

**Г6-28**

**ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ФОРМЫ**

5793

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**



(конечного) уровня в серии колебаний для треугольного сигнала не нормируются.

Таблица 2

Установленный уровень начала (конца) колебаний синусоидального сигнала, В	Начальная (конечная) фаза колебаний
5	90°
4,83	75°
4,7	70°
4,5	64°10'
4,3	59°20'
3,9	51°16'
3,5	44°26'
3,2	39°48'
2,9	35°28'
2,5	30°
2,1	24°50'
1,7	19°54'
1,3	15°51'
0,9	10°23'
0,5	5°45'

После окончания работы генератор необходимо выключить.

## 9. ПОВЕРКА ГЕНЕРАТОРА

### 9.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В настоящем разделе устанавливаются методы и средства проверки генераторов, находящихся в эксплуатации, на хранении или выпускаемых из ремонта.

Проверка параметров генератора производится не реже одного раза в год.

## 9.2. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении проверки должны производиться операции, указанные в табл. 3, и применяться средства проверки, указанные в табл. 4.

### 9.3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НИМ

9.3.1. При проведении операций проверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды  $293 \pm 5$  К ( $20 \pm 5$  °С);

относительная влажность воздуха  $65 \pm 15$  %;

атмосферное давление  $100 \pm 4$  кПа ( $750 \pm 30$  мм рт. ст.);

напряжение сети  $220 \pm 4,4$  В, частотой  $50 \pm 0,5$  Гц и содержанием гармоник до 5%.

9.3.2. Перед проведением операций проверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

проверьте комплектность генератора;

разместите проверяемый генератор на рабочем месте, обеспечив удобство работы;

соедините проводом клемму „” проверяемого генератора

с земляными клеммами образцовых приборов и шиной заземления (если таковая имеется);

включите проверяемый генератор и образцовые приборы в сеть переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц;

включите генераторы и дайте им прогреться в течение 30 мин.

### 9.4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 9.4.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должны быть выполнены все требования подраздела 6.2 «Порядок установки».

При наличии дефектов генератор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

#### 9.4.2. Опробование

Опробование работы генератора производится по п. 8.2.1—

8.2.3. Неисправные генераторы бракуются и направляются на ремонт.



Таблица 3

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Поверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.3.1. 9.3.2. 9.4.3.	Внешний осмотр Опробование Определение метрологических параметров: определение диапазона частот и основной погрешности частоты	Оцифрованные точки «1», «5» и «10» шкалы На каждом из частотных поддиапазонов	1% от максимальной частоты поддиапазона в диапазоне частот 0,1 Гц — 100 кГц (поддиапазоны 3—8) 2% от максимальной частоты поддиапазона в интервалах частот 0,001—0,1 Гц и 100 кГц—1 МГц (поддиапазоны 1, 2, 9)	Частотомер электронно-счетный ЦЗ-54	
9.4.3.2.	определение запаса по краям диапазона и поддиапазонов частот	Две крайние риски шкалы частот (до «1» и после «10» для каждого поддиапазона)	Не менее предела допускаемой основной погрешности установки частоты	Частотомер электронно-счетный ЦЗ-54	С1-65А Б5-11 или Б5-29, КСЦ-4 и три магазина сопротивлений
9.4.3.3.	определение погрешности установки и контроля максимальной амплитуды сигналов: а) в диапазоне частот 0,1 Гц — 1 МГц	На частотах 0,1; 1; 10; 100 кГц; 1 МГц	Для синусоидальных сигналов: $\pm 1\%$ в диапазоне частот 0,1 Гц — 100 кГц (поддиапазон 3—8) и $\pm 6\%$ в диапазоне частот	В7-16, В3-49	

Продолжение табл. 3

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Поверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.4.3.4.	б) в диапазоне частот 0,001—0,1 Гц  а) определение максимальной амплитуды выходных сигналов	На частоте 0,01 Гц  На частоте 1000 Гц	тот 100 кГц — 1 МГц (поддиапазон 9); Для прямоугольных сигналов: $\pm 2\%$ в диапазоне частот 0,1 Гц — 100 кГц (поддиапазон 3—8); Для треугольных сигналов: $\pm 3\%$ в диапазоне частот 0,1 Гц — 100 кГц (поддиапазон 3—8); $\pm 1\%$ в диапазоне частот 0,001—0,1 Гц для сигналов любой формы Не менее 5 В на нагрузке 50 Ом или 600 Ом:  Не менее 20 дБ		Р517М, ГЗ-102, ВЗ-40 или ВЗ-57  С1-65А, В7-16, Б5-11 или Б5-29 С1-65А
9.4.3.5.	определение величины выходных сигналов определение погрешности ослабления аттенюатора	На частоте 1 кГц (поддиапазон 6) при работе на любую согласованную нагрузку: 10, 20, 30, 40, 50, 60 дБ	На частоте 0,001 Гц — 1 кГц (поддиапазон 1—6); $\pm 2\%$ при ослаблениях 10, 20, 30 дБ	Образцовый аттенюатор Д1-13	ВЗ-40 или ВЗ-57, согласующие безреактивные сопротивления



Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Поверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	исполнительное
9.4.3.6.	определение неравномерности амплитуды выходного синусоидального сигнала	На частоте 1 МГц при работе на согласованную нагрузку 50 Ом: 20, 40, 60 дБ	$\pm 5\%$ при ослаблениях 40, 50, 60 дБ На частотах 1 кГц — 1 МГц (поддиапазоны 7—9) $\pm 3\%$ при ослаблении 20 дБ $\pm 6\%$ при ослаблениях 40, 60 дБ	$R1 = 12,5 \text{ Ом} \pm \pm 0,5\%$ $R2 = 562,5 \text{ Ом} \pm \pm 0,5\%$ В7-18	
9.4.3.7.	определение коэффициента гармоник синусоидального сигнала	На частотах 0,01; 100 Гц; 1; 10; 100 кГц; 1 МГц	$\pm 2,5\%$ в диапазоне частот 0,001 Гц — 100 кГц (поддиапазоны 1—8) $\pm 3\%$ в диапазоне частот 100 кГц — 1 МГц (поддиапазон 9)	КСП-4, три магазина на сопротивлений Р517-М, Ф584	
9.4.3.8.	определение коэффициента нелинейности триугольного и пилообразного напряжений	На частотах 25, 100 Гц; 1, 10, 100 кГц, 1 МГц	1% в диапазоне частот 20 Гц — 10 кГц (поддиапазоны 5—7); 1,5% в диапазоне частот 10—100 кГц (поддиапазон 8); 3% в диапазоне частот 100 кГц — 1 МГц (поддиапазон 9)	С6-7, В6-10	

