособность прибора в режиме самоконтроля при временах счета  $10^0$ — $10^7$  мкс. Время счета изменяется последовательным нажатием кнопок «0», «1»...«7».

Результаты измерений должны соответствовать приведенным в табл. 10.1 или могут отличаться от них не более, чем на  $\pm 1$  единицу указанного в таблице младшего разряда.

10.1.4. Если показания прибора в режиме самоконтроля отличаются от приведенных в табл. 10.1 более чем на  $\pm 1$  единицу младшего разряда, откалибруйте интерполятор, для чего нажмите последовательно кнопки «▼» и «0». При этом в первом слева разряде прибора засветится символ "□" и прибор произведет калибровку при установленном ранее времени счета. После калибровки прибор автоматически возвращается в установленный ранее режим работы.

На этом проверка работоспособности прибора закончена.

Таблица 10.1

Показания прибора в режиме самоконтроля

Время счета, мкс	Показания прибора, МГц
$10^0$	100.0
$10^1$	100.00
$10^2$	100.000
$10^3$	100.0000
$10^4$	100.00000
$10^5$	100.000000
$10^6$	100.0000000
$10^7$	100.00000000

10.1.5. Перед проведением измерений без гарантированной погрешности или при работе с внешним источником опорной частоты прибор должен находиться во включенном состоянии не менее 15 мин.

10.1.6. Перед проведением измерений с гарантированной погрешностью (пп. 2.2, 2.8, 2.11, 2.13) при работе от внутреннего кварцевого генератора последний должен находиться во включенном состоянии не менее двух часов; собственно прибор должен находиться во включенном состоянии не менее 15 минут.

- Примечания. 1. Во всех режимах работы после любых переключений первое показание на табло прибора может быть неверным; отсчет результатов измерений следует производить по окончании следующего цикла счета автоматического или после сброса кнопкой «X».
2. Крайний слева цифровой индикатор прибора предназначен для индикации следующих символов:
- «8» — переполнение индикаторного табло;
  - «8» — переполнение индикаторного табло со знаком «минус»;
  - «8» — режим вывода непоместившихся на табло значащих разрядов;
  - «8» — режим калибровки;
  - «8» — знак «минус».
- Символ «8» на индикаторе степени времени счета используется при суммировании количества колебаний.
3. При работе прибора в условиях помех в питающей сети или при неправильной установке режимов работы прибора органами управления возможен переход прибора в нерабочее состояние, из которого он

должен быть выведен повторным включением тумблера СЕТЬ.

4. Во избежание паразитных наводок на входные цепи прибора необходимо, как правило, соединять источник измеряемого сигнала с используемым входом прибора с помощью соединительных в. ч. кабелей из ЗИП прибора или в. ч. кабелем с минимальной длиной разделки.

При большом уровне промышленных помех в питающей сети рекомендуется применять дополнительные сетевые электрические фильтры.

5. Если в течение 1 мин после включения тумблера СЕТЬ прибор не выходит на режим измерения опорной частоты 100 МГц в соответствии с табл. 10.1, то через 15 мин прогрева прибора (время готовности) следует включить режим калибровки, как это указано в п. 10.1.4.
6. Измерения по пп. 10.4 (для ИМ сигнала), 10.5 и 10.6 могут сопровождаться периодическим гашением индикатора степени времени счета. Необходимо в этих случаях откалибровать прибор по п. 10.1.4 при времени счета, большем ранее установленного на 1—2 порядка, и по окончании калибровки установить требуемое время счета.

## 10.2. Измерение частоты по входу А

10.2.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.

10.2.2. Включите кнопку «I<sub>A</sub>».

10.2.3. Нажатием одной из кнопок «0», «1»...«9» установите требуемое время счета. При этом на индикаторе степени установится показатель степени времени счета, соответствующий нажатой кнопке.

10.2.4. При сигнале синусоидальной формы частотой выше 10 МГц, а также при сигнале импульсной формы рекомендуется работать при входном сопротивлении 50 Ом (устанавливается переключателем «50 Ω/1 MΩ» входа А). При измерении частоты (периода) сигнала синусоидальной формы ниже 10 МГц включите кнопку «L<sub>A</sub>» (при этом верхний предел диапазона измерения частоты при напряжении входного сигнала 50 мВ примерно 10 МГц).

10.2.5. Установите переключателем «~/==» требуемый вид связи прибора с источником измеряемого сигнала («~/» — связь по переменному току, «==» — связь по постоянному току). Измерение частоты (периода) сигналов импульсной и синусоидальной формы 10 Гц и ниже производится со связью по постоянному току.

10.2.6. При уровне входного сигнала от 0,05 до 0,6 В для сигнала синусоидальной формы и от 0,15 до 1,5 В для сигнала импульсной формы переключатель «X1/X10» установите

в положение «X1» (коэффициент ослабления входного аттенуатора Катт=1):

При уровне входного сигнала от 0,6 до 10 В для сигнала синусоидальной формы и от 1,5 до 10 В для сигнала импульсной формы переключатель «X1/X10» установите в положение «X10» (Катт=10).

10.2.7. Соедините кабелем источник измеряемого сигнала с входом А.

10.2.8. Вращением ручки УРОВЕНЬ А установите такой уровень запуска, при котором наблюдается устойчивый счет прибором измеряемого сигнала. Указанная ручка позволяет изменять уровень запуска формирующего устройства в пределах не менее ±1 В относительно нулевого уровня.

При синусоидальном сигнале уровень запуска устанавливается по индикаторам «+» и «-», расположенным возле ручки УРОВЕНЬ А; в момент точной настройки яркость свечения этих индикаторов одинаковая.

При импульсном сигнале и при измерениях по пп. 10.3, 10.5, 10.6, 10.7 уровень запуска устанавливается по цифровому табло прибора.

Для этого нажмите кнопку «V», при этом на табло должно индицироваться напряжение запуска в милливольтх. Расположение разрядов индикации показано на рис. 10.1.

Индикация напряжения запуска

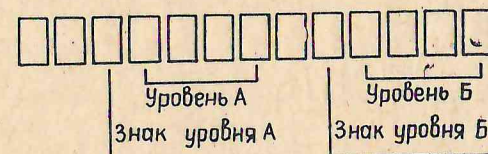


Рис. 10.1.

При положительном знаке уровня запуска символ не высвечивается; при отрицательном знаке высвечивается символ «L».

При сложной форме измеряемого сигнала вращением ручки УРОВЕНЬ А определяется зона, в которой наблюдается устойчивый счет прибора, и ручка устанавливается в положение, соответствующее середине этой зоны.



10.2.9. Произведите отсчет результата измерения.

### 10.3. Измерение периода

- 10.3.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.
- 10.3.2. Включите кнопку «1/f<sub>A</sub>».
- 10.3.3. Выполните требования пп. 10.2.3—10.2.8.
- 10.3.4. Произведите отсчет результата измерения.

### 10.4. Измерение частоты по входу В

- 10.4.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.
- 10.4.2. Включите кнопку «f<sub>B</sub>».
- 10.4.3. Нажатием одной из кнопок «0—9» установите требуемое время счета. При этом на индикаторе установится показатель степени времени счета, соответствующий нажатой кнопке.
- 10.4.4. Соедините кабелем источник измеряемого сигнала с входом В.

В диапазоне от 100 до 1000 МГц при уровне измеряемого сигнала от 0,01 до 0,1 В между входом В прибора и кабелем от источника сигнала включите усилитель 0,1—1,1 ГГц 2.030.040 (из ЗИП прибора). Кабель питания усилителя подключите к разъему «» сменного блока. Плавно вращайте ручку «» из крайнего левого положения только до получения на табло устойчивых показаний.


10.4.5. При подаче на вход В сигнала с импульсной модуляцией прибор производит измерение его несущей частоты.

При этом действительное время счета  $\tau_{изм}$  (в с) увеличивается и составляет

$$\tau_{изм} = \frac{\tau_{сч}}{F_n (\tau_{сч} - 2 \cdot 10^{-7})}, \quad (10.1)$$

где  $\tau_{сч}$  — установленное время счета, с;  
 $F_n$  — частота повторения радиоимпульсов, Гц;  
 $\tau_{и}$  — длительность радиоимпульсов, с.

10.4.6. Произведите отсчет результата измерения.

Примечания: 1. В момент подключения сигнала или при недостаточном уровне сигнала, или при длительности радиоимпульса менее 0,3 мкс прибор может перейти в режим готовности и не закончить измерения. Для возобновления измерений (при требуемых для входа В параметрах сигнала) нажмите кнопку f<sub>B</sub> или «/ВНМ».

2. При отсутствии сигнала на входе В или внешнего усилителя допускается появление на табло случай-

ных показаний, не влияющих на погрешность измерений.

3. При измерении ИМ сигналов внешний усилитель не используется.

