

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ Г6-60

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
З.269.060 ТО

В данном генераторе в кассете Ф17 положение „~“ является нерабочим.

1 9 8 0

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.	
1. Введение	8	7.
2. Назначение	9	8.
3. Технические данные генератора	10	9.
4. Состав изделия	15	10.
5. Устройство и работа генератора	16	11.
5.1. Принцип действия генератора	16	
5.2. Схема электрическая принципиальная генератора	23	
5.2.1. Коммутационные платы К4 и К5	23	
5.2.2. Атеннаторы	24	12.
5.3. Конструкция генератора	25	13.
6. Устройство и работа составных частей генератора	27	
6.1. Принцип действия формирователя Ф02	27	
6.1.1. Генератор кварцевый	35	
6.1.2. Формирователь Ф17	37	
6.1.3. Делитель частоты Д4	40	
6.1.4. Делитель частоты Д5 и Д5-1	46	
6.1.5. Формирователь Ф9	51	14.
6.1.6. Формирователь Ф8	55	15.
6.1.7. Формирователь длительности (Ф4 и Д1-2)	59	
6.2. Принцип действия формирователя ФВ3	66	
6.2.1. Формирователь Ф18	69	
6.2.2. Формирователь Ф16	71	
6.2.3. Схема регулировки амплитуды основных импульсов (стабилизаторы С5, С7, С8, С8-1)	77	1. Н 2. Т г Т Ф

	Стр.
6.2.4. Стабилизатор СБ	82
6.3. Принцип действия блока питания	84
7. Маркирование и пломбирование	86
8. Общие указания по эксплуатации	87
9. Указания мер безопасности	89
10. Подготовка к работе	89
11. Порядок работы	90
11.1 Расположение органов управления	90
11.2 Проведение измерений	92
11.3 Дистанционное управление прибором	96
12. Характерные неисправности и методы их устранения	98
13. Проверка прибора	101
13.1. Операция проверки	101
13.2. Средства проверки	106
13.3. Условия проверки	107
13.4. Проведение проверки	108
13.4.1. Внешний осмотр	108
13.4.2. Определение метрологических параметров	108
14. Правила хранения	128
15. Транспортирование	129
15.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	129
15.2. Условия транспортирования	131

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Намоточные данные трансформатора	132
2. Таблицы напряжений на выводах транзисторов в кассетах генератора Г5-60	133
Таблица напряжений на выводах транзисторов в кассетах формирователя Ф02	133

	Стр.	
		16.
Таблица напряжений на выводах транзисторов в кассетах формирователя ФБЗ	137	
3. Таблица напряжений на входах и выходах узлов, выполненных на микросхемах	145	17.
4. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная генератора импульсов Г5-60	147	18.
6. Схема электрическая принципиальная платы коммутацион- ной К4	вкл	19.
6. Схема электрическая принципиальная платы коммутацион- ной К5	вкл	20.
7. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная генератора кварцевого	148	21.
8. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная формирователя Ф17	152	22.
9. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная делителя частоты Д4	154	23.
10. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная делителей частоты Д5 и Д5-1	167	24.
11. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная формирователя Ф9	158	25.
12. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная формирователя Ф6	163	26.
13. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная формирователя Ф4	166	27.
14. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная делителя Д1-2	170	28.
15. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная формирователя Ф16	172	29.
		30.

16. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная формирователя Ф16	174
17. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная стабилизатора С5	178
18. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная стабилизатора С7	180
19. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная стабилизаторов С8, С8-1	183
20. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная стабилизатора С6	186
21. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная аттенюатора 20 дБ	180
22. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная аттенюаторов 40 и 60 дБ	192
23. Перечень элементов и схема электрическая принципиальная блока питания	196
24. Параметры сигналов дистанционного управления	204
25. План размещения основных электрических элементов генератора импульсов ГБ-60	
26. План размещения основных электрических элементов платы коммутационной К4	
27. План размещения основных электрических элементов платы коммутационной К5	
28. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф17	
29. План размещения основных электрических элементов делителя частоты Д4	
30. План размещения основных электрических элементов делителя частоты Д5	

31. План размещения основных электрических элементов делителя частоты ДБ-1
32. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф9
33. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф6
34. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф4
35. План размещения основных электрических элементов делителя Д1-2
36. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф18
37. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф16
38. План размещения основных электрических элементов стабилизатора С5
39. План размещения основных электрических элементов стабилизатора С6
40. План размещения основных электрических элементов стабилизатора С7
41. План размещения основных электрических элементов стабилизатора С8
42. План размещения основных электрических элементов блока питания
43. План размещения основных электрических элементов стабилизатора ПС5
44. План размещения основных электрических элементов стабилизатора ПС6

Стр.

45. План размещения основных электрических элементов
стабилизатора ПС7
46. План размещения электрических элементов
деталей и узлов стабилизатора ПСЗ.....

І. ВВЕДЕНИЕ

Техническое описание и инструкция по эксплуатации предназначены для изучения генератора и правильной его эксплуатации и содержит описание его устройства и принципа действия, технические характеристики и методику их проверки, принципиальные схемы, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации /использования, транспортирования, хранения и технического обслуживания/ генератора и поддержания его в постоянной готовности к действию.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Генератор импульсов микросекундного диапазона Г5-60 является лабораторным измерительным прибором и представляет собой источник импульсных сигналов с прецизионными периодами повторения импульсов, длительностью и временным сдвигом, а также с точной установкой амплитуды импульсов. Генератор предназначен для регулировки и испытания импульсной и другой радиоэлектронной аппаратуры и применяется в радиолокации, измерительной технике, электронной технике, в связи, в вычислительной технике.

Генератор может эксплуатироваться в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 278 до 313 К (от 5° до 40°C);
- относительная влажность до 95% при температуре 30°C;
- атмосферное давление $100000 \pm 4000 \text{ Н/м}^2$ (760 ± 30 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети $220 \pm 22 \text{ В}$ частотой $50 \pm 0,5 \text{ Гц}$, а также $220 \pm 11 \text{ В}$ частотой $400^{+28}_{-12} \text{ Гц}$ и содержанием гармоник до 5%.

Нормальной температурой считается температура окружающего воздуха $293 \pm 5 \text{ К}$ ($20 \pm 5^\circ\text{C}$).

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ГЕНЕРАТОРА

Прибор выдает на основном выходе импульсы прямоугольной формы положительной или отрицательной полярности, нормальные или опрокинутые. В режиме "1" импульсы могут быть как одинарными так и парными, в режимах "2" и "3" - только одинарными.

Длительность основных импульсов в режиме "1" регулируется плавно-дискретно в пределах от 10 нс до 1 с. Весь диапазон разбит на 8 поддиапазонов: 10 - 100 нс; 0,1 - 1,0 мкс; 1,0 - 10 мкс; 10 - 100 мкс; 100 - 1000 мкс; 1 - 10 мс; 10 - 100 мс; 100 мс - 1 с.

Погрешность установки длительности импульсов в режиме "1" при длительности от 0,1 мкс до 1 с в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm (0,1\tau + 3 \text{ нс})$ основных импульсов и $\pm (0,1\tau + 10 \text{ нс})$ при длительности от 10 до 100 нс, где τ - установленная длительность импульсов.

Плавная регулировка обеспечивает изменение длительности импульсов в пределах не менее $0,01\tau_{\text{max}}$, где τ_{max} - максимальное значение длительности импульса на поддиапазоне.

Длительность импульсов в режиме "2" регулируется в пределах от 0,1 до 9 999 990 мкс при внутреннем запуске и в пределах от 0,1 до 999 999 мкс при внешнем запуске прибора.

При внутреннем запуске обеспечивается дополнительный режим "3". Длительность основных импульсов в режиме "3" регулируется в пределах от 0,1 до 9 999 990 мкс.

Погрешность установки длительности импульсов в режимах "2" и "3" в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm (1 \cdot 10^{-6}\tau + 10 \text{ нс})$, где τ - установленная длительность импульсов.

Максимальная амплитуда основных импульсов не менее 10 В на внешней согласованной нагрузке $50 \pm 0,05 \text{ Ом}$. Обеспечена дискретная регулировка амплитуды в пределах от 10 до 1 В через 0,01 В без выносных аттенуаторов и в пределах от 1 до 0,001 В на выходе аттенуаторов.

Погрешность установки амплитуды основных импульсов в нормальных условиях на внешней согласованной нагрузке $50 \pm 0,05 \text{ Ом}$ не превышает значения $\pm (0,03U + 2 \text{ мВ})$, где U - установленная амплитуда импульсов; при этом погрешность установки уровня постоянного напряжения, эквивалентного амплитуде импульсов, не превышает значения $\pm (0,01U + 2 \text{ мВ})$ для амплитуд в пределах от 1 до 10 В и $\pm 0,03U$ для амплитуд менее 1 В.

Погрешность установки амплитуды в рабочих условиях эксплуатации не превышает значений:

$\pm (0,03U + 10 \text{ мВ})$ для амплитуд от 1 до 10 В при погрешности установки уровня постоянного напряжения, эквивалентного амплитуде, не более $\pm (0,015U + 10 \text{ мВ})$,

$\pm 0,045U$ - для амплитуд менее 1 В.

Период повторения основных одинарных импульсов при внутреннем запуске регулируется в пределах от 0,1 мкс до 10 с; период повторения пар в режиме парных импульсов регулируется в пределах от 1 мкс до 10 с.

Погрешность установки периода повторения одинарных и парных импульсов в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-6} T$, где T - установленный период повторения.

Временной сдвиг одинарных основных импульсов в режимах "1" и "3" относительно синхроимпульса " V_0 " регулируется в пределах от 0 до 9.999.990 мкс при внутреннем запуске и от 0 до 999.999 мкс при внешнем запуске. Погрешность установки временного сдвига в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm (1,10^{-6} D + 10 \text{ нс})$, где D - установленный временной сдвиг.

Временной сдвиг второго импульса пары относительно первого в режиме парных импульсов регулируется от 0,1 до 9 999 990 мкс - при внутреннем запуске и от 0,1 до 999 999 мкс - при внешнем запуске.

Погрешность установки временного сдвига в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm (1 \cdot 10^{-6} D_n + 10 \text{ нс})$, где D_n - временной сдвиг второго импульса пары относительно первого.

Дискретность установки временных интервалов (периода повторения, длительности импульсов в режимах "2" и "3" и временного сдвига) составляет:

0,1 мкс - при интервале не более 0,1 в;

1 мкс - при интервале не более 1 с;

10 мкс - при интервале до 10 с.

Длительность фронта и среза основных импульсов не превышает 10 нс на согласованной внешней нагрузке 50 Ом.

Выбросы на вершине и в паузе основных импульсов не превышают 1% от установленной амплитуды.

Неравномерность вершины основных импульсов и исходного уровня в паузе не превышает 1% от установленной амплитуды по истечении 40 нс.

Минимальная скважность основных одинарных импульсов в режиме "1" не более 2.

Минимальная скважность пар импульсов в режиме пар не более 2. Минимальная пауза между импульсами в режиме пар не превышает величины $\tau + 20$ нс, где τ - установленная длительность импульсов.

Оговоренные выше период повторения, временной сдвиг и длительность основных импульсов обеспечиваются при выполнении следующих условий:

в режимах "1" и "2":

$$T \geq D_1 + N \cdot I \text{ мкс - при внутреннем запуске;}$$

$$T \geq D_1 + N \cdot I \text{ мкс - при внешнем запуске;}$$

в режиме "3":

$$T \geq D_2 + N \cdot I \text{ мкс,}$$

$$D_2 > D_1, \text{ где}$$

T - установленный период повторения,

D_1 и D_2 - установленные временные сдвиги,

N - множитель, установленный переключателем множителей "X (0,1; 1; 10)" и равный 0,1; 1 или 10.

В приборе имеются синхрои импульсы "V₀" "V₁" со следующими параметрами:

полярность - отрицательная;

амплитуда - не менее 1,2 и не более 5 В на нагрузке 50 Ом;

длительность - не менее 20 и не более 50 нс;

длительность фронта - не более 10 нс.

Начальная задержка синхрои импульса "V₀" относительно внешнего пускового импульса не превышает 0,4 мкс в режиме "2", не более 0,45 мкс в режиме "1".

Синхрои импульс "V₁" опережает фронт основного импульса в режиме "3" или среза основного импульса в режиме "2" не более, чем на 50 нс; фронт основного импульса в режиме "1", или фронт второго импульса пары в режиме пар не более, чем на 100 нс.

В приборе обеспечивается внешний запуск однократными сигналами, импульсами обеих полярностей и синусоидальным напряжением амплитудой от 1 до 5 В с длительностью фронта не более 3000 мкс, минимальным периодом повторения не более 1 мкс и минимальной длительностью импульса не более 30 нс.

Сопротивление входа внешнего запуска 50 Ом.

Предусмотрен разовый механический пуск.

В приборе обеспечивается базовое смещение на выходе в пределах ± 2 В на внешней нагрузке $50 \pm 0,05$ Ом без подключения внешних аттеннаторов.

Погрешность установки базового смещения в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm (0,015 U_{см} \pm 10$ мВ) на внешней согласованной нагрузке $50 \pm 0,05$ Ом, где $U_{см}$ - установленная величина базового смещения на выходе прибора.

Нестабильность параметров в течение 15 минут по истечении времени самопрогрева не превышает значений:

$$\pm 0,3 \cdot 10^{-6} T - \text{для периода повторения;}$$

$$\pm (0,3 \cdot 10^{-6} \tau + 3 \text{ нс}) - \text{для длительности импульсов в}$$

режиме "2";

$$\pm (0,01 \tau + 3 \text{ нс}) - \text{для длительности импульсов в режиме "1";}$$

$$\pm (0,3 \cdot 10^{-6} D + 3 \text{ нс}) - \text{для временного сдвига основного}$$

импульса относительно синхроимпульса " V_{σ} ",

где T - установленный период повторения,

τ - установленная длительность выходного импульса,

D - установленный временной сдвиг основного импульса относительно синхроимпульса " V_{σ} ".

Паразитная модуляция параметров не превышает значений:

$$0,001 \tau + 0,3 \tau_{ф} + 0,1 \text{ нс,}$$

где τ - длительность импульсов в режиме "1" на дополнительном

поддиапазоне 50-100 нс;

$\tau_{ф}$ - длительность фронта импульсов ($\tau_{ф} = 10$ нс).

5 нс - для длительности импульса в режиме "2" и временного сдвига основного импульса относительно синхроимпульса " V_{σ} " в режиме "1";

$0,3 \tau_{ф}$ внеш. + 0,5 нс - для временного сдвига синхроимпульса

" V_{σ} " относительно импульса внешнего запуска,

$0,001 U + 1$ мВ - для амплитуды основных импульсов, где

τ - установленная длительность импульсов,

$\tau_{ф}$ внеш. - длительность фронта импульса внешнего запуска,

U - установленная амплитуда импульсов.

Для обеспечения автоматизированной проверки параметров в приборе осуществляется дистанционное управление в двоично-десятичном коде следующими параметрами и режимами:

- выбором вида запуска;
- установкой периода повторения, длительности и временного сдвига основных импульсов;
- установкой амплитуды импульсов и базового смещения на выходе;
- выбором вида основных импульсов (положительный-отрицательный, нормальный - опрокинутый, постоянный ток);
- выбором режима работы ("1", "2", "3").