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Поверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	исполнительное
9.4.3.8.	определение возможности установки постоянной составляющей выходного синусоидального сигнала в заданных пределах	На частоте 1 кГц	$\pm 18 \text{ мВ}$ при $U_{\text{нпх}} = 5 \text{ В}$	С1-65А	
9.4.3.9.	определение длительности фронта и среза прямоугольного сигнала, а также длительности обратного хода пилообразного сигнала	На частоте 0,01 Гц	2% в диапазоне частот 0,001—0,1 Гц (поддиапазоны 1, 2) для триугольного и пилообразного сигналов	КСП-4, три магазина сопротивлений Р517М	
9.4.3.10.	определение длительности фронта и среза прямоугольного сигнала, а также длительности обратного хода пилообразного сигнала	На частоте 1 МГц	60 нс	С1-65А	
9.4.3.11.	определение выбросов на вершинах прямоугольного сигнала	На частоте 1 МГц	5%	С1-65А	
9.4.3.12.	определение коэффициента заполнения прямоугольного сигнала	На частотах 1 Гц, 1 кГц	$0,5 \pm 1\%$	С1-65А	ЧЗ-54



Продолжение табл. 3

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Поверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.4.3.13.	определение возможности формирования «пачки» колебаний в ждущем режиме при запуске широким импульсом	На частотах генератора 1 кГц, 1 МГц			С1-65А, Г5-56
9.4.3.14.	определение возможности формирования «пачки» колебаний в ждущем режиме при запуске парой коротких импульсов	На частотах генератора 1 кГц, 1 МГц			С1-65А, Г5-56
9.4.3.15.	определение возможности пуска и остановки генератора от кнопки ручного запуска	На частоте генератора 1 кГц			С1-65А
9.4.3.16.	определение пределов регулировки фазы колебаний в ждущем режиме	На частотах генератора 1, 100 кГц	$\pm 75^\circ$		С1-65А
9.4.3.17.	определение погрешности установки фазы колебаний $0^\circ$ в ждущем режиме	На частоте 1 кГц	$\pm 2^\circ$		С1-65А

Примечания: 1. Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.  
2. Образцовые и вспомогательные средства поверки должны быть исправны и поверены в органах государственного метрологического надзора соответственно.

Таблица 4

Наименование средства поверки	Требуются известные характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Частотомер электронно-счетный универсальный	Временные интервалы 10-7 — 10 <sup>5</sup> с Режимы измерения частоты 0,1 Гц — 30 МГц	$\pm 0,3\%$	ЧЗ-54	
Осциллограф	Полоса пропускания 0—35 МГц, минимальный коэффициент отклонения 5 мВ/дел. Развертка 0,01 мкс/дел — 50 мс/дел	$\delta_n = \pm 6\%$ $\delta_t = \pm 6\%$	С1-65А	
Самопишущий потенциометр	10 мВ — 0 — 10 мВ	$\pm 1\%$	КСП-4	
Магазин сопротивлений постоянного, переменного тока (3 шт.)	15 — 10000 Ом	$\pm (0,05 + 0,1 \frac{m}{R}) \%$ , где $m$ — число включенных дел; $R$ — значение включенного сопротивления, Ом	Р-517М	
Вольтметр	10 мВ — 10 В	$\delta_n = \pm (0,1 + 0,01 \frac{U_k}{U_x})$	В7-16	
Измеритель нелинейных искажений	20 Гц — 200 кГц, используемые параметры по $K_f$ на всю шкалу 0,3—100%	$\pm 0,1 K_f + 0,1\%$ (20—200 Гц; 20—200 кГц) $\pm 0,1 K_f + 0,5\%$ (200 Гц — 20 кГц)	С6-7	



Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Примечание
	пределы измерения	погрешность	
Источник постоянного тока	0—30 В; 0—15 А. Не stability U от сети 0,03%, при изменении тока нагрузки от 0 до I <sub>max</sub> — 0,015%		Допустимо применение источника тока 0—10 В с меньшим током нагрузки
Вольтметр переменного тока	20 мВ — 10 В; 20 Гц — 30 МГц	$(0,2-12) + \frac{0,08}{U_x}$ (в % к номиналу шкалы U <sub>x</sub> ) ±1,5% (1—300 мВ); ±2,5% (1—300 В, 100 и 300 мкВ); ±4% (30 мкВ) 0,01 f + 0,5 Гц	Б5-11 (Б5-29) Б3-49, (Б3-24) Б3-40 (Б3-57) Г3-102
Вольтметр переменного тока	10 мкВ — 30 В 5 Гц — 1 МГц		Б7-18 Д1-13
Генератор сигналов низкочастотный	20 Гц — 200 кГц 7,75 В эфф. напряжения K <sub>f</sub> = 0,05—0,1%		Ф584
Вольтметр	10 мкВ — 30 В	δ <sub>н</sub> = ±0,5%	Б6-10
Образцовый аттенуатор	0—60 дБ	±0,1 дБ	
Вольтметр	0,2—1 В; 0,5—3 В; 2—10 В 50 Гц — 1 МГц	±0,5% (50 Гц — 100 кГц) на пределах (10 мВ — 10 В) ±1% (0,1 — 1 МГц)	
Вольтметр селективный	0,15 — 10 МГц	±(10—25)%	

9.4.3. Определение метрологических параметров

9.4.3.1. Диапазон частот и основная погрешность частоты определяются с помощью частотомера ЧЗ-54.

Диапазон частот определяется после измерения основной погрешности частоты в точках 0,001 Гц и 1 МГц.

Основная погрешность частоты определяется по синусоидальному сигналу. При этом амплитуда сигнала на 50-омном выходе генератора устанавливается равной максимальной, а ослабление входного аттенуатора ЧЗ-54 в положении «1 : 10». На вход ЧЗ-54 подключается кабель генератора с нагрузкой 50 Ом.

Измерения производятся в 3-х точках шкалы каждого из частотных поддиапазонов: «1», «5» и «10».