### 10.5. Измерение интервалов времени


- 10.5.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.
- 10.5.2. Включите кнопку t<sub>A—B</sub>.
- 10.5.3. Нажмите кнопку МИНИМ при измерении одиночного интервала времени или одну из кнопок «0—9» при измерении повторяющихся интервалов времени (с усреднением). Максимальное действительное время счета интервалов времени с усреднением  $\tau_{изм}$  (в с) равно

$$\tau_{изм} = \frac{\tau_{сч}}{F_n (t_{A-B} + 2 \cdot 10^{-8})} + t_{A-B} + 2 \cdot 10^{-8}, \quad (10.2)$$


где t<sub>A—B</sub> — измеряемый интервал времени, с;


F<sub>n</sub> — частота повторения измеряемых интервалов, Гц.



10.5.4. Установите переключателем «50 Ω/1 MΩ» величину входного сопротивления прибора по входам А и Б 50 Ом.



10.5.5. Установите переключателем «/==» А и Б связь прибора с источником сигнала по постоянному току.

10.5.6. Установите переключатели выбора фронта запуска каналов А и Б в следующие положения:

оба в положение «» при измерении интервала времени между положительными фронтами импульсов;

оба в положение «» при измерении интервала времени между отрицательными фронтами импульсов;

переключатель канала А в положение «» и переключатель канала Б в положение «» при измерении интервала времени между положительным фронтом импульса по входу А и отрицательным фронтом импульса по входу Б;

переключатель канала А в положение «» и переключатель канала Б в положение «» при измерении интервала времени между отрицательным фронтом импульса по входу А и положительным фронтом импульса по входу Б.

10.5.7. Установите переключатель «X1/X10» каждого канала в положение «X1» (Катт=1) при напряжении входного сигнала не более 1,5 В или в положение «X10» при напряжении входного сигнала от 1,5 до 10 В (Катт=10).

10.5.8. Подайте исследуемые сигналы на входы А и Б.

10.5.9. Установите ручки УРОВЕНЬ А и Б в требуемое положение, для чего:

вращением ручки УРОВЕНЬ А добиться пуска частотомера, о чем свидетельствует устойчивое свечение индикатора «000» (возобновляемое после нажатия кнопки «X»); вращением ручки УРОВЕНЬ Б добиться периодического выключения подсвета индикатора «000».

Установка ручек УРОВЕНЬ при известной форме входного сигнала может осуществляться по напряжению запуска в режиме «V» (см. п. 10.2.8).

10.5.10. Произведите отсчет результата измерений.

10.5.11. Погрешность измерения интервала времени может быть уменьшена путем определения и исключения систематической погрешности  $\Delta k$ , см. подраздел 10.7.

### 10.6. Измерение длительности импульсов

10.6.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.

10.6.2. Включите кнопку  $t_A$ . В этом случае при установленном входном сопротивлении каналов 50 Ом входное напряжение каждого канала равно половине напряжения входного сигнала (следует учитывать при установке уровней запуска), при установленном входном сопротивлении каналов 1 МОм сопротивление входа А — 500 кОм.

10.6.3. Выполните требования пп. 10.5.3—10.5.5.

10.6.4. Установите переключатели выбора фронта запуска каналов А и Б в положения « $\sim$ » и « $\int$ » соответственно при измерении длительности отрицательных импульсов и в положения « $\int$ » и « $\sim$ » соответственно при измерении длительности положительных импульсов.

10.6.5. Выполните требования п. 10.5.7.

10.6.6. Подайте исследуемый сигнал на вход А прибора.

10.6.7. Выполните требования п. 10.5.9.

10.6.8. Произведите отсчет результата измерения.

10.6.9. Погрешность измерения длительности импульсов может быть уменьшена путем определения и исключения систематической погрешности  $\Delta k$ , см. подраздел 10.7.

### 10.7. Определение и исключение систематической погрешности $\Delta k$ , вызванной неидентичностью каналов А и Б, при измерении интервалов времени и длительности импульсов

10.7.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.

10.7.2. Выполните требования п. 10.6.2.

10.7.3. Переключатели «50Ω/1 МΩ» обоих входов устано-

вите в положение «50 Ω», переключатели «~/=» — в положение «=», переключатели « $\int$ | $\sim$ » — в одинаковое положение.

10.7.4. Выполните требования п. 10.5.7.

10.7.5. Подайте исследуемый сигнал на вход А прибора.

10.7.6. Выполните требование п. 10.5.9, при этом уровни запуска прибора по входам А и Б устанавливаются одинаковыми в режиме «V» (см. п. 10.2.8).

10.7.7. Время счета устанавливается согласно требованию п. 10.5.3, исходя из требуемой точности и допустимого времени измерения (в формуле (10.2) принимается  $t_{A-B} = 0$ ).

10.7.8. Произведите отсчет систематической погрешности  $\Delta k$  с табло прибора (с учетом знака).

10.7.9. При последующем измерении интервала времени или длительности импульса от индицируемого на табло результата измерения следует вычесть значение  $\Delta k$ .

Последнее можно осуществить автоматически, в режиме арифметической обработки результата измерения, см. подразд. 10.15.

### 10.8. Измерение отношения частот сигналов по входам А и Б

10.8.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.

10.8.2. Выполните требования пп. 10.2.2—10.2.8.

10.8.3. Переключателем «50 Ω/1 МΩ» «Б» установите требуемое входное сопротивление прибора по входу Б.

10.8.4. При частотах измеряемых сигналов синусоидальной формы ниже 10 МГц включите ограничение полосы пропускания соответствующего входного устройства (одно нажатие кнопки « $L_A$ » вызывает ограничение полосы по входу А, два нажатия — по входу Б, три нажатия — по обоим входам).

10.8.5. Переключателем «~/=» установите требуемый вид связи входа Б прибора с источником измеряемого сигнала (по переменному или по постоянному току).

10.8.6. При уровне сигнала по входу Б от 0,05 до 0,6 В для сигнала синусоидальной формы и от 0,15 до 1,5 В для сигнала импульсной формы переключатель «X1/X10» Б установите в положение «X1».

При уровне сигнала от 0,6 до 10 В для сигнала синусоидальной формы и от 1,5 до 10 В для сигнала импульсной формы переключатель «X1/X10» установите в положение «X10».

10.8.7. Соедините кабелем вход Б прибора с источником

второго сигнала. Если один из сигналов имеет уровень более 1 В и частоту более 50 МГц, превышающую на порядок и более частоту другого сигнала, то во избежание сбоев из-за взаимного влияния каналов сигнал с большей частотой подается на вход А.

10.8.8. Нажатием кнопки « $f_B/f_A$ » добейтесь включения подсветки этой кнопки.

10.8.9. Вращением ручки УРОВЕНЬ Б установите такой уровень запуска, при котором наблюдается устойчивый счет. При этом должно наблюдаться периодическое засвечивание индикатора «000».

Установка ручки УРОВЕНЬ Б при известной форме входного сигнала может осуществляться по напряжению запуска в режиме «V» или по индикаторам «+» и «-», расположенным возле ручки УРОВЕНЬ Б (см. п. 10.2.8).

Действительное время счета  $\tau_{счБ/А}$  (в с) зависит от установленного времени счета  $\tau_{сч}$  и определяется по формуле

$$\tau_{сч Б/А} = \tau_{сч} \cdot \frac{100}{f_B}, \quad (10.3)$$

где  $\tau_{сч}$  — установленное время счета, с;

$f_B$  — частота сигнала по входу Б, МГц.

10.8.10. Произведите отсчет результата измерения.

## 10.9. Измерение отношения частот сигналов по входам А и В

10.9.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.

10.9.2. Выполните требования пп. 10.2.2—10.2.8.

10.9.3. Выполните требования пп. 10.4.2—10.4.4.

10.9.4. Нажатием кнопки « $f_B/f_A$ » добейтесь засвечивания индикатора « $f_B/f_A$ ».

10.9.5. Произведите отсчет результата измерения.

## 10.10. Измерение суммы (разности) количеств колебаний по входам А и Б.

10.10.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.

10.10.2. Установите переключатель «А+Б/А-Б» на задней панели прибора в положение «А+Б» при измерении суммы количеств колебаний или в положение «А-Б» при измерении их разности.

10.10.3. Выполните требования пп. 10.2.2.—10.2.8.

10.10.4. Выполните требования пп. 10.8.3—10.8.7.

10.10.5. Включите кнопку « $\diamond$ ».

10.10.6. Вращением ручки УРОВЕНЬ Б установите такой уровень запуска, при котором наблюдается устойчивый счет колебаний сигнала по входу Б. Для удобства настройки уровня запуска по входу Б временно можно отключить кабель от входа А (при этом прибор должен быть запущен по входу А, о чем свидетельствует свечение индикатора «000»).

Установка ручки УРОВЕНЬ Б при известной форме входного сигнала может осуществляться по напряжению запуска в режиме «V» или по индикаторам «+» и «-», расположенным возле ручки УРОВЕНЬ Б (см. п. 10.2.8).

10.10.7. Для прекращения счета выключите кнопку « $\diamond$ » повторным нажатием.

Произведите сброс показаний нажатием кнопки « $\times$ /ВНМ».

10.10.8. Произведите измерение, включив кнопку « $\diamond$ » на требуемое время.