Время самопрогрева прибора 30 мин. при выключении прибора в нормальных условиях и 1 ч при включении при температуре ниже 15°C .

Прибор сохраняет свои технические характеристики при питании его от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В, частотой $50 \pm 0,5$ Гц, а также 220 ± 11 В, частотой $400 \pm \frac{28}{12}$ Гц и содержанием гармоник до 5%.

Прибор допускает непрерывную работу в течение 8 ч.

Мощность, потребляемая прибором, не превышает 200 ВА.

Наработка на отказ не менее 1000 ч.

Габаритные размеры прибора 480x160x475 мм.

Габаритные размеры прибора в укладочном ящике 742x340x570 мм.

Габаритные размеры транспортной тары 1020x536x760 мм.

Масса прибора не более 20 кг.

Масса прибора в транспортной таре не более 50 кг.

Масса прибора с укладочным ящиком в транспортной таре не более 70 кг.

4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Состав изделия перечислен в табл. I

Таблица I

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
1. Генератор импульсов			
Г5-60	3.269.080	I	
2. Комплект принадлеж- ностей в ящике ЗИПа:	4.068.148-02		
- вставка плавкая			
ВН-I 2,0А	0.480.003 ТУ	5	
- плата переходная	3.660.097	I ✓	
- кабель ВЧ № 1	4.850.216	2 ✓	
- кабель ВЧ № 2	4.850.213	2-I	
- кабель ВЧ № 3	4.850.207	I ✓	
- кабель ВЧ № 4	4.850.215	2-I	
- нагрузка № 1	2.243.044	2 ✓	
- нагрузка № 5	2.243.048	I ✓	
- переход 32-115/4	2.236.129	2 ✓	
- аттенватор 20 дБ	2.727.162	I ✓	
- аттенватор 40 дБ	2.727.172.-01	I ✓	
- аттенватор 60 дБ	2.727.172	I ✓	
3. Упагодочный ящик	4.161.343-2 Сп	I	По требованию, заказчика
4. Техническое описа- ние и инструкция по эксплуатации	3.269.080 ТО	I	
5. Формуляр	3.269.080 Ф0	I	

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ГЕНЕРАТОРА

5.1. Принцип действия генератора

В генераторе импульсов Г5-60 можно выделить три основные части в зависимости от выполняемых ими функций:

- формирователь временных параметров Ф02, который формирует прецизионные временные интервалы (период повторения и два временных сдвига) и непрецизионную длительность импульсов, а также осуществляет внешний запуск генератора;

- формирователь параметров основных импульсов ФВ3, определяющий амплитуду и параметры искажений импульсов;

- блок питания, осуществляющий преобразование напряжений сети 220 В 50 Гц, а также 220 В 400 Гц в постоянные стабилизированные напряжения.

Формирователь временных параметров Ф02 содержит следующие узлы:

- кварцевый генератор опорной частоты 5 МГц;
- делитель частоты Д4;
- делитель частоты с переменным коэффициентом деления, включающий кассету Д5-1 и пять кассет Д5;
- формирователи Ф17 и Ф9 схемы внешнего запуска и фазовой привязки;
- формирователь синхроимпульсов Ф8
- формирователь длительности импульсов Ф4 и Д1-2.

Формирователь параметров основных импульсов ФВ3 содержит:

- формирователь выходных импульсов прибора Ф16;
- формирователь Ф18, управляющий режимом работы прибора по способу установки длительности;
- стабилизаторы С5, С7, С8 и С8-1, образующие схему регулировки амплитуды основных импульсов;
- стабилизатор С6 тока базового смещения на выходе.

Структурная схема генератора приведена на рис. 2.

Генератор опорной последовательности импульсов служит для формирования последовательности импульсов частоты 10 МГц, 1 МГц или 100 кГц (период 0,1 мкс, 1 мкс или 10 мкс) с относительной погрешностью частот $1 \cdot 10^{-6}$. В приборе применен принцип формирования прецизионных временных интервалов (периода повторения, временного сдвига и длительности импульсов) путем деления частоты опорной последовательности импульсов, поэтому относительная погрешность прецизионных параметров прибора полностью определяется погрешностью частоты опорной последовательности импульсов. Выбором величины периода повторения импульсов в последовательности определяется как дискретность регулировки временных параметров, так и их диапазон.

Опорная последовательность импульсов подается на делитель частоты с переменным коэффициентом деления ДПКД, содержащий шесть декад. ДПКД позволяет получить максимальный временной интервал 10 с (при периоде повторения импульсов на его входе 10 мкс) и минимальный интервал 0,1 мкс. ДПКД представляет собой селектирующее устройство, которое из опорной последовательности импульсов выделяет три импульса (T_0 , T_1 , T_2), имеющие одинаковый регулируемый период повторения. Временные сдвиги D_1 и D_2 импульсов T_1 и T_2 относительно импульса T_0 регулируются независимо друг от друга.

Формирователь синхронимпульсов служит для получения синхронимпульсов " V_0 " и " V_1 " из импульсов T_0 и T_1 , а также для получения импульсов t_0 , t_1 и t_2 , управляющих работой выходного каскада прибора.

Формирователь длительности (в режиме "I") запускается импульсом t_1 , и вырабатывает импульс t_2 , задержка которого относительно t_1 регулируется в пределах 10 нс - 1 с.

Основной импульс прибора формируется триггером и усиливается усилителем тока.

Импульсом с выхода усилителя тока переключается выходной каскад,

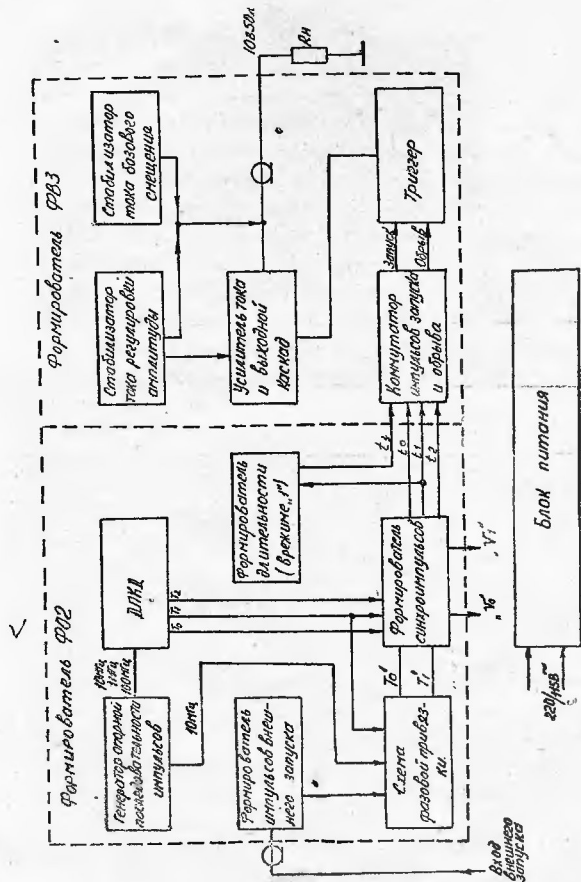


Рис. 2. Структурная схема генератора импульсов Г5-60

который коммутирует калиброванный ток стабилизаторов тока регулировки амплитуды через сопротивление нагрузки прибора R и.

Регулировка амплитуды импульсов в пределах от 1 до 10 В производится изменением величины тока стабилизаторов. Базовое смещение на выходе регулируется стабилизатором тока базового смещения. Для получения импульсов с амплитудой менее 1 В предусмотрены три выносных аттенюатора (20, 40, 60 дБ), подключаемых к выходному гнезду.

Генератор Г5-60 имеет три режима работы "1", "2", "3" в зависимости от выбранного способа установки и погрешности длительности импульсов. Выбор режима производится коммутатором, распределяющим импульсы " t_0 ", " t_1 ", " t_2 ", и " t_r " на входы запуска и обрыва триггера.

В режиме "1" прибор формирует импульсы с погрешностью длительности $\pm 10\%$. Длительность определяется формирователем длительности, т.е. установленной в нем задержкой импульса t_2 относительно t_1 . Импульсы t_1 и t_2 служат для запуска и обрыва триггера.

В режиме "1" возможно получение пары импульсов. Для этого на один и тот же вход коммутатора подаются импульсы t_0 и t_1 и запуск формирователя длительности производится дважды за период.

Временной сдвиг одиночного импульса относительно синхроимпульса " $\sqrt{0}$ " или сдвиг между импульсами пары в режиме "1" определяется установленным временным сдвигом D_1 .

В режиме "2" формируется прецизионный импульс, длительность которого устанавливается переключателями временного сдвига D_1 . В этом режиме триггер запускается импульсом " t_0 " и обрывается импульсом " t_1 ".

В режиме "3" длительность прецизионного импульса определяется как разность двух временных сдвигов D_2 и D_1 , а сдвиг импульса относительно синхроимпульса " $\sqrt{0}$ " - временным сдвигом D_1 .

Триггер запускается импульсом t_1 и обрывается импульсом t_2 .

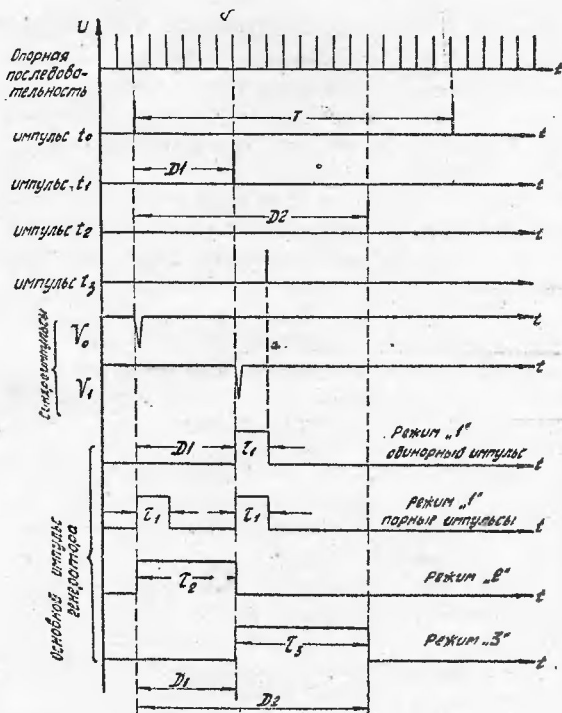


Рис. 3 Временные диаграммы генератора Г5-60 в режиме внутреннего запуска.

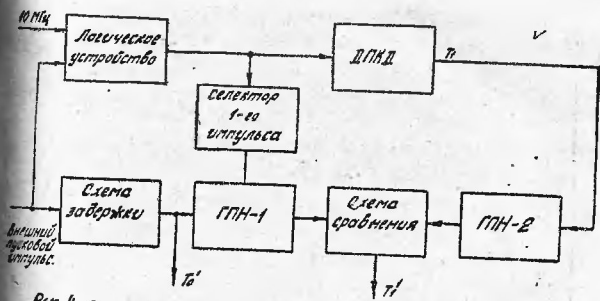


Рис. 4. Структурная схема устройства фазовой привязки.

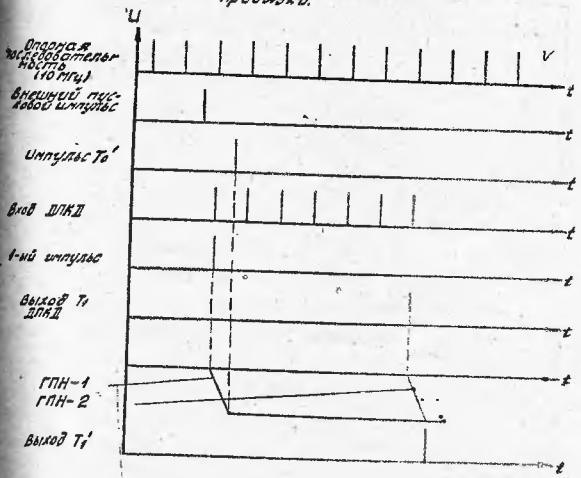


Рис. 5. Временные диаграммы схемы фазовой привязки

Временные диаграммы, иллюстрирующие работу генератора Г5-60 при внутреннем запуске в режимах "1", "2" и "3", приведены на рис. 3.

При внешнем запуске прибора кварцевый генератор работает в автоколебательном режиме, как и при внутреннем запуске, поэтому схема внешнего запуска решает задачу привязки фазы напряжения внешнего запуска к фазе напряжения кварцевого генератора. Схема внешнего запуска включает формирователь, нормализующий напряжение внешнего запуска по амплитуде, длительности и длительности фронта, и устройство фазовой привязки, формирующее опорный импульс T_c и задержанный импульс T'_I , привязанные по фазе к запускающему импульсу.

Принцип работы устройства фазовой привязки иллюстрируются структурной схемой рис. 4 и временными диаграммами рис. 5.

Устройство фазовой привязки предназначено для запоминания временного интервала между запускающим импульсом и предшествующим ему импульсом опорной последовательности воспроизведения запомненного интервала с приходом задержанного импульса, соответствующего установленной задержке $D I$. Нормализованный импульс запуска задерживается схемой задержки на время, равное периоду опорной последовательности. Одновременно логическое устройство начинает пропускать импульсы опорной последовательности на делитель ДИКД. Первым из этих импульсов запускается генератор пилообразного напряжения ГПН-1 записи. В момент прихода задержанного на 100 нс импульса внешнего запуска уровень напряжения на ГПН-1 запоминается. Импульс T_I с выхода ДИКД, задержанный на время $D I$ относительно первого импульса, запускает ГПН-2, аналогичный ГПН-1. В момент равенства пилообразных напряжений на ГПН-1 и ГПН-2 вырабатывается выходной задержанный импульс T'_I . Опорный импульс T'_c также формируется в схеме фазовой привязки из нормализованного импульса внешнего запуска.

Из временных диаграмм рис.5 видно, что несмотря на то, что от такта к такту внешнего запуска интервал, запоминаемый в ГПН-I меняется, благодаря одинаковым наклонам "пик" ГПН-I и ГПН-2 задержка между импульсами T'_0 и T'_1 остается неизменной и независимой от фазы импульса внешнего запуска относительно опорной последовательности.

Питание генератора осуществляется напряжением 220 В, частоты 50 Гц, а также 220 В частоты 400 Гц.

5.2. Схема электрическая принципиальная генератора

Схема электрическая принципиальная генератора Г5-60 приведена в приложении 4. Из схемы видно, что генератор состоит из блока питания, кварцевого генератора, коммутационной платы К4, объединяющей кассеты Ф17, Д5 (5 шт.), Д5-1, Д4, Ф8, Ф9, коммутационной платы К5, объединяющей кассеты Ф4, Д1-2, Ф18, Ф16, С5, С6, С7, В4, стабилизаторов тока С8 и С8-1.

Кварцевый генератор и делители частоты Д5, Д5-1, Д4, формирователи Ф17, Ф8, Ф9, Ф4, делитель Д1-2 образуют формирователь временных параметров Ф02, а формирователи Ф18, Ф16, стабилизаторы С5, С6 и С7, а также стабилизаторы С8 и С8-1 образуют формирователь параметров основных импульсов ФВ3.