Основная погрешность δ<sub>f</sub> вычисляется по формуле:

$$\delta_f = \frac{f_r - f_{\check{c}}}{f_{r\max}} \cdot 100\%, \quad (9.1)$$

где f<sub>r</sub> — частота, установленная по шкале генератора;

f<sub>ч</sub> — частота, отсчитанная по частотомеру;

f<sub>rmax</sub> — максимальная частота поддиапазона генератора (в точке «10»).

При измерении периодов колебаний основная погрешность частоты определяется из выражения:

$$\delta_f = \frac{T_{\check{c}} - T_r}{T_{\check{c}} \cdot T_r} \cdot T_{r\max} \cdot 100\%, \quad (9.2)$$

$$T_{\check{c}} = \frac{1}{f_{\check{c}}}, T_r = \frac{1}{f_r} \text{ и } T_{r\max} = \frac{1}{f_{r\max}}. \quad (9.3)$$

9.4.3.2. Определение запаса по краям поддиапазонов частот производится с помощью частотомера ЧЗ-54 на двух крайних рисках шкалы частот (до «1» и после «10») для каждого поддиапазона.

Запас по краям поддиапазонов рассчитывается по формуле:

$$\delta_a = \left| \frac{f_n - f_{\phi}}{f_{r\max}} \right| \cdot 100\%, \quad (9.4)$$

где f<sub>n</sub> — номинальное значение частоты генератора в точке «10» или в точке «1» частотной шкалы;

f<sub>φ</sub> — фактическая частота на последней или первой нецифрованной точке частотной шкалы, измеренная частотомером;

f<sub>rmax</sub> — максимальная частота поддиапазона в точке «10».

При измерении периодов колебаний запас по краям поддиапазонов определяется по формулам:

10-3 Гц -



$$\delta_3 = \left( \frac{T_{r_{\max}} - T_{\Phi}}{T_{\Phi}} \right) \cdot 100\% \quad (9.5)$$

для конца поддиапазона и

$$\delta_3 = 0,1 \left( \frac{T_{\Phi} - T_{r_{\min}}}{T_{\Phi}} \right) \cdot 100\% \quad (9.6)$$

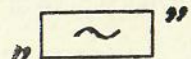
для начала поддиапазона,  
где

$$T_{r_{\max}} = \frac{1}{f_{r_{\max}}}; \quad T_{r_{\min}} = \frac{1}{f_{r_{\min}}}; \quad T_{\Phi} = \frac{1}{f_{\Phi}}. \quad (9.7)$$

Запас по краям диапазона частот определяется по  $\delta_3$  в начале поддиапазона 1 и в конце поддиапазона 9.

9.4.3.3, а). Определение погрешности установки и контроля максимальной амплитуды сигнала в диапазоне частот 0,1 Гц — 1 МГц производится следующим образом.

До начала описываемой ниже проверки необходимо проверить уровень постоянной составляющей на выходе измерителя амплитуды сигналов. С этой целью к гнезду



генератора Г6-28

подключается 50-омный коаксиальный кабель с нагрузкой 50 Ом на конце (при этом три входных гнезда измерителя амплитуды сигналов остаются свободными). Указанная нагрузка с другой стороны соединяется с В7-16. Значение постоянной составляющей не должно превышать  $\pm 18$  мВ, измеренное вольтметром В7-16 в режиме постоянного тока при положении «1S» переключателя «Род работы».

Установка и контроль максимальной амплитуды с помощью встроенного измерителя амплитуды в сочетании с широкополосным осциллографом, прецизионным вольтметром и источником постоянного тока производится по рис. 5.

Сигнал с основного выхода генератора с помощью коаксиального кабеля подается на входное гнездо измерителя (для генератора — это нагрузка 50 Ом). К клеммам измерителя подается компенсирующее напряжение постоянного тока, примерно равное 5 В от источника Б5-11, контролируемое цифровым вольтметром В7-16.

С выхода измерителя сигнал (точнее верхушка исследуемого сигнала) с помощью коаксиального кабеля, нагруженного на конце сопротивлением 50 Ом (кабель и нагрузка имеются в ЗИПе), подается на «У» — вход осциллографа С1-65А. На компенсационную схему поступают два разнополярных сигнала: исследуемый сигнал (полуволна) и компенсирующее напряжение от Б5-11 (обратного знака). Смена полярности измеряемого напряжения осуществляется тумблером на панели прибора, с помощью которого заземляют плюс или минус источника Б5-11.

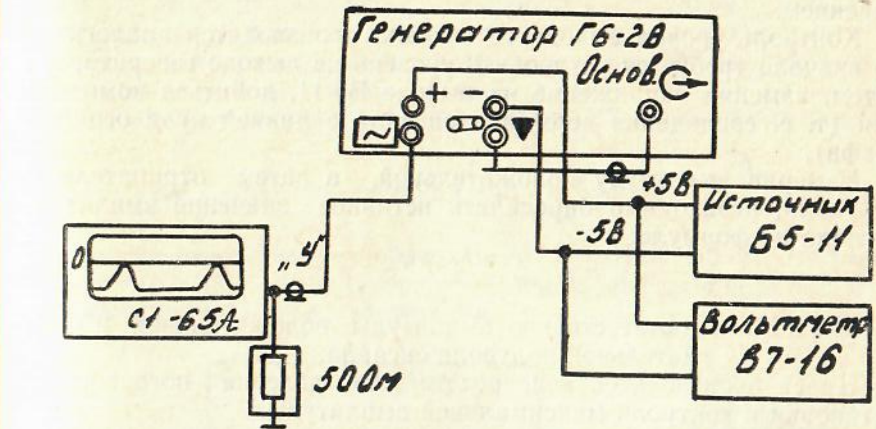


Рис. 5. Схема установки и контроля максимальной амплитуды сигналов в диапазоне частот 0,1 Гц — 1 МГц

дующий сигнал (полуволна) и компенсирующее напряжение от Б5-11 (обратного знака). Смена полярности измеряемого напряжения осуществляется тумблером на панели прибора, с помощью которого заземляют плюс или минус источника Б5-11.

Примечание. При установке тумблера «КОНТР. УРОВ.» в положение «+» центральный проводник входного коаксиального гнезда В7-16 подключается к гнезду «+» источника Б5-11, а экранированный проводник — к гнезду «-» Б5-11. При переключении тумблера в положение «+» указанные проводники необходимо поменять местами.