Примечания: 1. После включения режима первые колебания по входу А и по входу Б не считаются прибором, а осуществляют подготовку процесса счета. При наличии сигнала по входу Б в режиме «А+Б» к показаниям табло следует добавить две единицы; в режиме «А-Б» индицируется правильный результат измерения. При отсутствии сигнала по входу Б производится счет числа колебаний по входу А, к показаниям табло следует добавить единицу.  
2. При остановке счета нажатием кнопки к предыдущим показаниям могут добавиться 1—2 единицы в младшем разряде.  
3. Появление символа «E» на индикаторе степени времени счета означает разрешение счета количества колебаний.

## 10.11. Внешний пуск прибора

10.11.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.

10.11.2. Установите требуемый режим работы в соответствии с требованиями подразд. 10.2—10.10.

10.11.3. Нажмите кнопку ВП.

10.11.4. Подайте от источника сигнала внешнего пуска на разъем ВНЕШН СТРОБ (на задней панели прибора) импульс положительной полярности амплитудой от 1 до 3 В на нагрузке 50 Ом и длительностью не менее 100 нс.

Пуск прибора осуществляется фронтом импульса.

10.11.5. Произведите отсчет результата измерения.

### 10.12. Работа прибора с внешним стробом

- 10.12.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.  
10.12.2. Установите требуемый режим работы и выполните необходимые операции согласно пп. 10.2.1—10.4.4.  
10.12.3. Нажмите кнопку ВС.  
10.12.4. Подайте от источника сигнала внешнего строба на разъем ВНЕШН СТРОБ (на задней панели) импульс положительной полярности амплитудой от 1 до 3 В на нагрузке 50 Ом.  
Длительность внешнего строба от 100 нс до 10 с, но не менее периода сигнала по входу А, а в режиме «I<sub>B</sub>» — не менее периода сигнала по входу В, умноженного на К (см. подразд. 2.13).  
10.12.5. Прибор производит измерение за время высокого уровня напряжения на разъеме ВНЕШН СТРОБ.  
10.12.6. Произведите отсчет результата измерения.

### 10.13. Работа прибора в качестве источника опорной частоты 5 МГц

- 10.13.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.  
10.13.2. Сигнал опорной частоты 5 МГц снимается с разъема «5 MHz» (на задней панели).

### 10.14. Работа прибора от внешнего источника опорной частоты

- 10.14.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.  
10.14.2. Установите переключатель ВНЕШН—ВНУТР (на задней панели) в положение ВНЕШН.  
10.14.3. Соедините кабелем внешний источник опорного сигнала частотой 5 МГц с разъемом «5 MHz» прибора.  
10.14.4. Произведите необходимые измерения.

Примечание. При переходе на работу от внутреннего кварцевого генератора источник внешнего опорного сигнала должен быть отключен.

### 10.15. Арифметическая обработка результата измерения по формуле $Y = \pm AX \pm B$

- 10.15.1. Выполните требования подразд. 9.1 и 10.1.  
10.15.2. Установите необходимый режим работы в соответствии с требованиями подразд. 10.2—10.10.

10.15.3. Коэффициент А (В) должен быть представлен в виде

$$\frac{|a b v g d e j z i| \cdot 10^p}{\text{мантисса}}$$

где а...и — любые цифры от 0 до 9;  
р — порядок числа, любое целое число от минус 15 до плюс 9.

10.15.4. Введите требуемый коэффициент А, для этого:

- нажмите кнопку МАСШТ;  
нажатием кнопок «0»...«9» введите мантиссу коэффициента А (запятую на табло не принимать во внимание);  
нажатием кнопки ЗНАК введите знак мантиссы (знак мантиссы индицируется на крайнем левом цифровом индикаторе табло; «+» не индицируется; каждое нажатие кнопки меняет знак на противоположный);  
нажмите кнопку П;  
нажатием кнопок «0»...«9» введите порядок числа Р (индицируется на двух крайних справа цифровых индикаторах);

нажатием кнопки ЗНАК введите знак порядка (индицируется на третьем справа цифровом индикаторе; «+» не индицируется). Следует учитывать, что введение порядка  $P > 9$  прибор воспринимает как  $P = 9$ , а введение  $P < \text{минус } 15$  прибор воспринимает как  $P = \text{минус } 15$ .

10.15.5. Введите требуемый коэффициент В, для этого:  
нажмите кнопку СДВИГ;  
аналогично п. 10.15.4 введите мантиссу, знак мантиссы, порядок и знак порядка коэффициента В.

Следует учитывать, что коэффициент В должен вводиться в основных единицах — герцах, секундах или без размерности.

10.15.6. Операция ввода коэффициентов А и В завершается нажатием одной из кнопок СДВИГ (одно нажатие) или МАСШТАБ (два нажатия).

На табло появится результат арифметической обработки результата измерения.

10.15.7. Снятие режима арифметической обработки результата измерения может быть осуществлено вводом коэффициентов  $A = 1$  и  $B = 0$ .

## 10.16. Работа с прибором в системе КОП

10.16.1. Прибор снабжен интерфейсом сопряжения с КОП по ГОСТ 26.003-80. Перечень реализованных в приборе интерфейсных функций приведен в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Обозначение функции	Наименование функции	Функциональные возможности
СИ1	Синхронизация передачи источника	Все
СП1	Синхронизация приема	Все
И5	Источник	Все
П4	Приемник	Основной приемник, не адресовать, если МАИ
З1	Запрос на обслуживание	Все
ДМ1	Дистанционное местное управление	Все
ОП1	Параллельный опрос	Дистанционное конфигурирование
СБ1	Очистить устройство	Все
ЗП1	Запуск устройства	Все
КО	Контроллер	Нет

10.16.2. Для работы в системе подключите разъем КОП прибора (на задней панели) к системной магистрали КОП с помощью специального кабеля (из ЗИП прибора).

10.16.3. Адресация прибора. Перед эксплуатацией прибора в системе ему должен быть присвоен единственный адрес с помощью переключателей А0—А4, расположенных на задней панели прибора, в соответствии с табл. 10.3.

10.16.4. Управление прибором основано на передаче в прибор из системы КОП кодов соответствующих режимов в символах по ГОСТ 27463-87, приведенных в табл. 10.4.

Для осуществления управления прибором из системы КОП необходимо:

- подать сигнал ДУ;
- передать адрес прибора на прием;
- передать коды режимов;
- передать ограничитель.

Таблица 10.3

Номер прибора в системе	Положение переключателей					Шестнадцатеричный код	
	А4	А3	А2	А1	А0	МАП	МАИ
0	0	0	0	0	0	20	40
1	0	0	0	0	1	21	41
2	0	0	0	1	0	22	42
3	0	0	0	1	1	23	43
4	0	0	1	0	0	24	44
5	0	0	1	0	1	25	45
6	0	0	1	1	0	26	46
7	0	0	1	1	1	27	47
8	0	1	0	0	0	28	48
9	0	1	0	0	1	29	49
10	0	1	0	1	0	2A	4A
11	0	1	0	1	1	2B	4B
12	0	1	1	0	0	2C	4C
13	0	1	1	0	1	2D	4D
14	0	1	1	1	0	2E	4E
15	0	1	1	1	1	2F	4F
16	1	0	0	0	0	30	50
17	1	0	0	0	1	31	51
18	1	0	0	1	0	32	52
19	1	0	0	1	1	33	53
20	1	0	1	0	0	34	54
21	1	0	1	0	1	35	55
22	1	0	1	1	0	36	56
23	1	0	1	1	1	37	57
24	1	1	0	0	0	38	58
25	1	1	0	0	1	39	59
26	1	1	0	1	0	3A	5A
27	1	1	0	1	1	3B	5B
28	1	1	1	0	0	3C	5C
29	1	1	1	0	1	3D	5D
30	1	1	1	1	0	3E	5E

Примечания: 1. В системе КОП запрещается использовать приборы с одинаковыми адресами.

2. В системе КОП запрещается использовать номер прибора 31 (включены все пять переключателей А0—А4), так как этот адрес соответствует коду команды НПМ.

3. МАП — адрес на прием, МАИ — адрес на передачу.

Прибор исполняет полученные дистанционно инструкции, если последним байтом передан ограничитель ПС или, если с последним байтом данных передан сигнал КП или, если сразу после данных передана команда ЗАП.