5.2.1. Коммутационные платы К4 и К5

Схемы электрические принципиальные коммутационных плат К4 и К5 приведены в приложениях 5 и 6 соответственно.

Назначение коммутационных плат состоит в том, чтобы осуществлять электрическую связь между кассетами, а также кассет с кварцевым генератором и платами стабилизаторов С8 и С8-1. Через коммутационные платы подается напряжение с выхода блока питания на кассеты. Кроме того, на коммутационной плате К4 расположены микросхемы У1, У3, У4 выполняющие роль схем совпадений на выходе компараторов

делителя частоты с переменным коэффициентом деления. На выходе каждой из этих микросхем вырабатывается отрицательный импульс при совпадении во времени импульсов на всех ее входах, соединенных с выходами компараторов каскода Д5 и Д5-1. Два элемента микросхемы У2 являются инверторами.

Разъемы Ш1, Ш3-Ш10, Ш12, Ш13 платы К4 и Ш1, Ш3-Ш9 платы К5 типа ГРПМТ-31ГО2 служат для включения каскода генератора. Разъемы Ш2 и Ш1 платы К4 и Ш2 платы К5 типа РС50 служат для подачи сигналов дистанционного управления параметрами генератора. Эти разъемы установлены на задней стенке генератора и соединяются жгутами с коммутационными платами.

5.2.2. Атеннаторы

Выносные атеннаторы 20, 40 и 60 дБ, предназначены для ослабления основных импульсов прибора и получения амплитуды ст I В до 1 мВ. Атеннаторы выполнены по П-образной схеме, атеннатор 20 дБ содержит одно звено, а аттеннаторы 40 и 60 дБ для уменьшения частотных искажений состоят из двух П-образных звеньев, включенных последовательно. Принципиальные электрические схемы аттеннаторов 20 дБ, 40 дБ, 60 дБ приведены в приложениях 21 и 22.

5.3. Конструкция генератора

Генератор выполнен в корпусе "НАДЕЛ-75" и представляет собой переносной прибор настольного типа моноблочной конструкции.

В задней части корпуса расположен блок питания.

В передней части прибора на поперечной металлической стенке крепятся две коммутационные платы К4 и К5, соединяемые друг с другом перемычками. Со стороны передней панели в корпус по специальным направляющим вставляются кассеты (платы печатного монтажа). Кассеты вставляются в разъемы типа ГРПМ1, впаиваемые в коммутационные платы.

Все органы управления и присоединения (переключатели, тумблеры, высокочастотные разъемы и т. д.) расположены на кассетах и выходят на переднюю панель прибора, имеющую соответствующие надписи по месту их расположения.

На задней стенке прибора предусматривается установка счетчика времени наработки типа ЗСВ-12,6-2,5.

В правой половине прибора между коммутационной платой К5 и экраном устанавливаются три кассеты - стабилизаторы С7, С8 и С8-1, соединенные с коммутационной платой и друг с другом через разъемы ГРПМ1. Один из этих разъемов (для включения кассеты С7) укреплен на плате К5 с помощью угольника; два других устанавливаются на планках, укрепленных между блоком питания и поперечной стенкой. Соединения между разъемами выполнены объемным монтажом.

Кварцевый генератор установлен на боковой стенке прибора. На скобе находится потенциометр "КОРРЕК. ЧАСТОТЫ". Подстройка его производится снизу.

На задней стенке прибора размещены три разъема дистанционного управления типа РС50 и клемма заземления. Жгуты, соединяющие разъемы дистанционного управления с коммутационными платами К4 и К5, уложены вдоль боковых стенок прибора.

Соединение прибора с питающей сетью 220 В производится через разъем типа 2РМ. Включение прибора осуществляется тумблером, расположенным на передней панели. При включении прибора загорается световой индикатор.

План размещения основных узлов генератора Г5-60 приведен в приложении 25. В приложениях 26 и 27 приведены планы размещения основных электрических элементов коммутационных плат К4 и К

ност
форм
тог
удво
в ре
устр
1:10
посл
100
с пе
(кас
ност
ных
повт
импу
напр
С пр
наче
на к
запу
внеп
В м
урол

6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГЕНЕРАТОРА

6. 1. Принцип действия формирователя Ф02.

Формирователь Ф02 определяет диапазоны регулировки и погрешности всех временных параметров генератора. Структурная схема формирователя приведена на рис.6.

Кварцевый генератор формирует синусоидальное напряжение частоты 5 МГц с погрешностью не более $1 \cdot 10^{-6}$, которое подается на удвоитель частоты. Напряжение частоты 10 МГц с выхода удвоителя в режиме внутреннего запуска пропускается через логическое устройство на два включенных последовательно делителя частоты 1:10. Таким образом, на выходе кассеты Д4 может быть получена последовательность импульсов спорной частоты 10 МГц, 1 МГц или 100 кГц. Эта последовательность подается на делитель частоты с переменным коэффициентом деления ДПКД, содержащий шесть декад (кассета Д5-1 и пять кассет Д5). В ДПКД из спорной последовательности импульсов выделяются три импульса: опорный T_0 и два задержанных T_1 и T_2 . Эти три импульса имеют одинаковый регулируемый период повторения, а временные сдвиги импульсов T_1 и T_2 относительно импульса T_0 регулируются независимо друг от друга.

При внешнем запуске прибора формирователь Ф17 формирует из напряжения внешнего запуска нормализованный пусковой импульс.

С приходом импульса внешнего запуска логическое устройство, первоначально закрытое, начинает пропускать импульсы частоты 10 МГц на вход делителей частоты 1:10 и на ДПКД. Первым из этих импульсов запускается генератор пилообразного напряжения записи ГПН-1. Импульс внешнего запуска через схему задержки также подается на ГПН-1. В момент прихода со схемы задержки внешнего пускового импульса уровень напряжения на ГПН-1 запоминается.

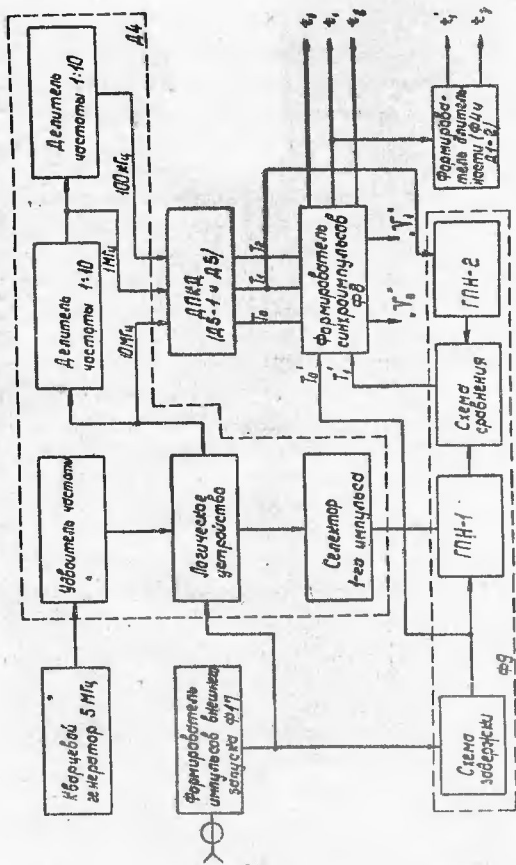


Рис.6 Структурная - схема формирователя импульсов ФО2

Импульс T_1 с выхода ДПКД, задержанный на время $\Phi 1$ относительно первого импульса, запускает ГПН-2 (ГПН воспроизведения), аналогичный ГПН-1. В момент равенства пилообразных напряжений на ГПН-1 и ГПН-2 вырабатывается задержанный импульс T'_1 . В качестве опорного используется импульс T'_0 на выходе схемы задержки.

Импульсы T_0 , T_1 , T_2 в режиме внутреннего запуска или T'_0 и T'_1 в режиме внешнего запуска подаются на формирователь синхронных импульсов $\Phi 8-1$, где формируются синхронимпульсы " V_6 " и " V_1 ", а также импульсы t_0 , t_1 и t_2 , поступающие на формирователь параметров основных импульсов.

Импульсом t_1 , кроме того, запускается формирователь длительности, включающий каскады $\Phi 4$ и ДИ-2, работающие совместно. Формирователь длительности вырабатывает два импульса, один из которых t'_1 несколько задержан (~ 30 нс) относительно импульса t_1 , а задержка другого t_2 регулируется в пределах 10 нс-1 с относительно t_1 .

На рис. 7 и 8 приведены временные диаграммы работы формирователя $\Phi 02$ в режимах внутреннего и внешнего запуска.

Принцип работы ДПКД пояснен структурной схемой рис. 9 и временными диаграммами рис. 10.

ДПКД содержит пересчетную схему из шести идентичных декад со сбросом в исходное нулевое состояние после достижения пересчетной схемой заданного состояния, соответствующего установленному периоду повторения импульсов генератора (на рис. 9 изображены лишь 3 декады). Схемы запуска I, II, III и схемы сброса I, II, III коммутируют импульсы опорной частоты (ОЧ).

В исходном состоянии схема запуска I открыта и пропускает импульсы ОЧ на запуск пересчетной схемы, а схемы сброса I, II, III - закрыты. Пересчетная схема переключается под действием запускающих импульсов, переходя из одного состояния в другое в соответствии с количеством поступивших на ее вход импульсов. Компараторы

Длительная последовательность импульсов (частота 10 кГц; 1 МГц или 100 кГц)

импульс T_0

импульс T_1

импульс T_2

импульс t_0

импульс t_1

импульс t_2

импульс t'_1

импульс t'_2

синхроимпульс V_0''

синхроимпульс V_1''

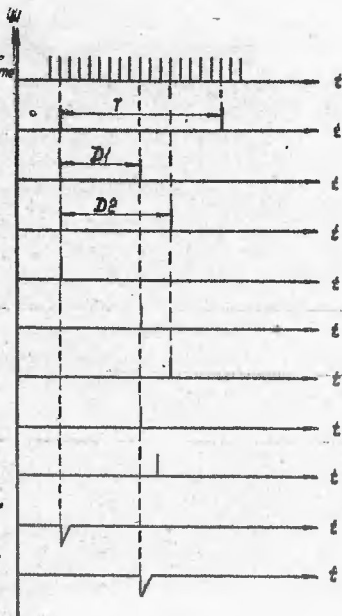


Рис. 7 Временные диаграммы формирователя импульсов ФДЗ в режиме внутреннего запуска

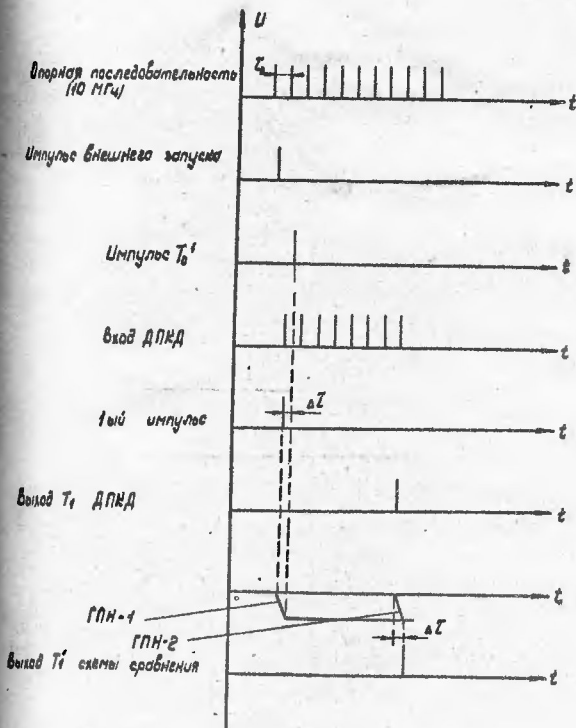


Рис. 8. Временные диаграммы схемы фазовой привязки

K_{0I} , K_{0II} , K_{0III} сравнивают последовательные состояния пересчетной схемы с числом, установленным переключателями "ПЕРИОД T_{MS} ". Когда пересчетная схема достигает состояния, заданного переключателями, компаратор $K_{0\Sigma}$ переключается и закрывает схему запуска I на время действия следующего импульса ОЧ. Напротив, схемы сброса I, II и III отпираются инвертированным напряжением с выхода компаратора $K_{0\Sigma}$, и выделенный ими импульс ОЧ используется в качестве импульса сброса пересчетной схемы, причем сброс схемы происходит в отсутствие импульса ОЧ на входе запуска. Селектор I-го импульса выделяет из последовательности ОЧ импульс, следующий за импульсом сброса; этот импульс поступает на выход ДПКД в качестве импульса T_0 .

Компараторы K_{1I} , K_{1II} , K_{1III} , $K_{2\Sigma}$ и K_{2I} , K_{2II} , K_{2III} , $K_{2\Sigma}$ служат для выделения из спорной последовательности двух импульсов, сдвинутых относительно импульса T_0 ; выделение происходит путем сравнения текущего состояния пересчетной схемы с числами, установленными переключателями временного сдвига D_1 и D_2 .

Сравнение состояния пересчетной схемы с числами, записанными переключателями периода T и временных сдвигов D_1 и D_2 , производится по декадам, а выходы компараторов декад затем объединяются схемами совпадений (компараторами) $K_{1\Sigma}$, K_{1I} и $K_{2\Sigma}$. На один из входов схем совпадений $K_{1\Sigma}$ и $K_{2\Sigma}$ подается последовательность опорной частоты, благодаря чему на выходе их селекционируются импульсы T_1 и T_2 соответственно.

Запуск всех декад пересчетной схемы осуществляется селективными из последовательности ОЧ импульсами. В общем случае схема запуска N -ой декады представляет собой схему совпадений с тремя входами. На один из входов подается импульсы ОЧ, на другой - разрешающий сигнал со схемы совпадений I, связанной с декадой I, на третий - разрешающий сигнал со схемы совпадений,

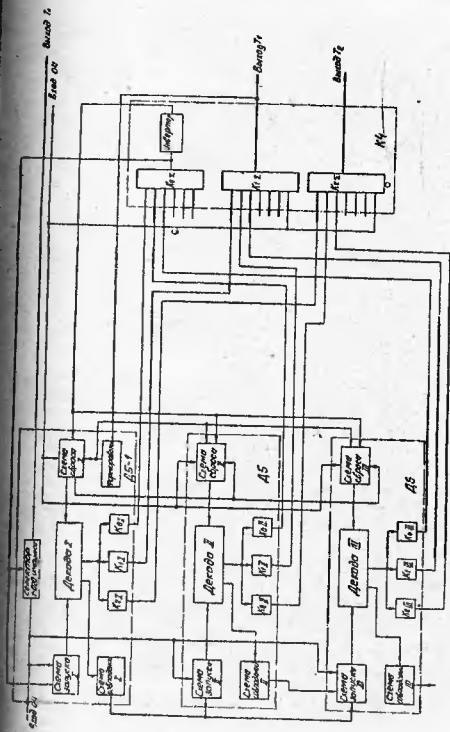


Рис 9 Структурная схема делителя частоты с переменным передаточным делением (АПКД).