Контроль постоянной составляющей на выходе генератора производить либо через ФНЧ (см. рис. 10) и любой вольтметр постоянного тока, либо непосредственно по В7-16 (на постоянном токе, переключатель «Род работы» в положении «1S»). Подрегулировку в заданных пределах 0—10 мВ производить корректором «0».

Для того, чтобы произвести установку уровня сигнала 5 В, необходимо:

установить чувствительность «У»-канала С1-65А, равной 0,02 В/дел;

проверить нуль на экране С1-65А, установив линию нуля посередине экрана (в среднем положении рычажка);

выставить в Б5-11 с помощью В7-16 компенсирующее напряжение, точно равное 5,00 В;

регулировать уровень выходного сигнала генератора до тех пор, пока верхушка сигнала не совместится со средней линией экрана (линией нуля).



Проверку нуля осциллографа нужно вести перед каждым измерением.

Контроль уровня выходного сигнала производится аналогично, но вначале требуется установить уровень на выходе генератора, а затем, изменяя напряжение на выходе Б5-11, добиться компенсации (т. е. совпадения верхушки сигнала с линией нуля осциллографа).

Измерив амплитуду положительной, а затем отрицательной полуволн, необходимо определить истинное значение амплитуды сигнала по формуле:

$$U_m = \frac{U_+ + U_-}{2}, \quad (9.8)$$

где  $U_+$  и  $U_-$  — соответственно амплитуды положительной и отрицательной полуволн сигнала.

Далее производится непосредственная проверка погрешностей установки и контроля максимальной амплитуды.

Измерение погрешностей производится при положении переключателя «—» (на осциллографе, что соответствует положительной полуволне выходного сигнала генератора). При этом «пикки» на вершинах не учитываются. При помощи корректора «0» поддерживать величину постоянной составляющей на выходе генератора в пределах 0—10 мВ.

Контроль производится либо непосредственно по В7-16 (на постоянном токе, переключатель «Род работы» в положении «1S»), либо через ФНЧ и любой вольтметр постоянного тока.

Для этой цели собирается структурная схема по рис. 6.

Сначала на частоте 1 кГц с помощью В3-49 устанавливается на выходе испытуемого генератора синусоидальное напряжение амплитудой 5 В или несколько более (по В3-49  $U_m \geq 3,53$  В).

После этого в Б5-11 напряжение изменяется до наступления компенсации и измеряется вольтметром В7-16. Погрешность установки и контроля амплитуды определяется по формуле:

$$\delta_{изм} = \left| \frac{U_{изм} - U_{обр}}{U_{обр}} \right| \cdot 100\%, \quad (9.9)$$

где  $U_{изм}$  — напряжение постоянного тока в вольтах, указываемое В7-16;

$U_{обр}$  — напряжение в вольтах эфф., указываемое образцовым вольтметром В3-49.

Затем аналогично определяется погрешность установки и контроля максимального значения выходного напряжения синусоидального сигнала на частотах 100 Гц, 10 и 100 кГц, 1 МГц (концы частотных поддиапазонов 5, 7, 8 и 9).

После этого определяется погрешность по прямоугольному и треугольному сигналам. С этой целью на частоте 100 Гц устанавли-

вается прямоугольное или треугольное напряжение, эффективное значение которого по В3-49 должно составлять (2,8—3) В.

После этого производят компенсацию и фиксируют показание В7-16. Далее, изменяя дискретно частоту до значений 1, 10, 100 кГц и поддерживая уровень напряжения по В3-49, в пределах  $\pm 3$  делений (шкала точно) равным установленному на частоте 100 Гц, отмечают каждый раз показания В7-16 при компенсации.

В данном случае погрешности (по « $\square$ » и « $\triangle$ ») опреде-

ляются не относительно образцового прибора В3-49 (который играет здесь роль индикатора уровня), а относительно значения напряжения по В7-16 на частоте 100 Гц.

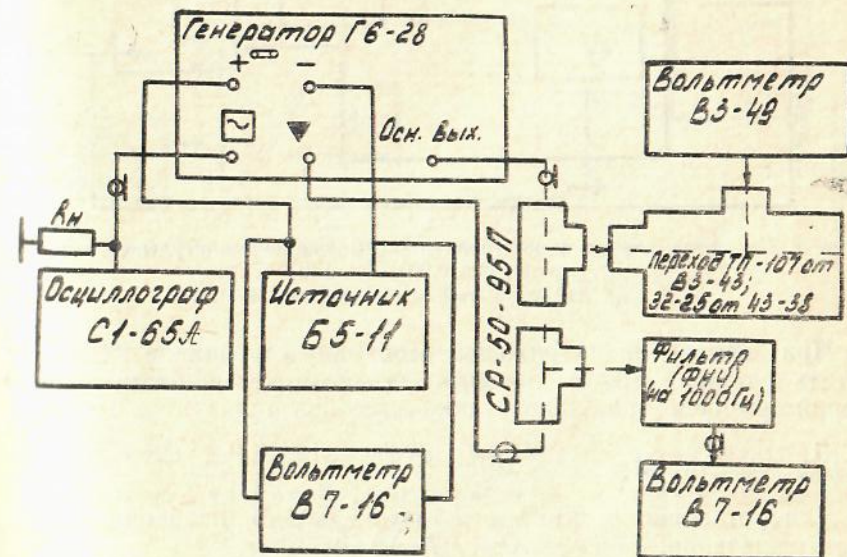


Рис. 6. Структурная схема проверки погрешности установки и контроля максимальной амплитуды сигналов

Примечание. На этой частоте сигналы всех трех форм воспроизводятся без искажений амплитуды.

Погрешность установки и контроля амплитуды напряжения для сигналов прямоугольной и треугольной форм определяются по формуле:

$$\delta_{н} = \left| \frac{U_f - U_0}{U_0} \right| \cdot 100\%, \quad (9.10)$$



где  $U_f$  — напряжение компенсации по В7-16 (В) при  $f \neq 100$  Гц;  
 $U_0$  — напряжение компенсации по В7-16 при  $f = 100$  Гц.

б) Установка и контроль максимальной амплитуды сигнала в диапазоне частот 0,001—0,1 Гц производится при помощи самопишущего потенциометра КСП-4 и трех магазинов сопротивлений Р-517М. Для этого собирается измерительная схема, показанная на рис. 7.