Таблица 10.4

Режим работы	Программирование режима	Примечание
1. Измерение частоты по входу А, $f_A$	F0	
2. Измерение периода по входу А, $1/f_A$	F1	
3. Измерение частоты по входу В, $f_B$	F2	
4. Измерение длительности импульса, $t_A$	F3	
5. Измерение интервала времени, $t_{A-B}$	F4	
6. Измерение отношения частот, $f_B/f_A$	F5	
7. Измерение отношения частот, $f_B/f_A$	F6	
8. Измерение суммы количеств колебаний сигналов по входам А и В, А+В	F7	
9. Измерение разности количеств колебаний сигналов по входам А и В, А-В	F8	
10. Самоконтроль	C0	
11. Калибровка 0	C1	
12. Калибровка 1	C2	
13. Калибровка 2	C3	
14. Установка времени счета $10^n$ мкс	GL	
15. Установка времени счета МИНИМ	GM	
16. Внешний строб	EG	
17. Внешний пуск	ES	
18. Выключение режимов внешний строб и внешний пуск	EF	
19. Циклический запуск	T0	
20. Однократный запуск	T1	
21. Сброс	R	
22. Старт измерения суммы (разности) количеств колебаний сигналов по входам А и В	ST	
23. Стоп измерения суммы (разности) количеств колебаний сигналов по входам А и В	SP	
		Устанавливается по умолчанию при включении питания после выполнения калибровки
		L — натуральное число от 0 до 9

Продолжение табл. 10.4

Режим работы	Программирование режима	Примечание
24. Введение числа А в калькуляторном режиме	SC±aE±v	a — десятичное число, содержащее от 1 до 9 разрядов;
25. Введение числа В в калькуляторном режиме	SH±aE±v	v — десятичное число в пределах от минус 15 до плюс 9.
26. Установка уровня запуска по входу А	LA±dE-3	d — десятичное число, содержащее от 1 до 4 разрядов;
27. Установка уровня запуска по входу В	LB±dE-3	Пределы регулировки уровней ±1275 мВ
28. Управление входными устройствами	Whh	h — шестнадцатеричная цифра. Первая из них управляет входными устройствами входа В, вторая — входа А. Распределение цифры h по битам приведено в табл. 10.5.
29. Установка входного сопротивления 50 Ом:		
по входу А	A0	
по входу В	B0	
30. Установка входного сопротивления 1 МОм:		
по входу А	A1	
по входу В	B1	
31. Запуск по положительному фронту сигнала:		
по входу А	A2	
по входу В	B2	
32. Запуск по отрицательному фронту сигнала:		
по входу А	A3	
по входу В	B3	
33. Связь по постоянному току:		
по входу А	A4	
по входу В	B4	
34. Связь по переменному току:		
по входу А	A5	
по входу В	B5	
35. Состояние входного аттенюатора «x1»		
входа А	A6	
входа В	B6	
36. Состояние входного аттенюатора «x10»		
входа А	A7	
входа В	B7	

Режим работы	Программирование режима	Примечание
37. Выключение ограничения полосы пропускания: по входу А по входу Б	A8 B8	Этот и приведенные ниже режимы работы устанавливаются только дистанционно. После получения этого сообщения прибор выдает информацию о своем обозначении в формате MN □ CH3 64 ПС, если установлен измеритель частоты и времени, и в формате MN □ CH3-64/CVПС, если установлен блок преобразования частоты автоматический ЯЗЧ-175/1
38. Включение ограничения полосы пропускания: по входу А по входу Б	A9 B9	
39. Выбор сообщения, содержащего обозначение прибора	YN	
40. Выбор сообщения, содержащего информацию только о режиме работы прибора	OF	После получения этого сообщения прибор выдает информацию о режиме работы в формате, приведенном в табл. 10.7.
41. Выбор вспомогательного сообщения	AX	После получения этого сообщения прибор выдает сообщение о содержимом счетчиков Ne, Nt, N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub> и коэффициентов K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub> , ΔNcp
42. Выключение табло индикации	DF	После получения этого сообщения информация о результатах измерения на табло прибора не выводится
43. Включение табло индикации	DN	
44. Установка маски выдачи сигнала «30»	Ihh	h — шестнадцатеричная цифра. Выдача запроса на обслуживание запрещается, если бит, соответствующий данной причине, установлен в состоянии лог. 1. Причины выдачи сигнала «30» и биты, их маскирующие, приведены в

Режим работы	Программирование режима	Примечание
45. Выключение интерфейса КОП	EXIT	табл. 10.8. После включения питания прибора выдача сигнала «30» по всем причинам, кроме готовности результата, разрешена. После получения этого сообщения прибор становится неуправляемым дистанционно

Таблица 10.5

Значение бита	бит			
	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
∅	x <sup>1</sup>	≡	∩	50 Ом
1	x <sup>10</sup>	~	∩	1 МОм

10.16.5. Передача данных из прибора. Прибор имеет возможность передавать в систему КОП результаты измерений в формате, приведенном в табл. 10.6, информацию о своем обозначении, информацию о текущем режиме работы в формате, приведенном в табл. 10.7, и байт состояния (БСТ) при последовательном опросе.

Для вывода из прибора информации необходимо:  
выполнить адресацию на передачу;  
снять сигнал УП;

выполнить синхронизацию передачи источника.  
Адресация прибора на передачу выполняется аналогично адресации на прием в соответствии с табл. 10.3.

Сообщения о режиме работы и обозначении прибор выдает один раз после каждого получения сообщения «OF» и «YN» соответственно.

Вывод БСТ производится в состоянии СПСА функции И5.

Таблица 10.6

Знак мантиссы	Тело данных					Ограничитель
	Мантисса	Десятичная точка	Символ порядка	Знак порядка	Порядок	
#	a	.	E	#	n	ПС

- Примечания: 1. Мантисса a может содержать от одного до пятнадцати десятичных разрядов. Перед первой цифрой мантиссы может передаваться один или несколько символов « $\square$ ».
2. Порядок n — натуральное число от 0 до 9.
3. Для положительных чисел знак может отсутствовать.
4. Если результатом измерения являются две или несколько величин, они выдаются последовательно в приведенном формате. Одна величина отделяется от другой символом « $\square$ ». В конце сообщения передается ограничитель ПС.
5. ПС — символ «перевод строки» по ГОСТ 27463-87. Передается одним байтом. Шестнадцатеричный код 0A.

Коды БСТ и соответствующие им состояния прибора приведены в табл. 10.8.

10.16.6. Прибор имеет возможность посылать в систему КОП одно из сообщений «Реакция на параллельный опрос» (РОП) в состоянии СОАК функции ОП1 в соответствии с табл. 10.9, если значение сообщения «Индивидуальный статус» (ИСТ) равно значению бита «считывания» (С), полученному в составе команды ОПР.

Сообщение «Индивидуальный статус» устанавливается в состояние лог. 1, если запрашивается обслуживание.

Для конфигурации параллельного опроса необходимо: выполнить адресацию на прием; передать интерфейсные сообщения КПР и ОПР.

Для деконфигурации параллельного опроса необходимо передать интерфейсное сообщение ДПР.

10.16.7. Работа прибора в режиме «Только передача».

Режим «Только передача» используется в системах КОП, работающих без контроллера. Примером такой системы может быть вывод измерительной информации из прибора на

Таблица 10.7

Режим работы	Время счета	Вид запуска	Внешний пуск	Ограничение по входу А	Ограничение по входу В	Состояние входных устройств	Уровень запуска А	Уровень запуска В	Число А какаква-торного режима	Число В какаква-торного режима	Ограничитель
Fn	GL	T1	ES	A8	B8	Whh	LA±dE-3	LB±dE-3	SC±aE±v	SH±aE±v	ПС
Cm	GM EG	T0		A9	B9						

Примечания: 1. n — цифра от 0 до 8, m — цифра от 0 до 3.

2. L — цифра от 0 до 9.

3. ES — (внешний запуск) передается только, если включен режим внешнего пуска.

4. h — шестнадцатеричная цифра (см. табл. 10.4 п. 28 и табл. 10.5).

5. d — десятичное число, содержащее от 1 до 4 разрядов.

6. a — десятичное число, содержащее от 1 до 9 разрядов.

в — десятичное число в пределах от минус 15 до плюс 9.

7. После передачи содержимого каждой колонки, кроме последней, передается символ « $\square$ ».

Группа причин «30»	Бит, маскирующий выдачу «30» по данной причине	Причина запроса обслуживания	Выдаваемый байт состояния							
			ЛД7	ЛД6	ЛД5	ЛД4	ЛД3	ЛД2	ЛД1	ЛД0
Авария	Не маскируется	Отсутствие вставного блока	1	1	1	X	X	0	0	0
Причины, обусловленные ошибками в работе системы	ЛД2	Ошибка диапазона	0	1	1	X	X	0	0	0
	ЛД3	Ошибка запуска	0	1	1	X	X	0	0	1
	ЛД4	Принем данных в местном управлении	0	1	1	X	X	1	1	0
	ЛД5	Ошибка программирования	0	1	1	X	X	1	1	0
	ЛД6	Ошибка синхронизации	0	1	1	X	X	1	1	1
Прочие причины	ЛД7	Готов результат измерения	0	1	0	0	0	0	0	0

Примечания: 1. X — состояние не определено.

- Ошибка диапазона возникает при приеме числовых значений, выходящих за разрешенные пределы.
- Ошибка запуска возникает при приеме команды ЗАП в режиме циклического измерения, во время выполнения команды ЗАП или во время выполнения команд СБУ, СБА.
- Ошибка программирования возникает в случае, если принятые программные данные не соответствуют приведенным в табл. 10.4, а также, если длина одного сообщения превышает 512 байт.
- Ошибка синхронизации возникает, если после адресации прибора на передачу в системе нет ни одного активного приемника.