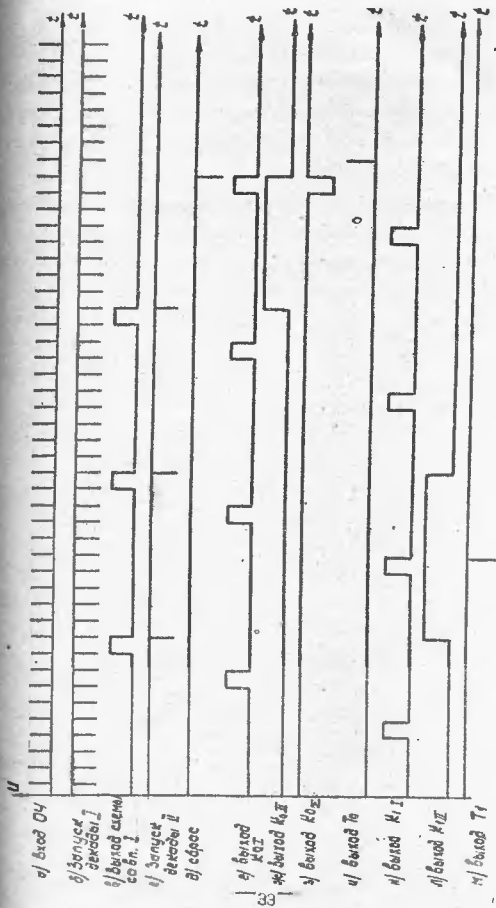


Рис. 10. временные диаграммы ДПКД

связанной с предыдущей, ($N^{\circ} - 1$) - ой декадой.

В режиме внешнего запуска схемы сброса I, II, III отключаются от входа ОЧ, и импульс сброса декад пересчетной схемы вырабатывается формирователем, запускаемым импульсом T_1 с выхода компаратора $K_1 \Sigma$.

ДПКД выполнен на шести кассетах (одна кассета типа Д5-1 и пять кассет типа Д5), каждая из которых содержит одну декаду с тремя компараторами, схемой запуска и схемой сброса. Компараторы $K_0 \Sigma$, $K_1 \Sigma$ и $K_2 \Sigma$ размещаются на коммутационной плате К4.

6.1.1. Генератор кварцевый

Генератор кварцевый является источником образцовой частоты 5 МГц. Структурная схема генератора приведена на рис. II, схема электрическая принципиальная - в приложении Д2.

Ведущий каскад (транзистор Т1, плата 3.661.102) выполнен по схеме трехточки с общим коллектором. Кварцевый резонатор работает на третьей механической гармонике. Контуры L_1 , C_2 имеют емкостную реакцию и настроены на частоту 3,5 - 4,5 МГц. Дроссель Д1 и конденсатор С2 служат для подстройки частоты генератора. Коррекция частоты также осуществляется с помощью варикапа Д1, изменяющего свою емкость при вращении потенциометра "КОРРЕК. ЧАСТОТЫ", выведенного на крышку прибора.

Транзисторы Т1 и Т2 (плата 3.661.104) образуют усилитель АРУ с детектором на диодах Д1 и Д2. Выпрямленный сигнал устанавливает необходимый режим работы задающего каскада. Выходной каскад (транзисторы Т3 и Т4) выполнен по каскадной схеме с контуром L_2 , $C12$, $C13$, $C14$; связь с внешней нагрузкой - трансформаторная. Кварцевый резонатор и элементы коррекции частоты расположены в термостатированном объеме, задающий генератор - под теплоизоляцией. Температура в термостате регулируется схемой подогрева (мигросхема У1 и транзисторы Т6, Т7, Т8). Датчиком температуры служит терморезистор R2, включенный в одну из плеч моста, сигнал разбаланса которого усиливается. Обмотка подогрева включена в коллекторную цепь транзистора Т8. Изменение температуры вызывает разбаланс моста и соответственно изменение тока в обмотке подогрева.

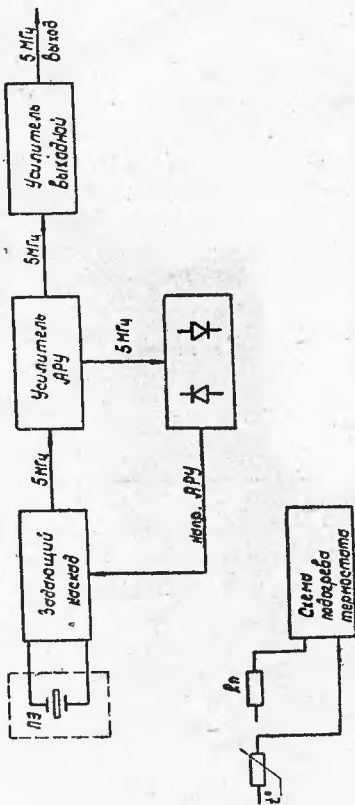


Рис. 11. Структурная схема генератора эбарева

6.1.2. Формирователь Ф17

Формирователь Ф17 представляет собой входное устройство.

Структурная схема формирователя приведена на рис. 12, схема электрическая принципиальная - в приложении 8.

Кассета Ф17 содержит:

- схему формирования нормализованного импульса внешнего запуска;
- схему формирования нормализованного импульса в режиме разового пуска;
- логическую схему с переключателям, осуществляющую выбор вида запуска всего прибора.

Напряжение внешнего запуска (импульсное или синусоидальное) поступает на диодный ограничитель (диоды Д1 - Д3) и далее на вход. Входное сопротивление схемы 50 Ом. Ограничитель транзистора Т ограничивает сигнал на уровне $\pm 0,8$ В. Для получения перепада напряжения, с крутым фронтом, независимо от формы входного напряжения, в цепи баз-эмиттер транзистора Т установлен туннельный диод Д4.

Выбор вида запуска осуществляется программным переключателем В (схема и таблица, поясняющая его работу, приведены на рис.13).

При дистанционном управлении работой прибора на вход "ДУ 0". кассеты подается сигнал "ЛОГ 0" (не более + 0,5 В), и все контакты переключателя оказываются под потенциалом выхода элемента У2-1, равным при этом + 2,5 В ("ЛОГ 1"). Управление логической схемой осуществляется сигналами ДУ, поступающими на контакты "ДУ (А)" и "ДУ (В)" разъема Ш2 и далее на элемент У3-1.

На выходе микросхемы У2-3 создается сигнал "ЛОГ 0" при внутреннем запуске генератора и "ЛОГ-1" - при внешнем запуске и разовом пуске (контакт "КОД ЗАПУСКА АВ" разъема Ш2).

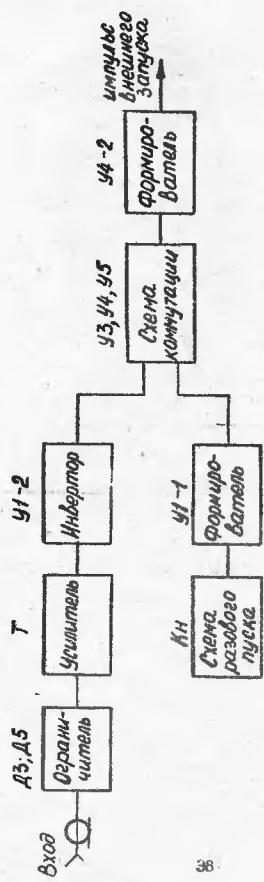


Рис.12. Структурная схема формирователя Ф17



длина слова включая паралл.	1"	2"	4"	8"	состояние ключа на барбате
0	1	1	1	1	
1	0	1	1	1	
2	1	0	1	1	
3	0	0	1	1	
4	1	1	0	1	
5	0	1	0	1	
6	1	0	0	1	
7	0	0	0	1	
8	1	1	1	0	
9	0	1	1	0	

Рис. 73. Система работы программного переключателя

6.1.3. Делитель частоты Д4.

Кассета Д4 выполняет две основные функции: -

- формирование опорной последовательности импульсов с переключением частотой (10 МГц, 1 МГц или 100 кГц);
- привязка этой последовательности к импульсу внешнего запуска при внешнем запуске прибора.

Структурная схема делителя частоты Д4 приведена на рис. 14, схема электрическая принципиальная - в приложении 9.

Кассета Д4 содержит умножитель частоты, логическую схему и делитель частоты.

Умножитель частоты предназначен для усиления напряжения кварцевого генератора и удвоения его частоты до 10 МГц. Умножитель выполнен на транзисторах Т1-Т4. Контуры (L1, C5, C6 и L2, C8, C9) настроены на частоту 10 МГц.

Логическое устройство является частью схемы фазовой привязки и при внешнем запуске прибора служит для выделения из непрерывной последовательности импульсов опорной частоты серии импульсов, начинающейся с приходом импульса внешнего запуска. Для уменьшения интервала неопределенности положения импульса внешнего запуска относительно этой серии в логическом устройстве опорная последовательность расщепляется на две, сдвинутые на полпериода, т.е. на 50 нс, последовательности, из которых автоматически выбирается одна в зависимости от того, в какой момент относительно фазы опорной последовательности приходит импульс внешнего запуска. Благодаря этой коммутации интервал неопределенности уменьшается со 100 нс до 50 нс.

Временные диаграммы логического устройства приведены на рис. 1

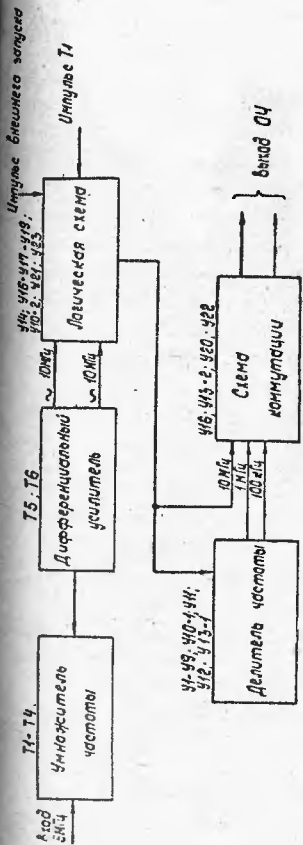


Рис. 74. Структурная схема делителя частоты Д4

Напряжение частоты 10 МГц с выхода умножителя подается на дифференциальный усилитель (транзисторы Т5, Т6), который создает парафазные синусоидальные напряжения. Два формирователя (микросхемы У15-2 и У14-1) формируют из этих напряжений две последовательности импульсов длительностью 20 ± 30 нс, частоты 10 МГц, сдвинутые друг относительно друга на полпериода (~ 50 нс). Каждый из формирователей представляет собой одновибратор на двух элементах "и-не", связанных времязадающей цепочкой R C.

Триггер (микросхема У19-1) управляет работой схем "и-не" (У14-2 и У15-1) таким образом, что до прихода импульса внешнего запуска (из кассеты Ф17) парафазные напряжения дифференциального усилителя проходят через эти схемы и переключают триггер на микросхеме У17-1. С помощью элементов задержки У17-2, У15-3, У14-3 и У18 схема сфазирована так, что при этом импульсы на выходе двух схем "и-не" У19-2 отсутствуют. С приходом импульса внешнего запуска триггер У19-1 переключается и подает запрещающий сигнал на схемы "и-не" У14-2 и У15-1; триггер У17-1 при этом остается в том состоянии, которое он имел в момент прихода импульса внешнего запуска, и тогда одна из схем совпадений У19-2 пропустит на свой выход последовательность импульсов с одного из одновибраторов У14-1 или У15-2. Схема "ИЛИ" (микросхема У10-2) служит одновременно для расширения импульсов последовательности до 40-50 нс для надежной работы триггеров делителя частоты.

Переключение триггера У19-1 в исходное состояние производится импульсом Т1 с выхода ДКД. При этом обе схемы совпадений У19-2 запираются и серия импульсов на выходе У10-2 обрывается.

Таким образом, в интервале между импульсом запуска и импульсом Т1 на выходе микросхемы У10-2 образуется серия импульсов частоты 10 МГц. В зависимости от фазы импульса внешнего запуска относительно опорной частоты эта серия формируется одним из двух парафазных напряжений дифференциального усилителя (транзисторы Т5, Т6).

импульс
большого
запуска

битов
умножителя
частоты

У14-2, к.8

У15-1, к.3

У19-1, к.3

У19-2, к.12

У19-2, к.9

У18-2, к.3

У18-1, к.8

У19-2, к.11

У10-2, к.6

люб. импульс

Т1

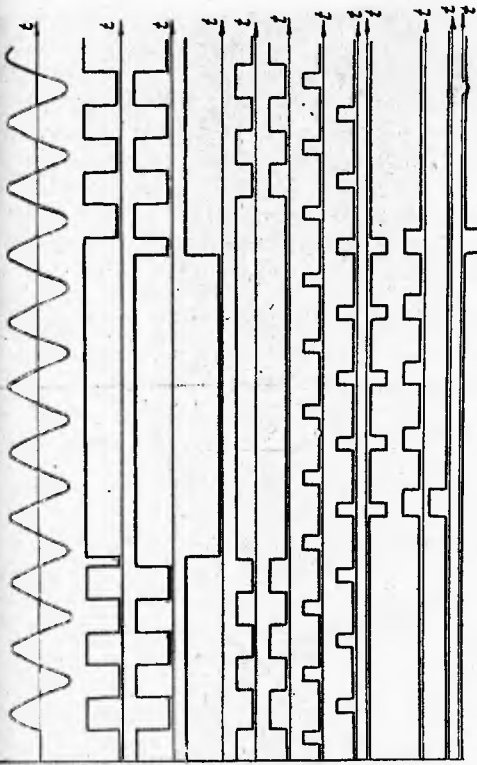


Рис 15. Временные диаграммы логического устройства делителя частоты Д4

Селектор (микросхема У23) служит для выделения из полученной серии импульсов первого импульса, который далее используется в кассете Ф9 для запуска генератора пилообразного напряжения.

При внутреннем запуске прибора на вход одного из элементов микросхемы У17-2 подается сигнал "ЛОГ 0" ("КОД ЗАПУСКА ЯВ") и нижняя из схем совпадений У19-2 постоянно пропускает импульсы формирователя У15-2 на схему У10-2. Таким образом, при внутреннем запуске логическое устройство формирует непрерывную последовательность импульсов частоты 10 МГц.

Через элементы задержки У21-1 серия или непрерывная последовательность импульсов подается на делитель частоты, состоящий из двух декад.

Каждая декада содержит четыре триггера типа 1ТК301 (У1, У3, У5, У7 и У2, У4, У6, У8). Схема декады на j - k триггерах и временные диаграммы к ней приведены на рис. 16 и 17. Все триггеры запускаются синхронно по входу "С", что обеспечивает одинаковую задержку импульса на выходе всех триггеров относительно запускающего импульса и максимальное быстродействие декады. Декада работает в коде "1-2-4-8". До 8-го импульса на вход декады триггеры переключаются как в двоичном счетчике. С приходом 8-го импульса переключается триггер Д, с которого подается запрещающий сигнал /"ЛОГ 0"/ на вход "J" триггера В, поэтому 10-ый импульс на входе декады не воздействует на триггер В. Запускающие импульсы подаются на все триггеры одновременно, а нужная последовательность их переключения достигается подачей управляющих сигналов на входы "J" и "К".