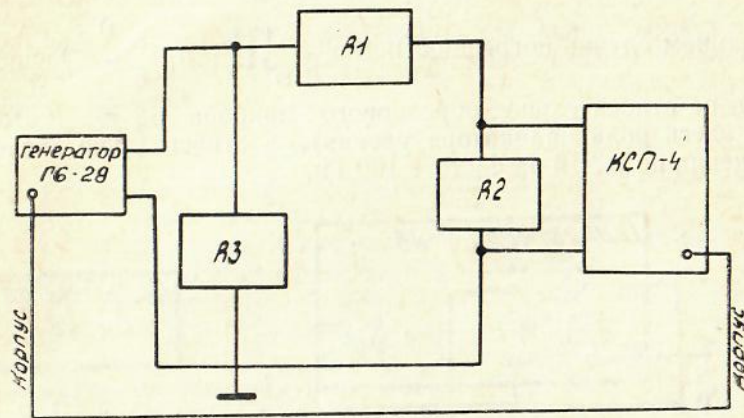


Рис. 7. Схема установки и контроля максимальной амплитуды сигналов в диапазоне 0,001—0,1 Гц:  
 $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  — магазины сопротивлений Р-517М

При измерении напряжений необходимо на шкале КСП-4 работать в точке 9 мВ, что обеспечивает возможность отсчета напряжений при любом знаке погрешности.

Примечание. Самопишущий потенциометр КСП-4 имеет шкалу со средним нулем (10 мВ — 0 — 10 мВ).

Для установки в Г6-28 амплитуды 5,00 В необходимо установить значения:  $R_1 = 9982$  Ом,  $R_2 = 18$  Ом.

Величина  $R_3$  устанавливается в зависимости от нагрузки генератора  $R_n$ . Если  $R_n = 600$  Ом, то  $R_3 = 638,8$  Ом. Если  $R_n = 50$  Ом, то  $R_3 = 50,25$  Ом. При необходимости установки значений  $U_{\text{вых}} < 5$  В, необходимо также добиваться по шкале КСП-4 показания 9 мВ, подбирая соотношение  $R_1$  и  $R_2$ , но сумма  $R_1 + R_2$  должна оставаться равной 10000 Ом.

Величина амплитуды выходного сигнала Г6-28 составит

$$U_r = \frac{U_n}{K_d}, \quad (9.11)$$

где  $U_n$  — напряжение по шкале КСП-4 (9 мВ);

$$K_d = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ коэффициент деления } U_r.$$

Точность измерений амплитуды сигналов по этой методике составляет 1%.

Следовательно, если для установки требуемой амплитуды необходимо выставить расчетное соотношение  $R_1$  и  $R_2$  и добиваться с помощью регулятора Г6-28 значения  $U_n = 9$  мВ (по шкале КСП-4), то для контроля амплитуды — наоборот. Установленная амплитуда измеряется путем расчета (подбора) соотношения  $R_1$  и  $R_2$  до получения  $U_n = 9$  мВ.

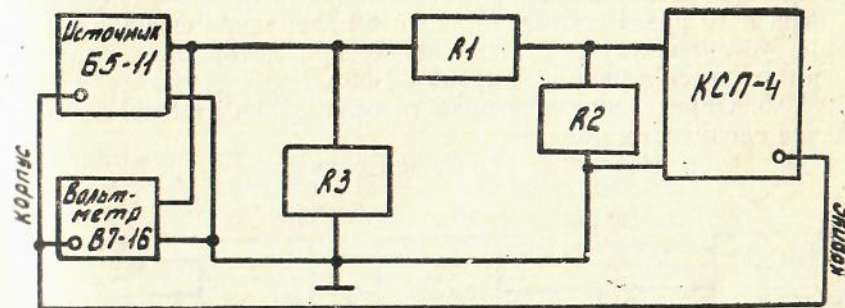


Рис. 8. Схема калибровки поверочной схемы

Перед проведением измерений необходимо провести калибровку измерительной схемы рис. 4 по схеме, приведенной на рис. 8, пользуясь источником напряжения постоянного тока Б5-11 и вольтметром В7-16.

Калибровка производится в одной точке 5,00 В.

Указанное напряжение контролируется с точностью порядка 0,1%. При этом изменением  $R_2$  необходимо добиться, чтобы размах по шкале КСП-4 составлял 18 мВ ( $\pm 9$  мВ).

В качестве контрольной производится установка амплитуды выходного синусоидального сигнала 5,00 В на частоте 0,01 Гц.

9.4.3.4. а) Определение максимальной амплитуды выходных сигналов производится следующим образом. На частоте 1 кГц производится поочередная установка максимальной амплитуды сигналов синусоидальной, прямоугольной и треугольной формы, для чего используется измерительная схема на рис. 5.

Нагрузка генератора равна 50 Ом. Максимальная амплитуда пилообразного сигнала контролируется путем подачи этого сигнала через согласованный 50-омный кабель (с нагрузкой 50 Ом на конце) на «У»-вход осциллографа С1-65А.



Проверка максимальной амплитуды сигналов всех форм на нагрузке 600 Ом осуществляется путем поочередной подачи сигналов через тот же кабель (с нагрузкой 600 Ом на конце) на «У»-вход С1-65А.

При измерениях  $U_{\text{max}}$  непосредственно на С1-65А необходимо выбирать чувствительность, обеспечивающую максимальный размер изображения.

б) Проверка величины плавного ослабления выходных сигналов производится так же на частоте 1 кГц следующим образом. На выходе генератора устанавливается максимальная амплитуда. Атенюатор в С1-65А устанавливается в положение, обеспечивающее просмотр изображения в размере экрана. С помощью этого аттенюатора увеличивается чувствительность по «У»-входу осциллографа в 10 раз. Регулятор плавного ослабления сигнала в генераторе устанавливается в положение, при котором изображение снова находится в размере экрана С1-65А.

9.4.3.5. Определение погрешности ослабления аттенюатора проводится следующим образом.

Собирается схема измерений, как показано на рис. 9.



Рис. 9. Схема проверки погрешностей аттенюатора

Измерительная схема на рис. 9 содержит безреактивное согласующее сопротивление  $R_{\text{согл}}$  образцовый аттенюатор Д1-13, вольтметр переменного тока В3-40, применяемый как преобразователь переменного напряжения в постоянное, и цифровой вольтметр постоянного тока В7-18 в качестве индикатора.