Логическое значение битов, полученных с ОПР			Двоичный код РОП								Сообщение РОП	
			ЛД7	ЛД6	ЛД5	ЛД4	ЛД3	ЛД2	ЛД1	ЛД0		
Р3	Р2	Р1										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	РОП1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	РОП2
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	РОП3
0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	РОП4
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	РОП5
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	РОП6
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	РОП7
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	РОП8

регистрирующее устройство, которое работает в режиме «Только прием».

Для включения прибора в режим постоянного вывода информации необходимо установить переключатель ТПД (на задней панели) в верхнее положение, адресацию в этом режиме выполнять не нужно.

10.16.8. Сигнал ЗАПРОС ОБСЛУЖИВАНИЯ (30) выдается по причинам, указанным в табл. 10.8, при условии, что выдача 30 по этим причинам не была запрещена. Выдача сигнала 30 по любой из причин, кроме аварийных, может быть запрещена путем установки бита, соответствующего данной причине, в состояние «лог. 1». После включения тумблера СЕТЬ выдача сигнала 30 по всем причинам, кроме готовности результата, разрешена.

Сигнал 30 снимается при проведении процедуры последовательного опроса, а также по командам СБУ и СБА. Наивысший приоритет имеет причина отсутствия сменного блока, а самый низкий — готовность результата измерения. Причины, обусловленные ошибками в работе системы, равноприоритетны.

10.16.9. При получении команд СБУ и СБА прибор пере-

ходит в режим, который устанавливается после включения тумблера СЕТЬ, т. е. переходит в режим самоконтроля. Первый результат измерения будет получен только в режиме самоконтроля. При этом в приборе устанавливается режим циклического запуска, и после каждого измерения обновляется буфер сообщения. Время выполнения команд СБУ и СБА не более 3 мс.

10.16.10. По команде ЗАП прибор в режиме разового пуска выполняет одно измерение. Время выполнения команды ЗАП от ее получения до начала измерения не более 5 мс. Эта величина может быть больше, если команда ЗАП следует сразу же за передачей программных данных, на время, необходимое для расшифровки полученного сообщения.

### 10.17. Работа прибора в режиме калибровки

10.17.1. Прибор имеет четыре режима калибровки (вызываются последовательным нажатием кнопок «▼» и соответствующих цифр «0», «1», «2» и «3»).

10.17.2. В режиме «▼», «0» прибор выполняет измерение коэффициентов  $K_1$ ,  $K_2$  и  $\Delta N_{ср}$  при установленном времени счета, заносит результат в память и возвращается в предыдущий режим работы. После включения тумблера СЕТЬ прибор автоматически проводит подобную калибровку при времени счета  $10^5$  мкс. Режим «▼», «0» должен вызываться оператором перед измерениями, требующими предельной точности (для компенсации температурного и временного дрейфа параметров интерполяторов).

10.17.3. В режиме «▼», «1» прибор осуществляет циклическое измерение и индикацию коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$ . Результат измерения в память не заносится. Режим используется с целью контроля работы интерполятора.

10.17.4. В режиме «▼», «2» прибор измеряет и индицирует коэффициент  $\Delta N_{ср}$ . Результат измерения в память не заносится и используется с целью диагностики отказов.

10.17.5. Режим «▼», «3» используется для индикации коэффициентов  $K_1$ ,  $K_2$  и  $\Delta N_{ср}$ , записанных в память прибора.

Последовательное нажатие кнопок «▼» и «3» вызывает индикацию  $K_1$  и  $K_2$ , последующее нажатие кнопки «×/ВНМ» — индикацию  $\Delta N_{ср}$ . Повторное нажатие кнопки «×/ВНМ» выводит прибор из режима калибровки. Режим используется для диагностики отказов.

### 10.18. Работа прибора в дополнительных режимах, вызываемых кнопкой «П»

10.18.1. С помощью кнопки «П» можно вызывать следующие дополнительные режимы работы:

введение порядка числа (описано в подразд. 10.15);

режим разового пуска;

режим вывода непоместившихся на индикаторе значащих разрядов;

режим индикации промежуточных результатов измерения (используется для диагностики отказов).

10.18.2. После однократного нажатия кнопки «П» прибор переходит в режим разового пуска — выполняет одно измерение на каждое нажатие кнопки «×/ВНМ» или изменение режима работы.

10.18.3. При переполнении индикаторного табло (в крайнем левом разряде индицируется символ «П» или «Я») непоместившиеся значащие разряды могут быть выведены на индикацию последовательным нажатием кнопок «П» и «СДВИГ». Для этого следует:

нажатием кнопки «П» перевести прибор в режим разового пуска;

дождаться появления результата, сопровождаемого символом «П» или «Я» в крайнем левом разряде;

нажатием кнопки СДВИГ вывести на индикацию непоместившиеся разряды.

Для выхода из этого режима следует вторично нажать кнопку «П».

10.18.4. Режим индикации промежуточных результатов измерения ( $N_t + N_{вс}$ ;  $N_E$ ;  $N_1$ ;  $N_2$ ;  $N_i$ ) осуществляется последовательным нажатием кнопки «П».

По первому нажатию прибор переходит в режим разового пуска. Последующие нажатия кнопки «П» вызывают последовательно индикацию чисел:  $N_t + N_{вс}$ ;  $N_E$ ;  $N_1$ ;  $N_2$ ;  $N_i$ . На следующее нажатие кнопки «П» прибор выходит из режима индикации промежуточного результата и переходит в режим циклического измерения, при этом до появления нового результата на табло присутствует предыдущий.

## 11. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

### 11.1. Меры безопасности

11.1.1. К ремонтным работам допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами и имеющие специальную подготовку и опыт работы по ремонту аналогичной аппаратуры.

11.1.2. При работе с прибором, включенным для проведения ремонта отдельных узлов и блоков, необходимо принимать меры предосторожности с учетом следующих особенностей:

при выключенном тумблере сети и при включенной в сеть вилке шнура питания на контактах сетевого фильтра, на контактах кнопок переключения напряжения сети на задней панели, на контактах тумблера сети, на выводах обмоток трансформатора питания кварцевого генератора имеется напряжение сети;

при включенном тумблере сети на контактах кнопок переключения напряжения сети, на выводах обмоток трансформаторов блока питания, появляется напряжение сети.

11.1.3. Перед включением прибора в сеть он должен быть заземлен.

### 11.2. Порядок разборки прибора

11.2.1. Для доступа внутрь прибора при его профилактическом осмотре и ремонте необходимо вывернуть винты, крепящие верхнюю и нижнюю крышки, и снять эти крышки.

11.2.2. Для разборки кварцевого генератора необходимо: вывернуть винты, крепящие генератор к шасси блока питания;

снять крышку генератора;

для доступа к кварцевому резонатору и элементам коррекции частоты вывернуть винты в основании генератора, и, сняв стягивающие хомуты, вскрыть тепловой экран;

вывернуть винты в крышке подогревателя.

### 11.3. Наиболее часто встречающиеся неисправности, методы их обнаружения и устранения

11.3.1. Прибор состоит из отдельных блоков и узлов, имеющих определенное функциональное значение. Поэтому

при ремонте прежде всего необходимо определить, в каком блоке или узле имеет место неисправность, после чего отыскать неисправную цепь или каскад и затем — неисправный элемент.

После замены вышедших из строя элементов места их паяк должны быть подвергнуты влагозащите путем двукратного покрытия лаком УР-231.

11.3.2. Лицам, приступающим к ремонту, необходимо ознакомиться с принципом действия и работой прибора, а также с назначением и работой отдельных его узлов и блоков.

При отыскании неисправностей рекомендуется проверять работу отдельных узлов и блоков прибора, пользуясь таблицами режимов и осциллограммами напряжений (приложение 2 и приложение 3).

Проверку правильности работы, осмотр и ремонт печатных плат прибора удобно производить с помощью ремонтных плат (из ЗИП прибора).

При измерении напряжений необходимо пользоваться щупом с заостренным наконечником для того, чтобы можно было проколоть непроводящий слой защитного покрытия плат. После проведения измерений платы должны быть подвергнуты дополнительной влагозащите.

11.3.3. В табл. 11.1 приведены наиболее характерные неисправности, вероятные причины неисправностей и методы их устранения.

11.3.4. При длительной эксплуатации или хранении прибора (более одного года) может создаться положение, при котором уход частоты кварцевого генератора не удастся выбрать с помощью корректора. В этом случае подстройка частоты кварцевого генератора производится подбором и заменой дросселя L1 (см. схему электрическую принципиальную кварцевого генератора).