Исходным состоянием для делителя частоты кассеты Д4 является состояние "99", а не "0", так как при внешнем запуске первый же импульс серии, с которого начинается работа делителя, должен быть выделен селектором 1-го импульса. Поэтому сброс декады в исходное состояние производится в триггерах А и Д

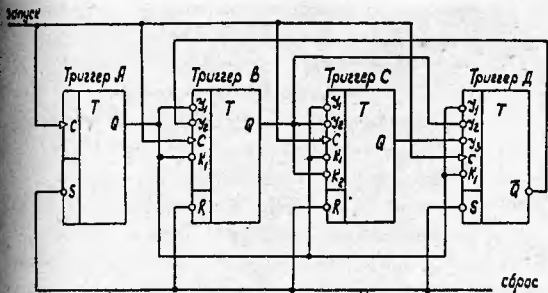


Рис. 16 Схема декады на j-к триггерах

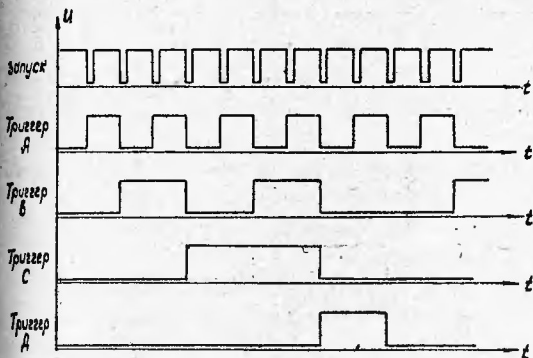


Рис. 17 Временные диаграммы декады

(У1, У2, У7 и У8) по входу "S", а в триггерах В и С (У3-У6) по входу "R". Таким образом, триггеры А и Д переключаются в состояние "1", а триггера В и С - в состояние "0".

Переключение триггеров по входам "С", "R" и "S" осуществляется отрицательным перепадом напряжения.

Микросхемы У9-1 и У10-1 служат для выделения каждого 10-го импульса из последовательности импульсов 10 МГц, т.е. для получения частоты 1 МГц. Аналогично элементы У10-2 и У11 селективируют каждый 100-ый импульс, т.е. создают частоту 100 кГц.

Программный переключатель В и микросхемы У16, У13-2, У20 и У22 служат для переключения частоты опорной последовательности импульсов на выходе кассеты (контакты 10А, 6А, 5А разъема Ш).

Для обеспечения работы ДПКД в режиме внешнего запуска при внешнем запуске на один из входов микросхемы У22 подается сигнал "ЛОГ С", при этом на контактах 6А и 5А разъема Ш устанавливается уровень "ЛОГ-1".

6.1.4. Делители частоты Д5 и Д5-1.

Делители частоты Д5 и Д5-1 входят в состав ДПКД (делителя частоты с переменным коэффициентом деления). Каждая кассета Д5 содержит:

- декаду из четырех триггеров типа γ -К;
- три компаратора (K_0 , K_1 и K_2);
- схему запуска декады;
- схему сброса декады.

Структурная схема кассеты Д5 (Д5-1) изображена на рис.18, схема электрическая принципиальная - в приложении 10.

Декада образована триггерами У1-У4 (130ТВ1) и построена по схеме рис.16. В отличие от декад кассеты Д4 сброс всех триггеров

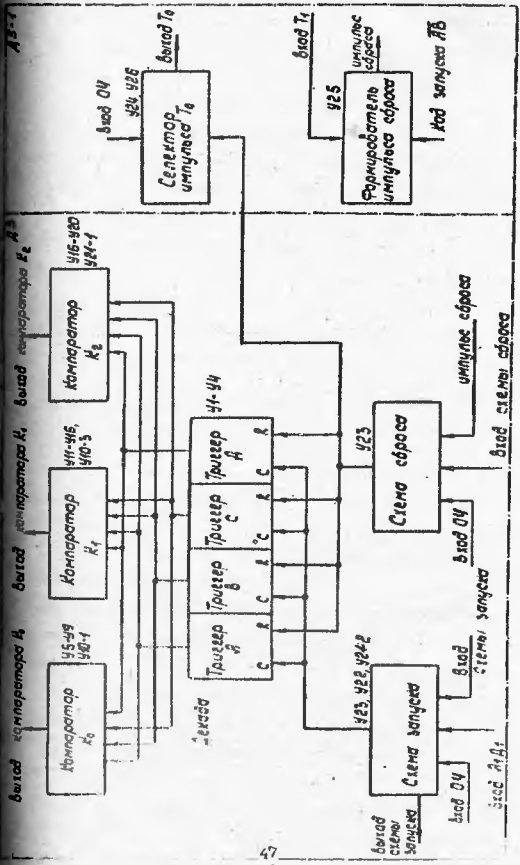


Рис. 18 Структурная схема делителя частоты А5. Д5-1

делителей Д5 (Д5-1) производится по входу "R". Запуск триггеров осуществляется по входу "С" импульсами с выхода схемы совпадений (верхний элемент микросхемы У23). На входы схемы совпадений У23 помимо последовательности импульсов О4 подаются два разрешающих сигнала: сигнал А1 Д1 с выхода схемы запуска кассеты Д5-1 и сигнал с выхода схемы запуска предыдущей кассеты Д5. Сигнал А1 Д1 имеет уровень "ЛОГ 1" в интервалах времени, когда декада кассеты Д5-1, (первая декада ДТКД) находится в состоянии "9", а второй разрешающий сигнал имеет уровень "ЛОГ-1" в те интервалы времени, когда в состоянии "9" находятся декады всех предыдущих кассет Д5. Временные диаграммы схемы селектирования импульсов запуска декады приведены на рис. 19.

Микросхемы У21-2 и У22 служат для формирования разрешающего сигнала, поступающего на схему запуска следующей декады. На входы схемы совпадений У22 (верхний элемент) подаются напряжения с выходов "Q" триггеров А и Д декады (микросхемы У1 и У4), а также сигнал с выхода схемы запуска предыдущей декады (контакт "Вход схемы запуска" разъема Ш). Когда эти три сигнала имеют уровень "ЛОГ 1", напряжение на выходе микросхемы У22 (контакт 6) также имеет уровень "ЛОГ 1", что соответствует разрешающему сигналу на контакте "ВЫХОД СХЕМЫ ЗАПУСКА" разъема Ш.

Выходы "Q" и "Q̄" каждого триггера декады (контакты 6 и 8 микросхем У1-У4) соединены с тремя компараторами, построенными идентично. Компаратор К₀ в канале формирования периода Т включает программный переключатель В1 и микросхемы У5-У9 и У10-1. Микросхемы У7 и У8 производят поразрядное сравнение состояний выходов "Q" и "Q̄" четырех триггеров декады с состояниями выходов микросхем У5 и У6, которые соответствуют числу, установленному переключателем В1. Схема совпадений У9 формирует сигнал "ЛОГ 0" при совпадении этих состояний. Этот сигнал инвертируется элементом У10-1 и поступает на контакт "ВЫХОД КОМПАРАТОРА К₀" разъема Ш.

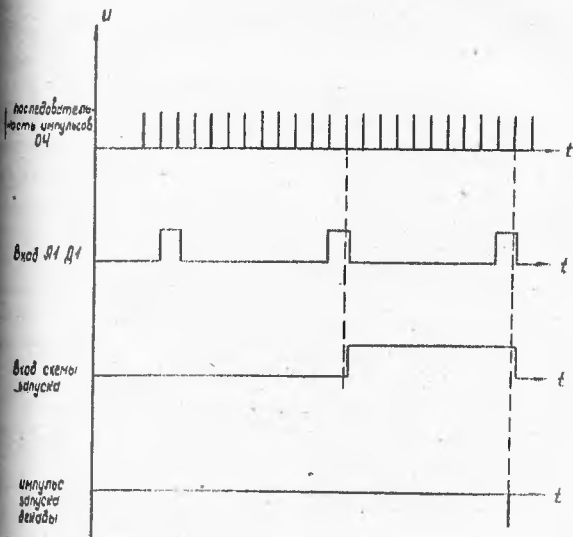


Рис 19 Временные диаграммы схемы
запуска декады

Микросхема У6 управляется либо сигналами с контактов "1", "2", "4", "8" переключателя В1, либо сигналами ДУ с контактов I3Б, I3А, I4Б и I4А разъема Ш. В режиме дистанционного управления переключатель В1 отключается, т.к., на выходе элемента У10-2 создается сигнал "ЛОГ 1".

Компараторы К₁ (переключатель В2 и микросхемы У11-У15 и У10-3) и К₂ (переключатель В3 и микросхемы У16-У20 и У21-1) аналогичны компаратору К₀.

Схема сброса декады содержит две схемы совпадений (два нидека них элемента У23), селектирующих импульс сброса из опорной последовательности импульсов при наличии сигнала "ЛОГ 1" на контакте ЗА разъема Ш ("ВХОД СХЕМЫ СБРОСА"). Этот сигнал формируется на коммутационной плате К4 и является инвертированным сигналом с выхода компаратора К₀ (см. структурную схему ДПКД, рис. 9, а также схему электрическую принципиальную коммутационной платы К4).

При внешнем запуске схема сброса отключается от источника импульсов ОЧ (кассета Д4) и на её вход подается импульс сброса с контакта 4Б разъема Ш.

Делитель частоты Д5-1 представляет собой первую декаду Д5 и кроме перечисленных выше узлов содержит селектор импульса Т₀ и формирователь импульса сброса в режиме внешнего запуска (см. рис. 18). Селектор импульса Т₀ собран на микросхемах У26 и У24 и выделяет из последовательности импульсов ОЧ импульс, следующий за импульсом сброса. Формирователь импульса сброса в режиме внешнего запуска собран на микросхеме У25 и представляет собой одновибратор, который запускается импульсом Т₁ с выхода компаратора К₁ (ДПКД (находящегося на коммутационной плате К4)). При внешнем запуске на входы 9 и 12 микросхемы У25 подается сигнал

"ЛОГ 1", и импульс одновибратора проходит на схему сброса У23, а также на выход кассеты (контакты 4Б и 7А разъема Ш). В этом режиме импульсы ОЧ на входе схемы сброса отсутствуют. При внутреннем запуске прибора на выходах формирователя У25 создается сигнал "ЛОГ 1".

Особенностью кассеты Д5-1 является также то, что выходной сигнал схемы совпадений запуска подается на контакт "ВХОД А1 Д1" разъемов всех кассет Д5 и управляет работой схем запуска всех декад ДЛКД, начиная со второй.

Схема запуска в кассете Д5-1 служит для того, чтобы исключить совместное действие импульсов сброса и запускающего импульса в момент селектирования импульса сброса. На контакт "ВХОД СХЕМЫ ЗАПУСКА" в этой кассете подается напряжение с выхода компаратора Ко_ж (на коммутационной плате К4), соответствующее "ЛОГ 0" во время действия импульса сброса и блокирующее прохождение импульса запуска на запуск декады (см. временные диаграммы рис.10).

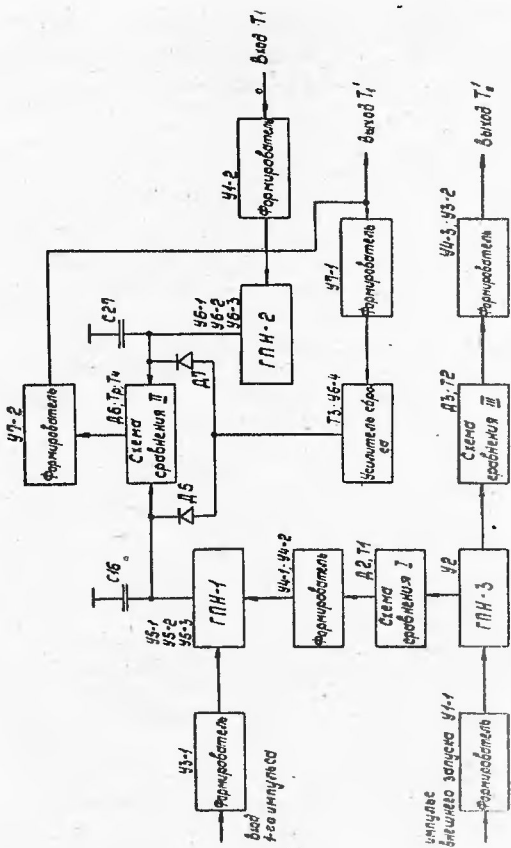
Лелители частоты Д5 и Д5-1 выполнены на микросхемах серии 130 (130ТВ1, 130ЛА1, 130ЛА3 и 130ЛА4). Микросхемы У24-У26 в кассетах Д5 не устанавливаются.

§.1.5. Формирователь Ф9

Формирователь Ф9 (структурная схема - рис.20, электрическая принципиальная схема - в приложении II) является частью устройства фазовой привязки и работает только в режиме внешнего запуска генератора.

Кассета Ф9 включает:

- генератор пилообразного напряжения записи и воспроизведения ГПН-1 и ГПН-2;
- генератор пилообразного напряжения схемы электронной задержки ГПН-3;



- схемы сравнения I, П, Ш;
- усилитель импульса сброса;
- формирователи

Нормализованный импульс внешнего запуска из касоды Ф17 поступает в касоду Ф9 на формирователь (микросхема У1-1), представляющий собой одновибратор на двух элементах "и-не" с вреязадающей цепочкой С4, R1. Расширенный одновибратором импульс длительностью около 200 нс запускает генератор пилообразного напряжения ПН-3 схемы электронной задержки. Эта схема служит для создания задержки импульса внешнего запуска на время 150 нс, а также для задержки импульса, формирующего опорный импульс T_0' в режиме внешнего запуска. ПН-3 собран на трех транзисторах транзисторной матрицы У2 типа 2ТС613А.

Транзисторы У2-1 и У2-3 образуют переключатель тока, в эмиттерной цепи которого включен транзистор У2-2, стабилизирующий ток заряда емкости С10, включенной в коллекторную цепь транзистора У2-1. Ток заряда задается делителем напряжения на резисторах R2+R5, включенных в цепь базы транзистора У2-2. Исходно открытый транзистор У2-1 запирается отрицательным импульсом одновибратора У1-1, при этом отпирается транзистор У2-3, и емкость С10 начинает заряжаться. Когда напряжение на емкости достигает потенциала анода диода Д2, а затем Д3, диоды отпираются и на транзисторах Т1 и Т2 формируются импульсы, задержка которых относительно импульса одновибратора У1-1 пропорциональна потенциалу на делителях из резисторов R17, R18 и R20; R21, R22 соответственно. Импульс с коллектора транзистора Т2, задержанный примерно на 170 нс, через инвертор У4-3 поступает на одновибратор (микросхема У3-2), который формирует импульс длительностью 30-40 нс - опорный импульс T_0'

в режиме внешнего запуска. Задержка его регулируется в некоторых пределах резистором R_{20} .

Импульс от коллектора транзистора T_1 , имеющий задержку около 100 нс, подается на одновибратор $У4-2$, где формируется импульс длительностью 110–120 нс для переключения ГПН-1.