При работе генератора на  $R_{\text{н}}=50$  Ом  $R_{\text{согл}}=R_{\text{н}}-R_{\text{вх}}=50-37,5=12,5$  Ом ( $R_{\text{вх}}$  — входное сопротивление Д1-13). Вначале при  $R_{\text{н}}=50$  Ом на Д1-13 устанавливается ослабление 60 дБ, после чего аттенюатором генератора Г6-28 устанавливается ослабление 0 дБ. Уровень сигнала на выходе Г6-28 выставляется таким образом, чтобы показание вольтметра В3-40 было несколько менее конца шкалы 1 мВ (в последней трети). Этот уровень на выходе Г6-28 составляет примерно 1,2 В эфф. При вводе каждого из ослаблений (20, 40, 60 дБ) в генераторе одновременно на такую же величину снижается ослабление в Д1-13 и снимается каждый раз показание на индикаторе В7-18.

Погрешность ослабления аттенюатора рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\Delta} = \left| \frac{U_{\text{обр}} - U_{\Gamma}}{U_{\text{обр}}} \right| \cdot 100\%, \quad (9.12)$$

$U_{\text{обр}}$  — показание индикатора В7-18 при вводе ослабления в образцовом аттенюаторе 60 дБ и в испытуемом генераторе 0 дБ;

$U_{\Gamma}$  — напряжение индикатора В7-18 при одновременном вводе ослабления в генераторе и выводе в образцовом аттенюаторе.

При этом сумма ослаблений в генераторе и образцовом вольтметре должна быть всегда равна 60 дБ.

Определение погрешностей аттенюатора при  $R_{\text{н}}=600$  Ом проводится по той же методике, но  $R_{\text{согл}}=562,5$  Ом, шкала В3-40 — 1 мВ, а уровень сигнала на выходе генератора порядка 1,2 В эфф. Измерение погрешностей ослабления аттенюатора на частоте 1 МГц при нагрузке 50 Ом производится так же, как и на частоте 1 кГц.

9.4.3.6. Определение неравномерности амплитуды выходного синусоидального сигнала производится следующим образом.

В испытуемом генераторе устанавливается частота 1 кГц и выходной сигнал амплитудой 4 В (или 2,85 В эфф.) на нагрузке 50 Ом. Эта величина измеряется при помощи вольтметра Ф584. Затем измеряются амплитуды сигнала на частотах 100 Гц, 10, 100 кГц. Далее, пользуясь КСП-4 и Р-517М, измеряют амплитуду сигнала на частоте 0,01 Гц.

При этом для установки в испытуемом генераторе (нагрузка 50 Ом) амплитуды выходного сигнала 4 В необходимо установить сопротивление магазинов Р-517М:  $R1=9977$  Ом и  $R2=22,5$  Ом (величина  $R3$  остается равной 50,25 Ом).

Неравномерность рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{н}} = \left| \frac{U_{\text{м}} - U_0}{U_0} \right| \cdot 100\%, \quad (9.13)$$

$U_{\text{м}}$  — амплитуда сигнала по частотному диапазону;

$U_0$  — амплитуда сигнала на частоте 1 кГц (4,00 В).

9.4.3.7. Определение коэффициента гармоник синусоидального сигнала производится следующим образом.

В диапазоне частот 20 Гц — 200 кГц производятся измерения коэффициента нелинейных искажений  $K_{\text{н.л}}$  с помощью С6-7 при максимальной амплитуде выходного сигнала (нагрузка 50 Ом) на частотах 25, 100 Гц, 1, 10, 100 кГц.

Коэффициент гармоник рассчитывается по формуле:

$$K_{\Gamma} = \frac{K_{\text{н.л}}}{\sqrt{1 - K_{\text{н.л}}^2}}, \quad (9.14)$$



где  $K_r$  — коэффициент гармоник;

$K_{н.и}$  — коэффициент нелинейных искажений.

Примечание. Практически  $K_{н.и} = K_r$  с большой точностью, если  $K_{н.и}$  не превышает 1—3%. Поэтому измеряемые значения  $K_{н.и}$  совпадают с искомыми величинами  $K_r$ .

В диапазоне частот 200 кГц — 1 МГц измерения проводятся на частоте 1 МГц при амплитуде сигнала 1 В по прибору В6-10.  $K_{н.и}$  рассчитывается по формуле:

$$K_r = \frac{\sqrt{U_{\text{вых}_2}^2 + U_{\text{вых}_3}^2 + U_{\text{вых}_4}^2 + U_{\text{вых}_5}^2}}{U_{\text{вых}_1}} \cdot 100\%, \quad (9.15)$$

где  $U_{\text{вых}_1} \dots U_{\text{вых}_5}$  — напряжения гармоник (1—5) выходного синусоидального сигнала по В6-10.

9.4.3.8. Определение возможности установки постоянной составляющей выходного синусоидального сигнала в заданных пределах может производиться одним из 2-х методов: методом непосредственного измерения по В7-16 в режиме постоянного тока, переключатель «Род работы» в положение «1S», либо с помощью любого вольтметра постоянного тока, осциллографа через фильтр нижних частот (ФНЧ) (рис. 10) по схеме измерений, приведенной на рис. 11.

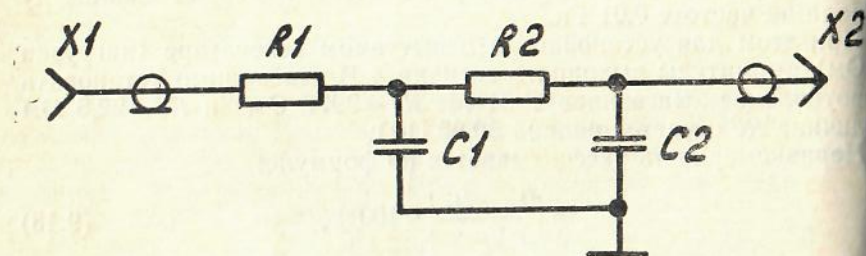


Рис. 10. Схема фильтра нижних частот

$R_1, R_2$  — ОМЛТ-0,25-51 кОм ± 5%  
 $C_1, C_2$  — КМ-6-Н90-0,68 мкФ

Эффективность подавления фильтра на частоте 1 кГц не менее 60 дБ. Проверяется эффективность работы фильтра следующим образом: с выхода генератора ГЗ-102 подается сигнал напряжением 3 В эфф., частотой 1 кГц через согласованную нагрузку 600 Ом на вход ФНЧ, входное и выходное напряжение которого измеряется при помощи вольтметра ВЗ-40. При этом выходное напряжение ФНЧ должно составлять не более 3 мВ эффективного.