Для этого необходимо:

установить корректор в среднее положение, для чего измерить частоту кварцевого генератора (по методике, приведенной в разд. 13) при крайних положениях корректора ( $f_1$  и  $f_2$ ) и установить корректор в такое положение, чтобы частота кварцевого генератора  $f$  равнялась среднему значению измеренных частот

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2} ,$$

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
32. При нажатии одной из кнопок прибор не переходит в соответствующий режим работы, светодиодный индикатор Н1 устройства управления при нажатии только этой кнопки не засвечивается	Вышел из строя микропереключатель	Неисправный микропереключатель заменить
33. При нажатии одной из кнопок прибор не переходит в соответствующий режим работы. Светодиодный индикатор Н1 устройства управления при нажатии этой кнопки засвечивается	Вышла из строя одна из микросхем устройства управления	Неисправную микросхему заменить

выключить прибор и извлечь из него кварцевый генератор; снять с генератора кожух и обеспечить доступ к элементам на плате, размещенной в подогревателе;

подбором индуктивности дросселя L1 установить частоту генератора как можно ближе к номинальному значению. При этом следует учитывать, что увеличение величины индуктивности дросселя приводит к уменьшению частоты генератора, и наоборот. Изменение индуктивности дросселя на 1 мкГн изменяет частоту генератора примерно от  $3 \cdot 10^{-7}$  до  $5 \cdot 10^{-7}$ ;

собрать кварцевый генератор и прогреть его в течение двух часов;

установить с помощью корректора частоту кварцевого генератора с погрешностью в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ ;

закрепить кварцевый генератор и закрыть прибор.

## 12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 12.1. Общие указания

12.1.1. Техническое обслуживание прибора проводится с целью обеспечения его постоянной исправности и готовности к использованию.

12.1.2. При проведении технического обслуживания необходимо соблюдать меры безопасности, указанные в разделе 8.

12.1.3. Техническое обслуживание включает в себя: осмотр внешнего состояния прибора; проверку комплектности и состояния ЗИП; проверку общей работоспособности; устранение выявленных недостатков; проверку правильности ведения формуляра.

### 12.2. Порядок технического обслуживания

12.2.1. Техническое обслуживание проводят не реже одного раза в год или перед постановкой прибора на хранение. Работы, связанные со вскрытием прибора, проводить перед его периодической поверкой.

12.2.2. При внешнем осмотре проверяют отсутствие механических повреждений, целостность стекол табло и кнопок управления, состояние надписей, крепление переключателей и тумблеров, плавность их действия и четкость фиксации, крепление и чистоту разъемов, состояние покрытий, исправность сетевого шнура питания.

12.2.3. Комплектность и состояние ЗИП проверяют путем сличения наличного комплекта с приведенным в формуляре, проверкой исправности соединительных кабелей, переходов, внешнего усилителя и т. д.

12.2.4. Работоспособность прибора проверяют в режиме самоконтроля в соответствии с п. 10.1.2.

12.2.5. Правильность ведения формуляра проверяют путем просмотра записей в формуляре, которые выполнены в процессе эксплуатации и хранения прибора.

### 13. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Настоящий раздел устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок прибора (при выпуске из производства и ремонта, при эксплуатации и хранении).

Рекомендуемый межповерочный интервал периодической поверки — 12 месяцев.

#### 13.1. Операции и средства поверки

13.1.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 13.1.

Таблица 13.1

Номер пункта раздела	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
13.4.1	Внешний осмотр Опробование и самоконтроль				
13.4.2	Проверка прибора в режиме самоконтроля, проверка световых индикаторов и др.	100 МГц			
13.4.3	Проверка измерения прибором частоты и периода	По входу А: 1 и 10 Гц, 10 кГц, 1, 10, 50, 100 и 150 МГц. По входу В: 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 и 1500 МГц	Минимальный уровень входного сигнала 0,05 В Минимальный уровень входного сигнала 0,1 В; 0,2 мВт для 1200 и 1500 МГц	ГЗ-122 или ГЗ-110, ГЗ-112/1, Г4-151 или Г4-107, Г4-128 или Г4-76А, Г4-78, ВЗ-48А, ВЗ-62 или ВЗ-52/1, МЗ-51	

Продолжение табл. 13.1

Номер пункта раздела	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
13.4.4	Проверка измерения прибором длительности импульсов  Определение метрологических параметров	100 нс, 100 мкс, 10 и 100 мс, 1 с	Минимальная амплитуда входного сигнала 0,3 В		Г5-56, Г5-85 или Г5-59, С1-75
13.4.5	Определение относительной погрешности измерения частоты и периода	150 МГц  10 Гц и 100 кГц	$10^{-9}$ $\tau_{сч}$ $\delta_{зап}$		ГЗ-112/1 ВЗ-48А, Ч6-71 или Ч6-31 с Ч6-2
13.4.6	Определение относительной погрешности по частоте и подстройка частоты кварцевого генератора	5 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$ за 12 мес $\pm 1 \cdot 10^{-8}$	Ч1-69 или станд. 74	ЧЗ-64 или ЧЗ-54, Ч7-12 или Ч7-39

Примечания. 1. Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.  
2. Все средства поверки должны быть исправны и поверены в установленном порядке.

13.1.2. Основные технические характеристики средств поверки приведены в табл. 13.2.

Таблица 13.2

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Милливольтметр переменного тока	Пределы измерения 0,3 мВ—10 В в диапазоне 10 Гц—10 МГц	2,5%	В3-48А	
Милливольтметр переменного тока	Пределы измерения 0,01—3 В в диапазоне 10 кГц—1 ГГц	1%	В3-62 или В3-52/1	
Ваттметр поглощаемой мощности	Пределы измерения 0,2—10 мВт в диапазоне 1000—1500 МГц	15%	М3-51	
Частотомер электронно-счетный	Измерение частоты до 150 МГц	$\pm 1$ ед. счета	Ч3-64 или Ч3-54	
Стандарт частоты рубидиевый	Сигнал частотой 5 МГц	$1 \cdot 10^{-9}$ за 12 мес	Ч1-69 или станд. 74	
Компаратор частоты	Сигнал частотой 5 МГц	$1 \cdot 10^{-11}$	Ч7-12 или Ч7-39	
Синтезатор частоты	Диапазон частот 10 МГц—400 МГц	Погрешность опорного сигнала	Ч6-71 или Ч6-31 с Ч6-2	
Осциллограф	Полоса пропускания до 250 МГц	5%	С1-75	
Генератор сигналов низкочастотный прецизионный	Диапазон частот 0,01— $2 \cdot 10^6$ Гц	$5 \cdot 10^{-7}$	Г3-122 или Г3-110	
Генератор сигналов низкочастотный	Диапазон частот 10 Гц—10 МГц	3%	Г3-112/1	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 10—400 МГц	1%	Г4-151 или Г4-107	

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 0,4—1,2 ГГц	2%	Г4-128 или Г4-76А	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 1,2—1,5 ГГц	0,5%	Г4-78	
Генератор импульсов	Частота следования 0,1— $10^6$ Гц	5%	Г5-56	
Генератор импульсов	Частота следования 1 кГц—200 МГц	10%	Г5-85 или Г5-59	
Умножитель частоты синтезаторный	Диапазон частот 50—400 МГц	Погрешность опорного сигнала	Ч6-2	

### 13.2. Требования безопасности

13.2.1. При проведении поверки выполните указания мер безопасности — см. разд. 8.

### 13.3. Условия поверки и подготовка к ней

13.3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, К (°С) —  $293 \pm 5$  ( $20 \pm 5$ );

относительная влажность воздуха, % — 30—80; атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) — 84—106 (630—795);

напряжение питающей сети, В —  $220 \pm 4,4$ ; частота питающей сети, Гц —  $50 \pm 0,5$ .

Допускается проводить поверку в реально существующих условиях, отличных от приведенных, если они не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации. Рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей.

Недопустима вибрация рабочего места.

13.3.2. Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

проверить наличие технической документации;  
разместить прибор на рабочем месте, обеспечив при этом удобство работы и исключив попадание на прибор прямых солнечных лучей.

#### 13.4. Проведение поверки

##### Внешний осмотр

13.4.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:  
отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;

наличие и прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положения, плавность вращения ручек органов управления и т. д.;

чистота соединительных разъемов;

исправность соединительных кабелей, переходов и т. д.

При обнаружении дефектов, для устранения которых требуется вскрытие прибора, он должен быть направлен в ремонт.

##### Опробование и самоконтроль

13.4.2. Для опробования работоспособности прибора подготовьте его к работе и проверьте в режиме самоконтроля согласно указаниям подраздела 10.1.

13.4.3. Проверка измерения прибором частоты и периода по входу А проводится с помощью генераторов ГЗ-122, ГЗ-112/1 и Г4-151, милливольтметров ВЗ-48А и ВЗ-62,

Схема соединения приборов приведена на рис. 13.1.

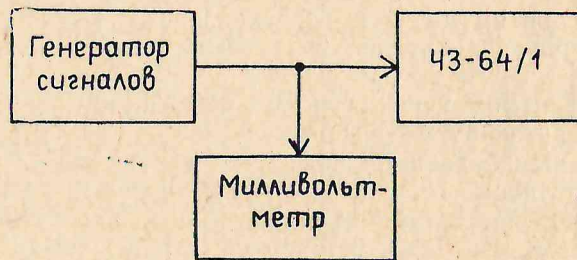


Рис. 13.1.