ГПН-1 построен на транзисторах $У5-1$, $У5-2$, $У5-3$ транзисторной матрицы $2TC613A$ и во всем подобен ГПН-3. Запуск ГПН-1 производится 1-ым импульсом серии $О4$, выделенным в делителе частоты $D4$ и сформированным в каскаде $\Phi 9$ одновибратором $У3-1$. При этом транзистор $У5-3$ закрывается, $У5-1$ — открывается, и емкость $C16$ начинает заряжаться. Когда задержанный на 100 нс импульс отрицательной полярности одновибратора $У4-2$ поступает на базу транзистора $У5-1$, ток через транзистор прекращается, и процесс заряда емкости $C16$ заканчивается. Достигнутое к это моменту напряжение на емкости запоминается. Оно пропорционально задержке между первым импульсом опорной последовательности и импульсом формирователя ($У4-2$), т.к. первый импульс селектируется из последовательности импульсов опорной частоты, интервал неопределенности временного положения импульса внешнего запуска относительно первого импульса составляет 50 нс. Такой же интервал неопределенности пилообразного напряжения ГПН-1 относительно импульса формирователя $У4-2$. Задержка этого импульса в схеме электронной задержки выбирается так, чтобы при любой фазе импульса внешнего запуска относительно последовательности $О4$ задержанный импульс был бы смещен не менее чем на 25 и не более чем на 75 нс относительно начала пилообразного напряжения. Т.к. максимальная длительность "пики" примерно

100 нс, запоминание напряжения происходит в пределах наиболее линейного участка "пилы". (см. временные диаграммы на рис.21).

Конденсатор С16 подключен к источнику тока заряда и к цепи разряда через диоды Д4 и Д5, а к схеме сравнения через диод Д6. Т.к. диоды Д4, Д5 и Д6 типа АД110А имеют очень малый обратный ток, заряд на конденсаторе С16 сохраняется в течение длительного времени.

Генератор пилообразного напряжения ПН-2 запускается через формирователь на микросхеме У1-2 импульсом Т1 с выхода ДПКД. ПН-2 выполнен на транзисторах микросхем У6-1, У6-2 и У6-3. Конденсатор С27 заряжается до напряжения, заданного конденсатором С16 в ПН-1. При равенстве напряжений срабатывает схема сравнения на диоде Д6, трансформаторе Тр и транзисторе Т4. Формирователь на микросхеме У7-2 вырабатывает импульс длительностью 30 ± 40 нс, который является задержанным импульсом Т1' в режиме внешнего запуска.

Микросхема У7-1 формирует импульс сброса длительностью примерно 300 нс, который усиливается транзисторами У6-4 и Т3 и через диоды Д5, Д7 и Д1 подается на емкости С10, С16 и С27. Емкости разряжаются и схема возвращается в исходное состояние.

6.1.6. Формирователь Ф8

Формирователь Ф8 предназначен для формирования синхроимпульсов " V_0 " и " V_1 " переключения режима " $\square - \square\square$ ", а также коммутации импульсов T_0 , T_0' , T_1 , T_1' и T_2 в зависимости от вида запуска прибора (внутренний - внешний). Структурная

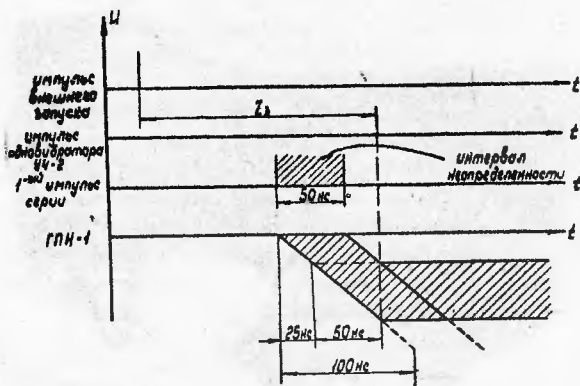


Рис. 21 Временные диаграммы в схеме формирователя Ф9

схема кассеты Ф8 приведена на рис.22, схема электрическая принципиальная - в приложении I2.

Коммутация импульсов T_0 , T_1 , T_2 , формируемых при внутреннем запуске и T_0' и T_1' , формируемых при внешнем запуске, производится с помощью реле P1 и P2. Реле управляются транзисторами матрицы У2 и микросхемой У1-1, которые переключаются сигналом "КОД ЗАПУСКА АВ", поступающим из кассеты Ф17. В режиме внутреннего запуска импульсы T_0 , T_1 и T_2 проходят через контакты реле P1, микросхемы У3-1, У3-3 и нижний элемент микросхемы У3-2 на контакты "ВЫХОД t_0 ", "ВЫХОД t_1 " и "ВЫХОД t_2 " разъема Ш3. В режиме внешнего запуска на те же контакты разъема Ш3 проходят импульсы T_0' и T_1' (второй задержанный импульс при внешнем запуске отсутствует).

Кроме того, импульсы T_0 или T_0' поступают на формирователь синхроимпульса " T_0 ", состоящий из одновибратора на микросхеме У5-2 и усилителя на транзисторе Т4.

Импульс T_1 или T_1' поступает на формирователь синхроимпульса " T_1 " (микросхема У4-2 и транзистор Т1).

В режиме парных импульсов импульсы T_0 (или T_0') и T_1 (или T_1') суммируются на верхнем элементе микросхемы У3-2 и через контакты реле P3 поступают на "ВЫХОД t_1 " кассеты. Реле P3 включены в коллекторную цепь двух транзисторов матрицы У2, управляемых микросхемой У1-2. Переключение микросхемы У1-2 производится либо тумблером В, либо сигналом с контактов дистанционного управления "ДУ(A)" и "ДУ 0" разъема Ш1.

Формирователь на транзисторах Т2 и Т3 служит для получения узкого импульса длительностью 5-10 нс на контакте "ВЫХОД t_1 " разъема Ш1 и включается при разомкнутой перемычке П2.

Подстроечные конденсаторы С1, С3, С4 и С14 служат для точного совмещения фронтов импульсов на выходе прибора при установленных

временных сдвигах $D1$ и $D2$, равных 0.

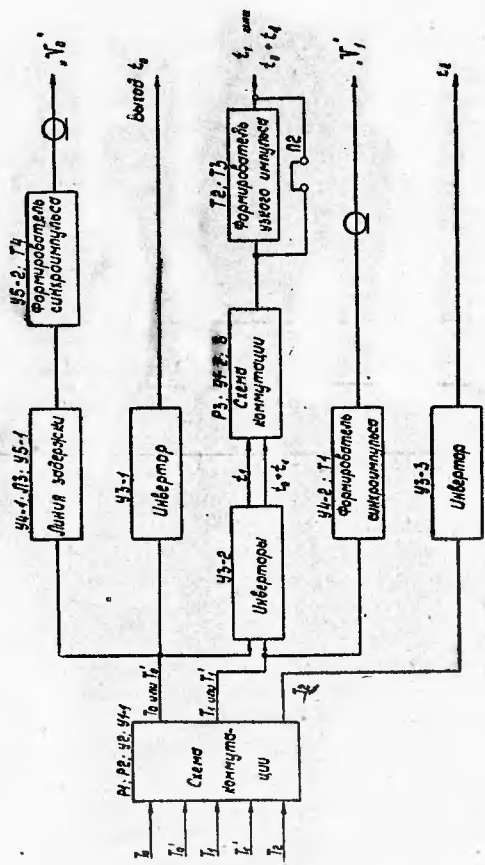


Рис. 22 Структурная схема формирователя Ф8

во
же
де
но
Дл
ны
ма
са
тр
сп
зи
ет
ны
ка
к
т.
на
за
вк
ра
пе
бу

6.1.7. Формирователь длительности, (Ф4, Д1-2)

Формирователь длительности, включающий каскеты Ф4 и Д1-2, позволяет получить два импульса: опорный и задержанный, который может изменять своё положение относительно опорного импульса в пределах 10 нс - 1 с.

В основу схемы формирования положен принцип сравнения опорного напряжения с линейно-нарастающим напряжением на конденсаторе. Для расширения диапазона установки длительности использованы декадные детали с применением микросхем.

Структурная схема формирователя Ф4 приведена на рис.23, схема электрическая принципиальная - в приложении I3.

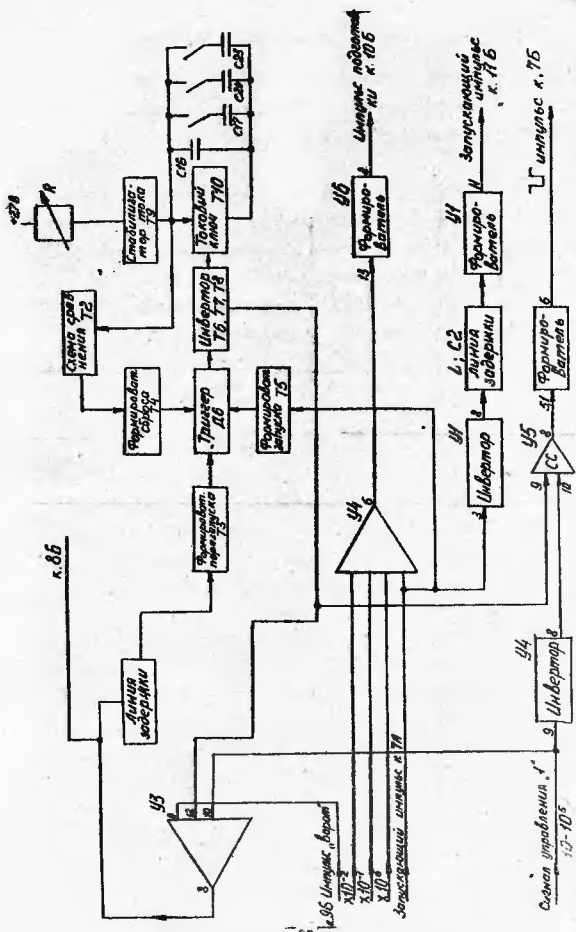
В основу формирования временного сдвига положен заряд конденсатора через токостабилизатор (транзистор Т9) и разряд его через транзистор Т10.

При сравнении опорного напряжения, установленного на схеме сравнения (транзистор Т2), с возрастающим напряжением заряда, транзистор схемы сравнения Т2 открывается, и в его коллекторе появляется отрицательный импульс, который опрокидывает триггер (туннельный диод Д6). Изменение величины емкости конденсатора, а также тока заряда приведет к изменению наклона пилообразного напряжения и к изменению задержки.

В диапазоне задержек до 10 мкс схема работает в "полукольце", т.е. триггер запускается внешним пусковым импульсом (поступающим на к. 7А разъёма), открывается токостабилизатор (транзистор Т9) и заряжается конденсатор (С16, или С17, или С20, или С23).

Экспы напряжений схемы приведены в приложении I3.

При формировании временного сдвига более 10 мкс в работу включаются декадные делители - в этом случае схема формирователя работает в "кольце", т.е. после опрокидывания триггера схема перезаряжается через линию задержки Л3 и транзистор Т3. Процесс будет повторяться до тех пор, пока схема совпадений У3 не закро-



Система управления 0-10 к. 04
 Досада-1
 У20
 Система управления 0-10 к. 04

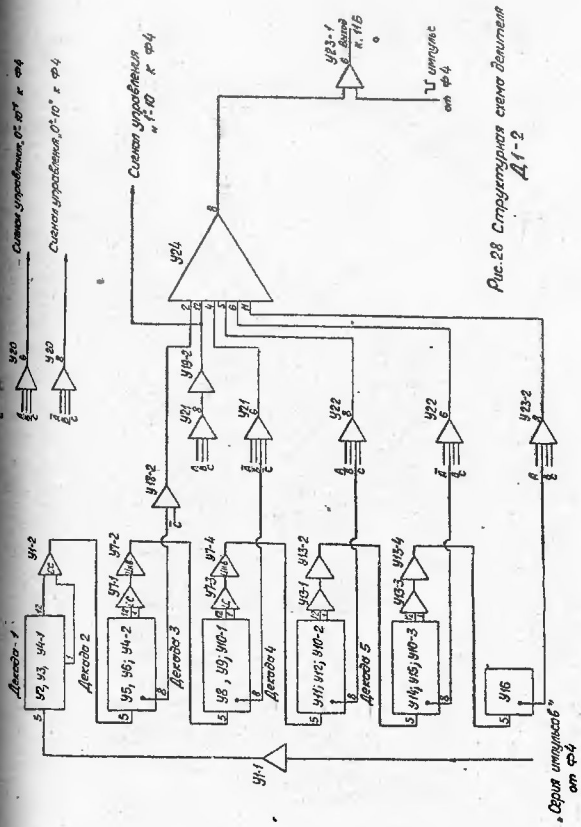


Рис. 28 Структурная схема делителя Д1-2

Сигнал импульсов от Ф4

ется импульсом "ворот", поступающим с делителя. При работе без делителей (на поддиапазонах "XIO⁻²", "XIO⁻¹", "XI") на кассету 64 приходит сигнал управления, имеющий уровень напряжения "ЛОГ 0". Этот потенциал подается на схему совпадений У3 и не пропускает через нее импульс схемы сравнения - "кольцо" разорвано, схема работает в пелукольце и ждет импульса запуска. Одновременно эти сигналы запрета приходят на схему У4 и не пропускают через нее запускающий импульс, из которого формируется импульс подготовки. Таким образом, при формировании временного сдвига до 10 мкс, импульс подготовки отсутствует.

В коллекторе транзистора Т7 образуется прямоугольный импульс, спад которого соответствует установленной величине временного сдвига. С помощью формирователя, выполненного на микросхеме У5, спад преобразуется в короткий (примерно 20 нс) импульс. Этот импульс поступает на к. 7Б разъема под обозначением "Г" импульс.

Для получения временного интервала 10 нс необходимо задержать импульс, относительно которого будет производиться отсчет. С этой целью запускающий импульс с к. 7А разъема проходит через ввено задержки L-C2, формирователь на микросхеме У1 и выходит на к. ПБ разъема.

Структурная схема делителя Д1-2 приведена на рис.28, схема электрическая принципиальная - в приложении I4.

Делитель содержит:

- 5 декад с коэффициентом деления 10;
- логическое устройство для выбора импульса из входной последовательности;
- логическое устройство, вырабатывающее сигнал для управления переключением поддиапазонов.

С выхода кассеты Ф4 сигнал "Серия импульсов" поступает на одновибратор У1-1, формирующий более широкий импульс. Этот импульс используется для запуска первой декады делителя. Основу делителя составляют пять идентичных декад, выполненных по схеме рис.29. Декада содержит две микросхемы типа I34ТВ14 (по 2 триггера в корпусе) и для расширения по входу диодную матрицу I33Д1. Декады включены последовательно. Запуск каждой следующей декады, производится десятим импульсом предыдущей декады, для чего используются схемы совпадений, выделяющие 10-ый импульс последовательности импульсов поступающих на вход декады.

Схема совпадений У24, управляемая программным переключателем поддиапазонов через микросхемы У21, У22, У23-2, У19-2, позволяет установить нужный коэффициент деления делителя, т.е. пропускает на выход сигнал с той или иной декады.