Выходной синусоидальный сигнал генератора Г6-28 максимальной амплитуды, частотой 1 кГц поступает через согласованный 50-омный кабель и нагрузку 50 Ом ( $R_n$ ) на фильтр нижних частот, подавление частоты 1 кГц в котором составляет не менее 60 дБ. Выходной сигнал ФНЧ (постоянная составляющая) подается на С1-65А, где производится ее измерения. Путем изменения положения оси корректирующего потенциометра проверяется возможность установки постоянной составляющей синусоидального сигнала (обе полярности) и ее величины.

9.4.3.9. Определение коэффициента нелинейности треугольного

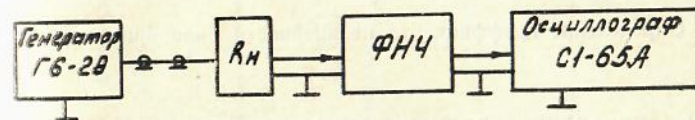


Рис. 11. Схема проверки пределов установки постоянной составляющей

пилообразного напряжений производится следующим образом. Треугольное и пилообразное напряжение амплитудой 5 В с частотой 0,01 Гц поочередно записывается на диаграммной бумаге КСП-4 (схема включения приборов на рис. 7). При этом скорость протяжки диаграммной бумаги устанавливается равной 1000 мм/ч (15 мм/с).

Коэффициент нелинейности  $K_n$  рассчитывается по формуле:

$$K_n = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100\%. \quad (9.16)$$

Значения  $U_2$  и  $U_1$  для каждого из напряжений показаны на рис. 12 и рис. 13.

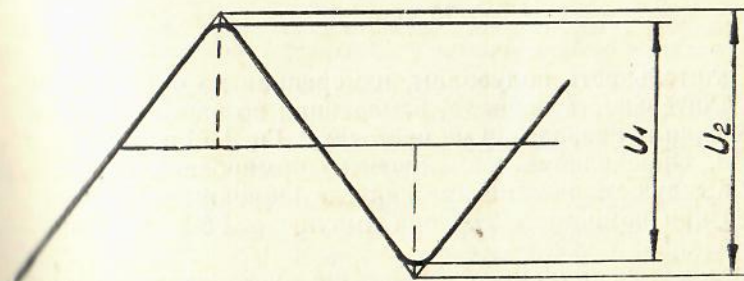


Рис. 12. Определение коэффициента нелинейности треугольного сигнала



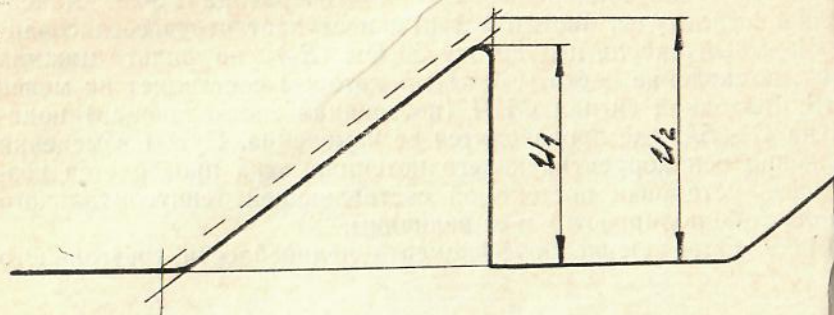


Рис. 13. Определение коэффициента нелинейности пилообразного сигнала

9.4.3.10. Определение длительности фронта и среза прямоугольного сигнала, а также длительности обратного хода пилообразного сигнала, производится на частоте 1 МГц при максимальной амплитуде сигнала ( $R_H=50$  Ом) с помощью осциллографа С1-65А.

9.4.3.11. Определение выбросов на вершинах прямоугольного сигнала производится при максимальной амплитуде сигнала ( $R_H=50$  Ом) на частоте 1 МГц при помощи осциллографа С1-65А.

Выбросы определяются по формуле:

$$\alpha = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100\%, \quad (9.1)$$

где  $\Delta U$  — наибольшее отклонение от плоской части, отсчитанное по экрану С1-65А при положении аттенюатора осциллографа 0,5 В/клетку. Смысл  $\Delta U$  и  $U$  пояснен на рис. 13.

9.4.3.12. Определение коэффициента заполнения прямоугольного сигнала производится при помощи частотомера ЧЗ-54.

Коэффициент заполнения определяется по формуле:

$$K_3 = \frac{\tau}{T}, \quad (9.1)$$

где  $\tau$  — длительность полуволны, измеренная по частотомеру;

$T$  — длительность периода, измеренная по частотомеру.

Измерения производятся на частотах 1 Гц, 1 кГц.

9.4.3.13. Определение возможности формирования «пачки» колебаний в ждущем режиме при запуске широким импульсом производится при помощи генератора импульсов Г5-56 и осциллографа С1-65А.

На выходе испытуемого генератора устанавливается сигнал синусоидальной формы максимальной амплитуды на нагрузке

50 Ом с частотой 1 кГц. Затем генератор переводится в ждущий режим при запуске от широкого импульса. На вход внешнего запуска от генератора Г5-56 подается импульс положительной полярности амплитудой 4—10 В, длительностью 3—4 мс и периодом