Сигнал с выхода генератора подается на вход А прибора, напряжение сигнала 0,05 В устанавливается с помощью милливольтметра или по шкале органа установки выходного напряжения генератора.

Переключатель «X1/X10» входа А устанавливается в положение «X1». Измерение частоты и периода производится в точках 1 и 10 Гц, 10 кГц, 1, 10, 50, 100 и 150 МГц, при этом ручка УРОВЕНЬ входа А должна находиться в центре зоны, в которой прибор дает устойчивые показания.

При измерении частоты и периода сигналов с частотами 1 и 10 Гц переключатель «~/=» входа А установите в положение «=», на остальных частотах положение переключателя безразлично. При частоте входного сигнала менее 10 МГц нажмите кнопку «ЛД». Переключатель «50 Ω/1MΩ» установите в положение «50 Ω».

Проверка измерения прибором частоты по входу В производится с помощью генераторов Г4-151, Г4-128 и Г4-78, милливольтметра ВЗ-62 и ваттметра МЗ-51 в точках 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 и 1500 МГц.

Уровень входного сигнала устанавливается равным 0,1 В, а на частоте 1200 и 1500 МГц — 0,2 мВт.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если прибор производит измерение частоты и периода сигналов по входу А при напряжении входного сигнала не более 0,05 В, измерение частоты по входу В при уровне входного сигнала не более 0,1 В (0,2 мВт) и показания на цифровом табло соответствуют установленным на генераторах значениям с учетом допустимой погрешности установки частоты.

13.4.4. Проверка измерения прибором длительности импульсов производится с помощью генераторов импульсов Г5-56 и Г5-85 и осциллографа С1-75.

Схема соединения приборов приведена на рис. 13.2.

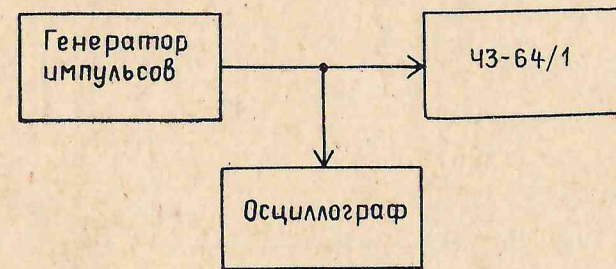


Рис. 13.2.

Переключатель полярности входа А «  $\swarrow$  /  $\searrow$  » устанавливается в положение «  $\swarrow$  », входа В — в положение «  $\searrow$  ». Переключатели «50  $\Omega$ /1 М $\Omega$ » обоих входов устанавливаются в положение «50  $\Omega$ ». Уровень запуска обоих входов устанавливается равным 70 мВ, время счета — минимальным (кнопка МИНИМ — включена).

На выходе генератора устанавливаются импульсы положительной полярности амплитудой 0,3 В. Измерения проводятся при длительности импульсов 100 нс, 1 и 100 мкс, 1 и 100 мс и 1 с.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если прибор производит измерение указанных длительностей импульсов при амплитуде входных импульсов не более 0,3 В и показания на цифровом табло соответствуют установленным на генераторах значениям с учетом допустимой погрешности установки длительности.

#### Определение метрологических параметров

13.4.5. Проверка относительной погрешности измерения частоты и периода включает в себя проверку составляющих погрешности  $\frac{10^{-9}}{\tau_{сч}}$  и  $\delta_{зап}$  для сигналов синусоидальной формы (вход А).

Проверку составляющей погрешности  $\frac{10^{-9}}{\tau_{сч}}$  проводят путем измерения частоты 150 МГц с выхода синтезатора частоты Ч6-71. Синтезатор должен быть засинхронизирован опорным генератором поверяемого прибора.

Эта проверка может проводиться с помощью синтезатора частоты Ч6-31 и умножителя частоты синтезаторного Ч6-2.

Схема соединения приборов в этом случае приведена на рис. 13.3.

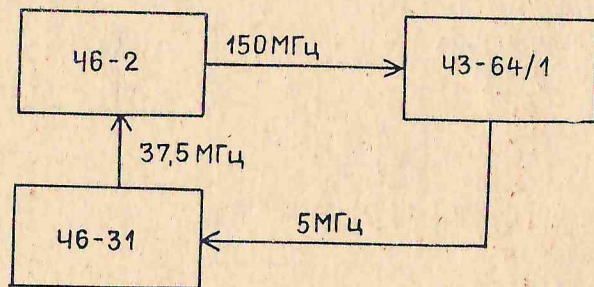


Рис. 13.3.

Частота выходного сигнала синтезатора устанавливается равной 37,5 МГц, коэффициент умножения умножителя частоты — 4.

Время счета устанавливается равным  $10^6$  и  $10^7$  мкс.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания прибора не выходят за пределы значений, приведенных в табл. 13.3.

Таблица 13.3

Время счета, мкс	Показания прибора, МГц
$10^6$	$150 \pm 0,00000001$
$10^7$	$150 \pm 0,00000001$

Проверка погрешности запуска  $\delta_{зап}$  проводится с помощью генератора ГЗ-112/1 путем измерения частоты 10 Гц и 100 кГц (устанавливается по поверяемому прибору при времени счета 10 с и 1 с соответственно). Напряжение входного сигнала 50 мВ (устанавливается по милливольтметру ВЗ-48А). Схема соединения приборов приведена на рис. 13.4. Прибор устанавливается в режим разового пуска, время счета МИНИМ.

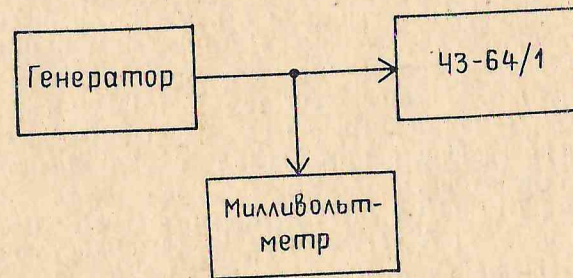


Рис. 13.4.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если в серии из десяти измерений подряд по крайней мере девять показаний не выходят за пределы значений, приведенных в табл. 13.4.

Таблица 13.4

Измеряемые частоты	Показания прибора
10 Гц	$10 \pm 0,036$ Гц
100 кГц	$100 \pm 0,36$ кГц

13.4.6. Определение относительной погрешности по частоте кварцевого генератора за 12 мес производится по истечении времени установления рабочего режима, равного 2 ч, путем измерения его частоты с помощью аппаратуры, собранной по структурной схеме, приведенной на рис. 13.5.

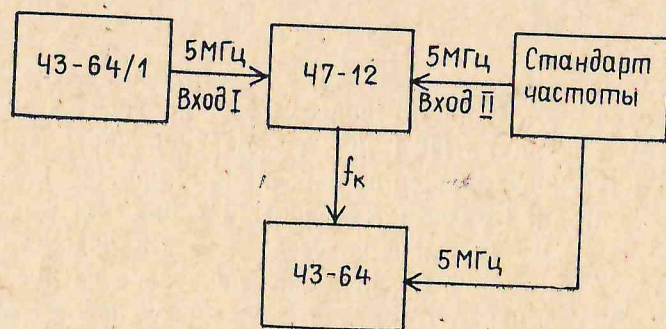


Рис. 13.5.

Сигнал кварцевого генератора с разъема «5 МГц» поверяемого прибора подается на разъем ВХОД I компаратора Ч7-12. С источника образцовой частоты, которым является стандарт частоты, сигнал частотой 5 МГц подается на разъем ВХОД II компаратора и разъем «5 МГц» частотомера Ч3-64, использующего этот сигнал вместо собственного кварцевого генератора.

С разъема ВЫХОД I МГц компаратора сигнал частотой  $f_k$  подается на вход А частотомера Ч3-64, работающего в режиме измерения частоты при времени счета 1 или 10 с. Записывается не менее 10 последовательных показаний частотомера и определяется их среднее арифметическое значение  $f_{\text{ксп}}$  по формуле

$$f_{\text{ксп}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ki}}{n},$$

где  $f_{ki}$  — значение частоты выходного сигнала компаратора единичного измерения, Гц;

$n$  — число проведенных единичных измерений.

Относительная погрешность по частоте  $\delta_0$  определяется по формуле

$$\delta_0 = \frac{f_{\text{ксп}} - f_{\text{кн}}}{M \cdot f_H}, \quad (13.1)$$

где  $f_{\text{кн}}$  — значение частоты компаратора, соответствующее номинальному значению частоты кварцевого генератора, Гц ( $f_{\text{кн}} = 10^6$  Гц);

$M$  — коэффициент умножения компаратора ( $M = 2 \cdot 10^3$ );

$f_H$  — номинальное значение частоты кварцевого генератора, Гц ( $f_H = 5 \cdot 10^6$  Гц).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если относительная погрешность по частоте кварцевого генератора за межповерочный интервал 12 мес в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$  (время 12 мес отсчитывается с момента предыдущей поверки, когда действительное значение частоты кварцевого генератора было установлено с погрешностью в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ ).