Элементы У20, У21, У19-2 вырабатывают сигнал управления для переключения зарядных емкостей в кассете Ф4 ("ЛОГ 0" на поддиапазонах "х10⁻²", "х10⁻¹", "х 1" и "ЛОГ 1" на остальных поддиапазонах).

На рис. 30 приведены временные диаграммы работы схемы совпадений У24.

На контакт "1" поступает входная последовательность импульсов, расширенная с помощью одновибратора и инвертирования относительно сигнала, поступающего на вход делителя.

Импульс с первого триггера второй декады также инвертирован схемой "И-НЕ" У18-2. Длительность этого импульса равна 9τ , -

τ - интервал между импульсами в серии. Запоздывание этого импульса примерно на 100 нс относительно импульсов на его входе обеспечивает выделение 11-го импульса серии, что соответствует временному сдвигу 10τ . Импульс подготовки (к.3) препятствует попаданию на

I-го импульса входной последовательности.

Структурная схема, поясняющая совместную работу кассет Ф4 Д1-2, приведена на рис.31.

Отрицательный импульс с выхода схемы совпадений У24 кассеты Д1-2 обрывает триггер "ворот" У17. Импульс триггера "ворот" подается в кассету Ф4 на схему совпадений У2 для ограничения количества импульсов во входной последовательности. На схему "ИЛИ" У23 кассеты Д1-2 поступает либо отрицательный импульс с кассеты Ф4, либо отрицательный импульс со схемы У24. В обоих случаях импульс на выходе У23-1 является выходным задержанным импульсом.

Таблица составных триггеров

	T ₂	T ₂	T ₂	T ₂
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1

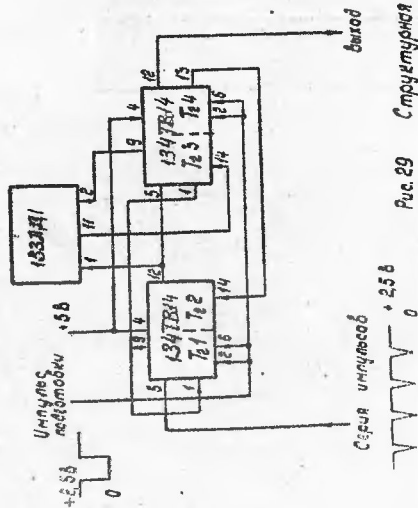


Рис. 29 Структурная схема декады

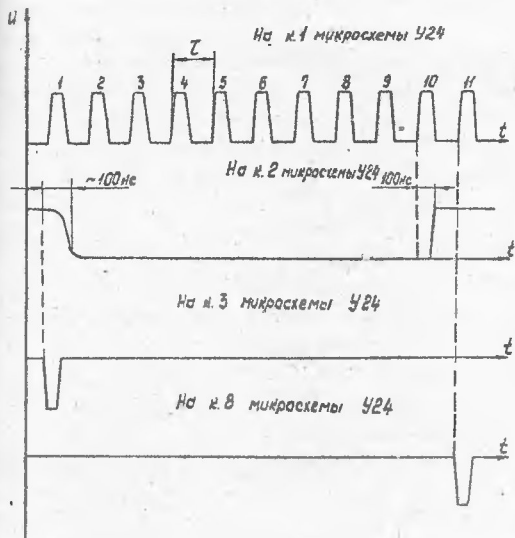


Рис. 30. Временные диаграммы работы схемы совпадения У24 на диапазоне „X10“.

6.2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ФОРМИРОВАТЕЛЯ ФВЗ

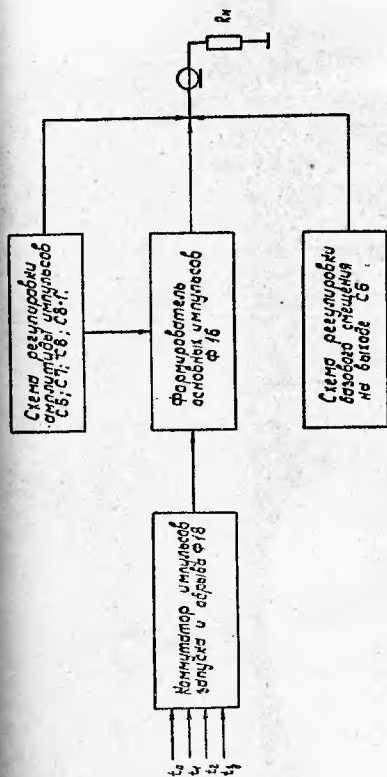
Формирователь параметров основных импульсов ФВЗ определяет диапазон и погрешность регулировки амплитуды основных импульсов, параметры искажений основных импульсов (длительность фронта и среза, выбросы на вершине и в паузе, неравномерность на вершине и в паузе), диапазон и погрешность базового смещения на выходе прибора; здесь же производится выбор режима работы прибора по способу установки длительности импульсов, а также переключение полярности и вида основных импульсов и переключение в режим постоянного тиска.

Структурная схема формирователя, приведенная на рис.32, содержит:

- коммутатор импульсов запуска и обрыва (кассета Ф18);
- формирователь основных импульсов (кассета Ф16);
- схему регулировки амплитуды основных импульсов (стабилизаторы С5, С7, С8 и С8-1);
- схему регулировки базового смещения на выходе (стабилизатор С6).

На рис. 33 представлены временные диаграммы формирователя ФВЗ. На вход формирователя ФВЗ поступает импульсы t_0 (опорный), t_1 , t_2 и t_3 (задержанные). Коммутатор импульсов запуска и обрыва служит для коммутации этих импульсов на входы запуска и обрыва формирователя основных импульсов в зависимости от способа установки длительности основных импульсов (режимы работы "1", "2", "3"), а также в зависимости от вида основных импульсов ("нормальный" - "спрокинутый").

Формирователь основных импульсов Ф16 формирует импульсы по длительности и определяет форму основных импульсов (длительность фронта и среза, неравномерность вершины и в паузе и



Рuc.32 Структурная схема формирователя параметров ФВЗ основных импульсов

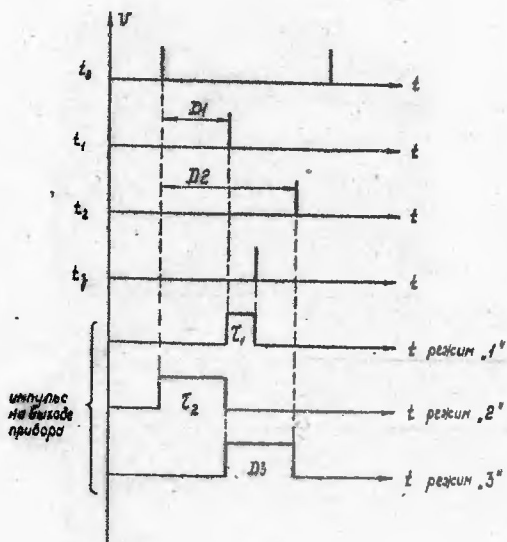


Рис. 33 Временные диаграммы формирователя параметров основных импульсов ФВЗ

выбросы на вершине и в паузе).

Амплитуда основных импульсов на выходе прибора определяется током через сопротивление нагрузки R и регулируется стабилизаторами тока регулировки амплитуды импульсов. Стабилизатор тока базового смещения определяет базовое смещение на выходе прибора.

6.2.1. Формирователь Ф1В

Формирователь Ф1В предназначен для коммутации импульсов t_0, t_1, t_2 и t_3 на входы запуска и обрыва триггера формирователя Ф1Б и переключения реле полярности; дополнительно здесь же происходит формирование короткого импульса, необходимого для запуска формирователя Ф4. Электрическая принципиальная схема кассеты Ф1В приведена в приложении 1Б.

Переключателем В1 выбирается режим работы генератора ("1", "2", "3") по способу установки длительности T выходного импульса, и, в зависимости от этого, из перечисленных выше импульсов выбираются те, которые в данном режиме нужны для переключения выходного каскада.

Переключателем В2 переключается полярность выходных импульсов, вид импульсов ("нормальный" - "опрокинутый") и режим постоянного тока.

Временные диаграммы, иллюстрирующие распределение импульсов на выходах "запуск" и "обрыв" кассеты Ф1В при различных режимах работы генератора, приведены на рис.34.

Коммутация входных импульсов (t_0, t_1, t_2 и t_3) и установка всех режимов осуществляется с помощью реле Р1-Р6, обмотки которых включены в коллекторные цепи транзисторов матриц У5, У7 (2ТС613А).

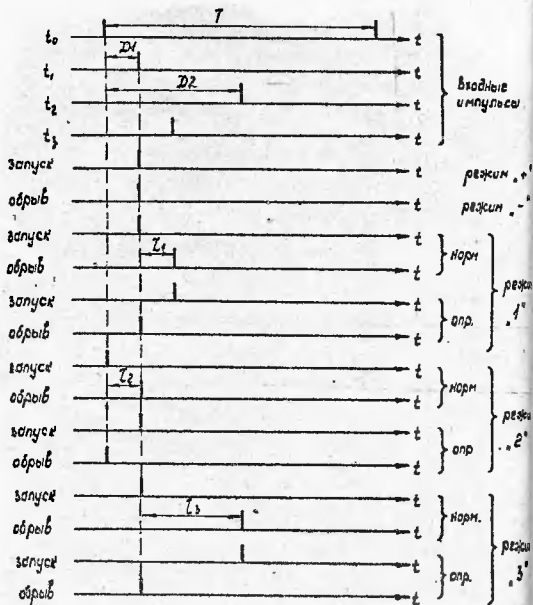


Рис.34 Распределение импульсов на выходах
 „запуск“ и „обрыв“ формирователя Ф1В

Сигналы управления транзисторами У5, У7 формируются микросхемами У1-У4, У6.

Формирователь короткого импульса собран на двух транзисторах Т1 и Т2 типа 2ТЗ16Б и формирует импульс длительностью около 10 нс, необходимый для запуска триггера формирователя Ф4.

Дистанционное управление осуществляется замыканием на корпус контакта 15А разъема Ш (при подключении источника сигналов ДУ). При этом на контакты "0" переключателей В1, В2 с микросхем У3 приходит сигнал "ЛОГ.1" и переключатели отключаются. Остальные контакты дистанционного управления дублируют кодовые шины переключателей В1 и В2.

6.2.2. Формирователь Ф16

Формирователь Ф16 предназначен для формирования выходных импульсов генератора с заданными параметрами искажений и амплитудой. Схема электрическая принципиальная и перечень элементов кассеты даны в приложении 16.

Формирователь совместно со стабилизаторами положительного и отрицательного тока и тока базового смещения на выходе (С6, С7, С8, С8-1) дает возможность получать на внешней нагрузке $R_n=50$ Ом импульсы обеих полярностей, нормальные и опрокинутые амплитудой 1-10 В с возможностью базового смещения на выходе ± 2 В.

Структурная схема формирователя Ф16 приведена на рис.35. Она включает триггер, усилитель тока из трех токовых ключей и выходной каскад. На том же рисунке показано подключение к формирователю стабилизаторов тока С7, С8, С8-1 и С6 для пояснения их совместной работы.

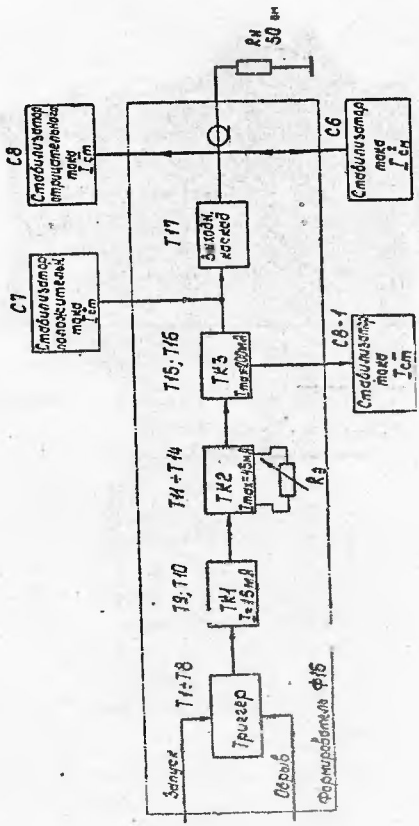


Рис. 35 Структурная схема Ф16

Импульсы запуска и обрыва поступают на триггер (транзисторы Т1-Т8 типа 2ТЗ16Б). Триггер формирует противофазные импульсы длительностью τ , равной интервалу между импульсами запуска и обрыва.

С выхода триггера импульсы поступают на линейку трех токовых ключей (ТК) (транзисторы Т9-Т16). Каждый токовый ключ имеет коэффициент усиления по току $K \approx (2-4)$. Связь между ключами осуществляется с помощью стабилитронов (Д1, Д3, Д5-Д7).

Ток в первом ключе ТК1 (транзисторы Т9, Т10 типа 2ТЗ16Б) равен $I_1 = 15$ мА.

Ток во втором ключе (транзисторы Т11-Т14 - 2ТЗ16Б) изменяется от 10 до 45 мА при регулировке амплитуды выходного сигнала от 1 до 10 В. Это изменение осуществляется с помощью реле Р4-Р5, которые коммутируют резисторы R_{22} , R_{24} , R_{26} , R_{28} , находящиеся в цепи эмиттера второго ключа. Реле управляются переключателями "АМПЛИТУДА V" кассеты С5. Изменение тока во втором ключе позволяет получить минимальные искажения импульса при малых амплитудах выходного сигнала (1-2 В).

Третий ключ (транзисторы Т15, Т16 типа 2Т610А) работает в паре с выходным транзистором Т17 и осуществляет коммутацию выходного тока I_3 стабилизатора С7. Для получения импульсов отрицательной полярности и базового смещения на выходе к выходу подключаются источники отрицательного тока и тока смещения (С8 и С6).

Рассмотрим работу последнего токового ключа ТК3 (транзисторы Т15, Т16) и выходного транзистора Т17 (типа 2Т610А), изображенных на рис.36.

Питание ключа Т15, Т16 осуществляется от изолированного источника ± 35 В. Положительный полюс этого источника

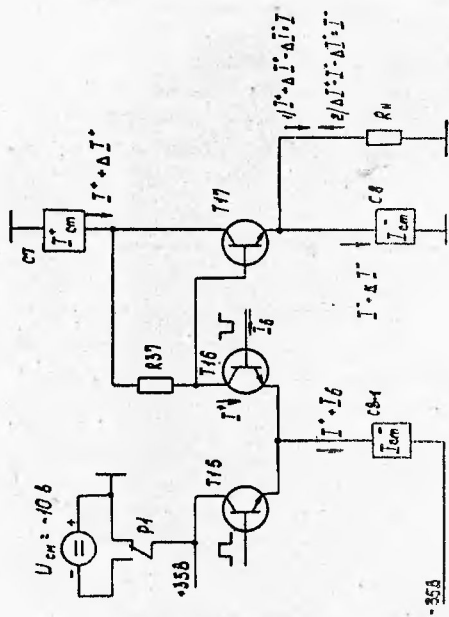


Рис. 36 Выходной каскад генератора

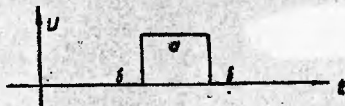
коммутируется с помощью реле Р1 либо на корпус, если выходные импульсы положительной полярности, либо на источник -10 В (стабилизатор Д4), если импульсы отрицательной полярности.