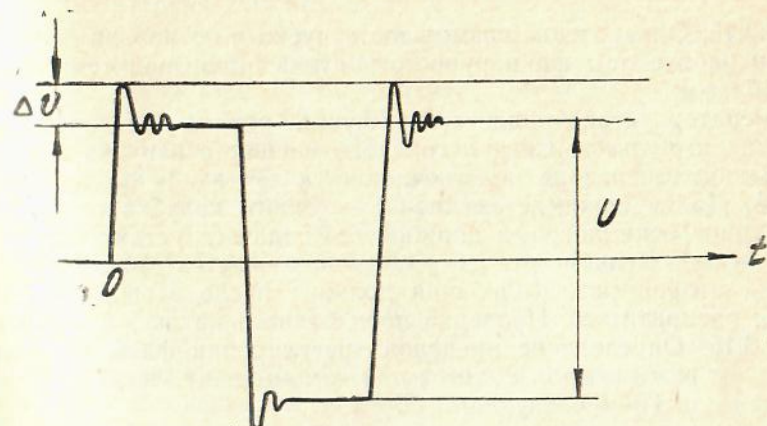


Рис. 14. Определение выбросов на вершинах прямоугольного сигнала

следования 10 мс. На выходе генератора, подключаемого к «У»-входу осциллографа С1-65А, должна появиться «пачка» колебаний, длительность которой определяется из выражения:

$$T_{с.к} = T_k \cdot n, \quad (9.19)$$

где  $T_{с.к}$  — длительность серии колебаний;

$T_k$  — период одного колебания в «пачке»;

$n$  — целое число колебаний в «пачке».

Затем на выходе испытуемого генератора устанавливается частота 1 МГц, на вход внешнего запуска с выхода Г5-56 подается импульс длительности 3—4 мкс с периодом следования 10 мкс, после чего измерения повторяются.

Примечание. При данных измерениях, а также при проверке по 9.4.3.14, 9.4.3.15 переключатель фазы устанавливается в положение «0°».

9.4.3.14. Определение возможности формирования «пачки» колебаний в ждущем режиме при запуске короткими импульсами производится при помощи генератора импульсов Г5-56 и осциллографа С1-65А.

На выходе испытуемого генератора устанавливается сигнал синусоидальной формы максимальной амплитуды на нагрузке 50 Ом с частотой 1 кГц. Генератор переводится в ждущий режим при запуске от коротких импульсов. На вход внешнего запуска от генератора Г5-56 подается последовательность импульсов длитель-



ностью 0,1 мс и периодом следования 10 мс. На выходе испытуемого генератора должна появиться «пачка» колебаний, причем время действия «пачки», определяемое по формуле (9.19), примерно должно быть равно периоду следования запускающих импульсов.

9.4.3.15. Определение возможности пуска и остановки генератора при работе от кнопки ручного запуска производится следующим образом.

Генератор устанавливается в ждущий режим при запуске от коротких импульсов. Сигнал со входа внешнего запуска снимается. Выход генератора подключается к «У»-входу осциллографа С1-65А. Далее нажимается кнопка ручного запуска генератора. На экране осциллографа должны наблюдаться устойчивые колебания установленной частоты. Затем нажимается кнопка ручного запуска второй раз. Колебания должны после второго нажатия кнопки прекратиться. Проверка производится на любой частоте.

9.4.3.16. Определение пределов регулировки фазы колебаний в ждущем режиме производится при помощи осциллографа С1-65А и генератора Г5-56 следующим образом.

На выходе генератора в режиме непрерывного генерирования устанавливается сигнал синусоидальной формы частоты 1 кГц амплитудой  $U_0 = (4-5)$  В (при помощи встроенного измерителя амплитуды по методике, описанной в п. 9.4.3.3 настоящего раздела).

Затем генератор переводится в ждущий режим при любом виде запуска (от широкого или от последовательности коротких импульсов пп. 9.4.3.13, 9.4.3.14) и на вход внешнего запуска подается запускающий импульс, как это описано в пп. 9.4.3.13, 9.4.3.14.

Переключатель «Фаза» переводится в положение, обеспечивающее плавное изменение начальной (конечной) фазы колебаний.

Вращая ручку «Фаза» против часовой стрелки, изменять начальную фазу колебаний до вершины синусоидального сигнала (т. е. до  $-90^\circ$ ). Если, не доходя до  $-90^\circ$ , генератор переходит в режим непрерывной генерации, вращением ручки в небольшие пределы в противоположную сторону добиться устойчивых колебаний в «пачке» и измерить амплитуду ( $U_1$ ) начала колебаний известной методике (см. п. 9.4.3.3 настоящего раздела). Затем вращая ручку «ФАЗА» по часовой стрелке, произвести аналогичную операцию.

Пределы изменения фазы определяются по формуле:

$$\varphi_{\max} = \arcsin \frac{U_1}{U_0}, \quad (9.20)$$

где  $U_0$  — установленное значение амплитуды выходного синусоидального сигнала — (4—5) В;

$U_1$  — измеренное значение напряжения, соответствующее начальной фазе колебаний.

Аналогичные измерения производятся на частоте 100 кГц.

9.4.3.17. Определение погрешности установки фазы « $0^\circ$ » осуществляется следующим образом.

Переключатель «ФАЗА» устанавливается в положение « $0^\circ$ ». На генераторе устанавливается частота 1 кГц. На вход внешнего запуска от генератора Г5-56 подается импульс длительностью 4 мс с периодом следования 10 мс.

На экране осциллографа С1-65А наблюдается «пачка» колебаний. Чувствительность осциллографа устанавливается равной 2 В/дел. Измеряется отклонение нулевой линии развертки между «пачками» колебаний от истинного нуля на осциллографе.

Погрешность установки фазы « $0^\circ$ » определяется по формуле:

$$\Delta \varphi_0 = \arcsin \frac{U_x}{U_0}, \quad (9.21)$$

где  $U_0$  — установленное значение амплитуды выходного синусоидального сигнала (4—5) В, измеренное так же, как в п. 9.4.3.16;

$U_x$  — измеренное с помощью осциллографа С1-65А значение уровня, соответствующее фазе « $0^\circ$ ».

## 9.5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют путем записи или отметки результатов поверки в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку.

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

## 10. КОНСТРУКЦИЯ

Генератор выполнен в виде переносного прибора настольного типа. Он состоит из двух функциональных блоков: блока генератора и блока питания, разделенных между собой электромагнитным экраном.

В блок генератора входят передняя панель и платы печатного монтажа, расположенные горизонтально в два ряда и разделенных электромагнитным экраном, который является несущей конструкцией генератора. При этом плата «АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНАЯ» (100 мм), а платы малого размера «ВЫХОДНОЙ УСИЛИТЕЛЬ» (100 мм), «ИЗМЕРИТЕЛЬ АМПЛИТУДЫ СИГНАЛОВ» (100 мм).