13.4.7. После определения относительной погрешности по частоте кварцевого генератора установите его частоту с погрешностью в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ .

Подстройка частоты кварцевого генератора производится путем вращения корректора (на задней панели).

При длительной эксплуатации или хранении прибора может создаться положение, при котором уход частоты кварцевого генератора не удаётся с помощью корректора. В этом случае подстройку частоты кварцевого генератора произведите подбором и заменой элементов кварцевого генератора по методике, изложенной в п. 11.3.4.

После проведения подстройки частоты кварцевого генератора произведите опломбирование отверстия корректора с помощью пломбировочной шайбы.

### 13.5. Оформление результатов поверки

13.5.1. Положительные результаты первичной поверки должны оформляться путем записи в формуляре прибора, заверенной поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма.

Положительные результаты периодической поверки должны оформляться в установленном порядке с выполнением

соответствующих записей в формуляре прибора. Корректор частоты кварцевого генератора опломбировать.

13.5.2. В случае отрицательных результатов поверки выпуск прибора в обращение и применение запрещается.

#### 14. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

14.1. Прибор является сложным радиоэлектронным устройством и требует аккуратного обращения и ухода в процессе эксплуатации, транспортирования и хранения на складе. Прибор, прибывший на склад предприятия, от транспортной упаковки может не освобождаться и храниться в упакованном виде.

Предельные условия кратковременного, до 12 месяцев, хранения:

температура окружающего воздуха, °С — от минус 60 до плюс 65;

относительная влажность воздуха, % — до 98.

14.2. При постановке на длительное хранение прибора, уже находящегося в эксплуатации, рекомендуется произвести консервацию и упаковку прибора. При этом:

прибор, ЗИП, укладочный и упаковочный ящики очищаются от грязи и пыли;

если прибор подвергался воздействию влаги, он просушивается в теплом помещении в течение двух суток;

ЗИП пополняется взамен израсходованного и размещается в своем укладочном ящике;

прибор и ЗИП должны быть без коррозионного поражения металла и нарушения покрытий;

упаковка прибора производится после полного выравнивания температуры прибора с температурой помещения, в котором выполняется упаковка;

проверяется комплектность прибора на соответствие формуляру, а также сверяется заводской номер прибора с указанным в документации;

прибор укладывается в полиэтиленовый или другой влаго- непроницаемый чехол;

в чехле размещается влагопоглотитель (предварительно высушенный силикагель), причем не ранее чем за час до упаковки прибора;

чехол герметично заваривается методом сварки или оплавления пленки или тщательно заклеивается липкой лентой;

прибор (в чехле) размещается в укладочном ящике;

эксплуатационные документы уложить в полиэтиленовый или другой влаго- непроницаемый чехол, обернуть влагоза-

щитной упаковочной бумагой, перевязать увязочным шпагатом и разместить в укладочном ящике;

закрывать укладочный ящик и опломбировать (при необходимости);

укладочный ящик обернуть влагозащитной упаковочной бумагой и перевязать шпагатом;

закрывать ЗИП, опломбировать при необходимости, обернуть влагозащитной упаковочной бумагой и перевязать шпагатом;

укладочный ящик и ЗИП разместите в упаковочном (тарном) ящике, выстланном двумя слоями влагозащитной бумаги и допускающей укладку амортизирующих материалов на толщину 50—80 мм (рис. 14.1);

для амортизации пространство между стенками, дном и крышкой упаковочного ящика и наружными поверхностями укладочного ящика заполнить до уплотнения упаковочным амортизирующим материалом (гофрированный картон, бумажная парафинированная стружка, древесная стружка и другие разрешенные для этой цели материалы);

под крышку упаковочного ящика уложить в полиэтиленовом пакете упаковочный лист или опись упаковки, при необходимости;

крышку упаковочного ящика забить гвоздями с шагом 80—100 мм;

для дополнительного крепления ящик по торцам обтянуть стальной лентой толщиной 0,4—0,5 мм шириной 20 мм и прибить ее гвоздями с шагом 80—100 мм, допускается применять вместо ленты стальную проволоку диаметром 1,5—2 мм, которую закрутить вокруг головок гвоздей перед окончательной забивкой их, а свободные концы свить и оставить для пломбы;

выполнить на ящике соответствующие надписи для распознавания приборов на складе.

14.3. Прибор может храниться в отапливаемых или неотапливаемых хранилищах.

Условия длительного хранения:

1) в отапливаемом хранилище:

температура окружающего воздуха, °С — от 5 до 40;

относительная влажность воздуха до 80% при температуре 25°С.

2) в неотапливаемом хранилище:

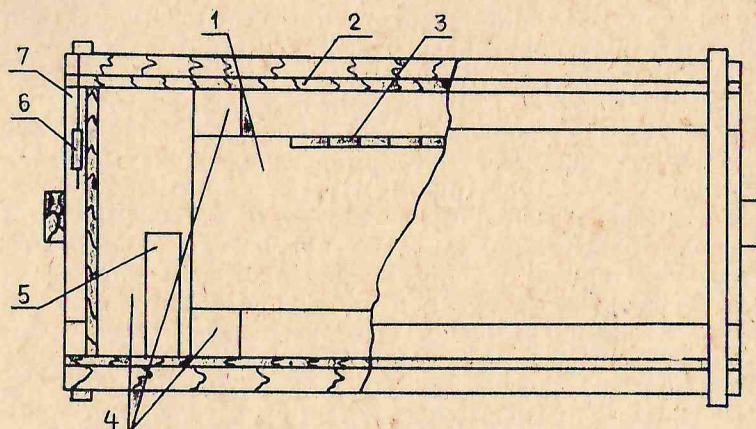
температура окружающего воздуха, °С — от минус 50 до плюс 40;

относительная влажность воздуха, % — от 98 при температуре 25°С.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

Срок длительного хранения: 10 лет в отапливаемых хранилищах; 5 лет в неотапливаемых хранилищах.

Схема упаковки



1. Укладочный ящик с прибором.
2. Упаковочная битумированная бумага.
3. Оберточная бумага.
4. Подушки (гофрированный картон).
5. ЗИП.
6. Пломба.
7. Упаковочный транспортный ящик.

Рис. 14.1.

**ВНИМАНИЕ!**

В процессе хранения рекомендуется включать прибор в сеть не реже одного раза в 6 месяцев на 30 мин для тренировки используемых в приборе конденсаторов типа К50-29.

**15. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

**15.1. Тара, упаковка и маркирование упаковок**

15.1.1. При первичном вскрытии упаковки прибора должны быть приняты меры к сохранению транспортного ящика, упаковочного материала и деталей для повторного использования.

15.1.2. Перед транспортированием прибор необходимо упаковать в соответствии с указаниями разд. 14 без применения влагопоглотителей и заварки чехлов.

15.1.3. Маркирование упаковочного транспортного ящика рекомендуется производить в соответствии с рис. 15.1.

**15.2. Условия транспортирования**

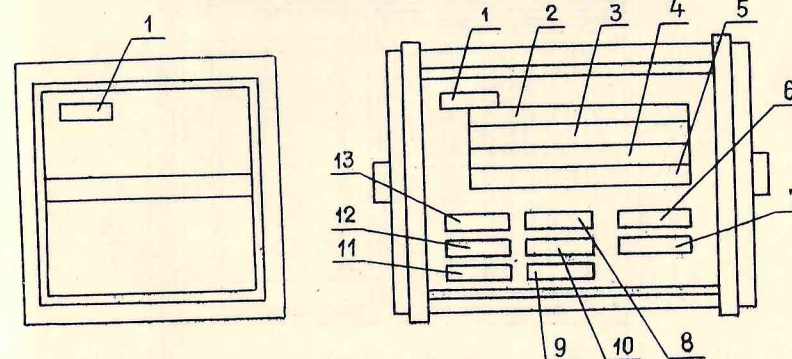
15.2.1. Прибор допускает транспортирование всеми видами транспорта в упаковке при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

При транспортировании воздушным транспортом приборы в упаковке должны размещаться в герметизированных отсеках.

Предельные условия транспортирования:  
 температура окружающего воздуха, °С — от минус 60 до плюс 65;  
 атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) — 12 (90).

Примечание. Предприятие-изготовитель оставляет за собой право использовать для отгрузки приборов укладочные и транспортные (тарные) ящики любой конструкции, принятой на предприятии.

Схема нанесения маркировки на транспортном ящике



1. Манипуляционные знаки (предупредительные надписи) № 1, № 3, № 11.
2. Наименование грузоотправителя.
3. Количество мест в партии, порядковый номер места внутри партии.
4. Наименование грузополучателя и пункта назначения.
5. Наименование пункта перегрузки.
6. Вариант защиты, средства защиты, вариант упаковки, дата консервации, условия хранения, срок защиты без переконсервации.
7. Наименование пункта отправителя.
8. Шифр изделия.
9. Масса нетто.
10. Масса брутто.
11. Объем грузового места.
12. Габаритные размеры грузового места.
13. Заводской номер прибора и дата.

Рис. 15.1.