Необходимость включения источника -10 В в цепь коллектора транзистора Т15 связана с тем, что в режиме отрицательных выходных импульсов эмиттер выходного транзистора Т17 имеет потенциал до -10 В, и в то же время транзистор Т17 должен быть закрыт, т.е. коллектор транзистора Т16, соединенный с базой транзистора Т17, также должен иметь потенциал $U_k = -10$ В в открытом состоянии. В противном случае закрыть выходной транзистор Т17 невозможно.

Следует отметить, что выходной транзистор Т17 закрывается условно, т.е. через него всегда течет ток ΔI^+ . Отсутствие тока через нагрузку R_n в паузе достигается тем, что в режиме положительных выходных импульсов источник отрицательного тока отключен не полностью, и через нагрузку постоянно течет ток ΔI^- . Добавка ΔI^+ положительного источника компенсирует добавку ΔI^- отрицательного источника. Таким образом, пауза — это электрическая нейтраль, погрешность установки которой может быть $\pm 1\%$. Введение симметрической нейтрали связано с тем, что все три источника тока С7, С8, С8-1 работают синхронно и друг на друга, особенно С7 и С8-1, и равенство токов привело бы к большим скачкам напряжения между связанными стабилизаторами. При этом транзистор Т16 может оказаться в насыщении, и форма основных импульсов исказится.

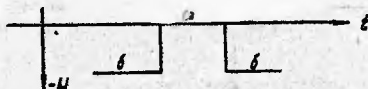
Таким образом, ключ Т15, Т16 коммутирует только часть тока (I^+) источника С7 и, следовательно, импульсное напряжение на выходе нагруженного генератора ($R_n = 50$ Ом) можно определить путем алгебраического сложения токов I^+ , I^- , ΔI^+ , ΔI^- . Суммирование токов для получения импульсов положительной и отрицательной полярности показано на рис.37.

Импульс положительной полярности



- а) Т16 закрыт
Т17 открыт } $I_{\text{выл}} = I^+ \Delta I^+ - \Delta I^- = I^+$ — вершина
- б) Т16 открыт
Т17 закрыт } $I_{\text{выл}} = \Delta I^+ - \Delta I^- = 0$ — пауза

Импульс отрицательной полярности



- а) Т16 закрыт
Т17 открыт } $I_{\text{выл}} = I^+ \Delta I^+ - I^- - \Delta I^- = 0$ — пауза
- б) Т16 открыт
Т17 закрыт } $I_{\text{выл}} = \Delta I^+ - I^- - \Delta I^- = I^-$ — вершина

Рис 37 Суммирование токов при формировании нормального импульса положительной и отрицательной полярности

Источник тока I_{CT}^- (стабилизатор С8-1) служит для стабилизации температурного режима транзистора Т16 и предотвращения искажения формы основных импульсов, вызванного насыщением транзистора при повышении температуры. Через стабилизатор протекает также ток базы I_B транзистора Т16, поэтому стабилизатор должен быть рассчитан на сумму токов $I^+ + I_B$.

Ток базового смещения (на рис.36 не показан) также суммируется на нагрузке R_N с токами стабилизаторов С7 и С8, создавая результирующую составляющую тока, которая смещает уровень сигнала вверх или вниз на величину до ± 2 В.

На случай отключения нагрузки R_N во время работы для предотвращения выхода из строя транзисторов Т15, Т16 из-за пробоя коллектора предусмотрена защита (Д8 - Д10 R44). При повышении напряжения в цепи коллектора Т16 больше, чем на 18 В относительно корпуса открываются диоды Д9, Д10 и ограничивают уровень напряжения стабилизации стабилитрона Д8 ($U_{ст} = 18$ В).

6.2.3. Схема регулировки амплитуды основных импульсов (стабилизаторы С5, С7, С8 и С8-1)

Схема регулировки амплитуды основных импульсов включает три каскет (С5, С7, С8 и С8-1). На структурной схеме рис.35 показано соединение этих каскет с формирователем Ф16 и сопротивлением нагрузки $R_N = 50$ Ом.

На каскете С7 расположен стабилизированный калиброванный источник постоянного тока положительной полярности (I_{CT}^+) пределами регулировки тока от 28 до 227,8 мА, создающий на сопротивлении нагрузки 50 Ом калиброванное регулируемое напряжение от 1 до 10,99 В с дискретностью 1; 0,1 и 0,01 В.

На кассетах С8 и С8-1 расположены стабилизированные кали-
ванные источники постоянного тока отрицательной полярности
с пределами регулировки тока от 28 до 227,8 мА в кассете С8
20 до 219,8 мА в кассете С8-1, создающие на сопротивлении
нагрузки 50 Ом калиброванное регулируемое напряжение от 1 до
10,99 В с дискретностью 1, 0,1 и 0,01 В.
Синхронная регулировка тока всех трех стабилизаторов произво-
дится тремя программными переключателями кассеты С5.

Схемы всех стабилизаторов идентичны и выполнены по схе-
ме компенсационного стабилизатора тока с последовательным регули-
рующим элементом.

Регулировка тока осуществляется изменением сопротивления
измерительных /эталонных/ резисторов, включенных последователь-
но с регулирующим элементом и сопротивлением нагрузки, вследствие
чего схема сравнения стабилизаторов работает при постоянном
опорном напряжении и одинаковом напряжении /8 В/, снимаемом с
измерительного сопротивления, во всем диапазоне токов нагрузки.

Измерительные сопротивления выполнены по схеме параллель-
ного типа и имеют три разряда. Разряды состоят из четырех резисторов
сопротивления которых пропорциональны весам двоично-десятичного
кода /1,2,4,8/. Коммутация разрядных резисторов производится
посредством реле, управление которыми производится программными
переключателями и усилительными каскадами, расположенными на
кассете С5.

Источники опорного напряжения всех стабилизаторов идентичны
представляют собой параметрические стабилизаторы напряжения на
стабилитронах Д818Д, параллельно которым включены регулируемые
делители напряжения, состоящие из одного постоянного и двух
переменных резисторов, обеспечивающих грубую и плавную калибровку
тока.

Питание параметрических стабилизаторов источников тока положительной полярности производится от предварительного стабилизатора напряжения +30 В, расположенного на кассете С7, отрицательной полярности — от предварительного стабилизатора напряжения -35 В, расположенного на кассете С8. От этих же предварительных стабилизаторов производится питание основной цепи стабилизаторов тока на кассетах С7, С8, С8-1, а также часы С6.

Усилители обратной связи двухкаскадные, идентичные для всех стабилизаторов тока и отличаются только видом проводимости используемых транзисторов в зависимости от полярности источника.

Первый каскад выполнен по дифференциальной схеме, на один вход которой подается напряжение с регулируемого делителя опорного напряжения, на второй — напряжение, снимаемое с измерительного сопротивления. Второй каскад выполнен по схеме с общим эмиттером. Питание усилителей производится от идентичных параметрических стабилизаторов напряжения, выполненных на трех последовательно соединенных стабилитронах 2С168А.

Питание параметрических стабилизаторов производится от предварительных стабилизаторов напряжением +30 В или -35 В в зависимости от полярности источников.

Регулирующие элементы стабилизаторов выполнены по схеме трехкаскадного составного транзистора.

В первом каскаде составного транзистора источника положительной полярности использован транзистор с противоположным видом проводимости /схема с дополнительной симметрией/.

Предварительные стабилизаторы напряжения выполнены по схеме каскадного стабилизатора напряжения с последовательным

регулирующим элементом - трехкаскадным составным транзистором. В первом каскаде составного транзистора каскет С8 и С8-1 использован транзистор с противоположным видом проводимости.

Усилитель обратной связи одноканальный, выполнен по дифференциальной схеме. Коллекторная нагрузка одного плеча усилителя выполнена в виде схемы стабилизатора тока. Питание стабилизатора производится от выпрямителей, выполненных по мостовой схеме. Первичные обмотки трансформаторов питаются от напряжения амплитудой $27 \text{ В} \pm 1\%$ прямоугольной формы частоты 5 кГц.

Принципиальные электрические схемы каскет С5, С7, С8 и С8-1 приведены в приложениях 17, 18, 19.

На каскете С7 регулирующий элемент предварительного стабилизатора выполнен на транзисторах Т2, Т3, Т4, усилитель обратной связи на транзисторах Т5, Т6, коллекторная нагрузка транзистора Т5 - на транзисторе Т1.

Источником опорного напряжения является стабилитрон Д6. Регулирующий элемент стабилизатора тока выполнен на транзисторах Т10, Т11, Т12, первый каскад усилителя обратной связи выполнен на транзисторах Т7, Т8, второй на транзисторе Т9. Источником опорного напряжения является стабилитрон Д10.

Параметрический стабилизатор для питания усилителя обратной связи выполнен на стабилитронах Д7, Д8, Д9. Измерительные резисторы R_{55} , R_{56} включены постоянно и обеспечивают ток 20 мА, резистор R_{59} также включен постоянно и обеспечивает ток 8 мА. Включение разрядных измерительных резисторов посредством реле увеличивает ток в нагрузке. Реле Р1 и Р2 увеличивают ток нагрузки на И6: Р3 - на 80 мА, Р4 - на 40 мА, Р5 - на 20 мА, Р6 - на 16 мА, Р7 - на 8 мА, Р8 - на 4 мА, Р9 - на 2 мА, Р10 - на 1,6 мА, Р11 - на 0,8 мА, Р12 - на 0,4 мА, Р13 - на 0,2 мА.

Резисторы, выведенные на контакты, обозначенные одинаковыми буквами, предназначены для подгонки основных измерительных сопротивлений в процессе регулировки кассеты.

Резистор $R 32$ служит для грубой, а $R 31$ для плавной установки тока при настройке кассеты и регламентных работах.

На кассетах С8 и С8-1 порядковая нумерация и назначение полупроводниковых приборов и реле $PI \dots PI3$ идентичны с кассетой С7.

Резисторы $R 25$ и $R 26$ служат для грубой и плавной установки тока соответственно. Резисторы $R 50$ и $R 51$ включены постоянно и обеспечивают ток 20 мА.

Кассеты С8 и С8-1 выполнены по одной схеме и отличаются только порядком установки переключек П1 и П2. На кассете С8 переключка П2 подключает измерительное сопротивление $R 55$, что увеличивает ток при отключенных реле $PI \dots PI3$ с 20 до 28 мА, а отсутствие переключки П1 обеспечивает включение и отключение выходного тока посредством реле $PI4$. На кассете С8-1 переключка П2 отсутствует. Ток при отключенных реле $PI \dots PI3$ составляет 20 мА, а переключка П1 закорачивает контактную группу реле $PI4$.

На кассете С5 расположены программные переключатели В1, В2, В3, посредством которых производится синхронная регулировка тока кассет С7, С8, С8-1. С каждого программного переключателя кодовые сигналы подаются на четыре транзисторных усилительных каскада, в коллекторные цепи которых включены обмотки реле, расположенных на кассетах С7, С8, С8-1.

Усилительные каскады выполнены на транзисторных матрицах У1, У2, У3, соответственно связанных с переключателями В1, В2, В3. На штепсельный разъем Ш введены цепи для дистанционного управления током.

Реле Р служит для отключения напряжения +5, подводимого к программным переключателям, при переходе с ручного управления током на дистанционное.

6.2.4. Стабилизатор С6

Кассета С6 служит для создания стабилизированного тока базового смещения на выходе. На ней размещены стабилизированные калиброванные источники постоянного тока положительной ($I_{см}^+$) и отрицательной ($I_{см}^-$) полярности с пределами регулировки тока от 0 до 40 мА, создающие на сопротивлении нагрузки 50 Ом калиброванное регулируемое напряжение от 0 до 2 В с дискретностью I и 0,1 В. По принципу построения эти источники не отличаются от источников тока С7, С8 и С8-1.

Питание стабилизаторов тока $I_{см}^+$ и $I_{см}^-$ производится от предварительных стабилизаторов напряжения +30 В и -35 В, расположенных в кассетах С7 и С8 соответственно. Источники $I_{см}^+$ и $I_{см}^-$ работают только поочередно и имеют общее измерительное сопротивление, которое переключается с одного источника на другой программным переключателем. Элементы коммутации измерительных резисторов расположены непосредственно на кассете С6.

Электрическая принципиальная схема стабилизатора С6 приведена в приложении 20.

Регулирующий элемент положительного источника выполнен на транзисторах Т7, Т9, Т11, а отрицательного - на транзисторах Т8, Т10, Т12. Первый каскад усилителя обратной связи положительного источника выполнен на транзисторах Т1, Т3, отрицательного - на транзисторах Т2, Т4, второй - на транзисторах Т5 и Т6 соответственно. Источники опорного напряжения выполнены на стабилитронах Д7 и Д8.

Параметрические стабилизаторы для питания усилителей обратной связи выполнены на стабилитронах Д1, Д2, Д3 и Д4, Д5, Д6.

Резисторы R_7, R_6 и R_8, R_9 служат для грубой и плавной установки тока источников.

Измерительное сопротивление на оба источника переключается программным переключателем В1 посредством реле Р3, Р4. Переключателем В1 производится переключение выхода с одного источника к другой посредством реле Р5 и отключение выхода /нулевой ток /разного смещения/ посредством реле Р1. Измерительное сопротивление выполнено по аналогии с кассетами С7 и С8. Регулировка тока производится двумя программными переключателями В2 и В3 посредством реле. Измерительный резистор R_{27} включен постоянно и обеспечивает ток 2 мА. Реле Р2 увеличивает ток в нагрузке на 20, Р6 на 16, Р7 на 8, Р8 на 4, Р9 на 2 мА. Реле включены через измерительные каскады, выполненные на транзисторных матрицах П1, П2. На штепсельный разъем Ш выведены цепи для дистанционного управления током и полярностью.

6.3. Блок питания.

Блок питания обеспечивает прибор стабилизированными напряжениями постоянного тока. Схема принципиальная электрическая приведена в приложении 23. Питание блока осуществляется от сети переменного тока 220 В частотой 50 или 400 Гц.

Перечень выходных стабилизированных напряжений приведены в таблице.

№№	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Коэфф. пульсаций, мВ	Примечание
1	+ 5	3,2	3	устанавл. $+5,5 \pm 0,05$ В
2	+ 20	0,2	5	устанавл. $+20 \pm 0,2$ В Изолирован от корпуса
3	+ 30	0,41	5	Устанавл. $+30 \pm 0,1$ В
4	- 12,6	0,42	5	Устанавл. $-12,6 \pm 0,06$ В
5	- 30	0,22	5	Устанавл. $-30 \pm 0,1$ В
6	- 70	0,09	5	Устанавл. $-70 \pm 0,5$ В
7	± 30	0,45	5	Изолирован от корпуса
8	+ 27	0,61		Не стабилизирован

Все источники выполнены по схеме компенсационного стабилизатора напряжения. В качестве усилителей обратной связи применены операционные усилители 140 УД1. Схемы построены таким образом, что в источниках, имеющих гальваническую связь с корпусом, коллекторы регулирующих транзисторов установлены без изоляционных прокладок на общую теплоотводящую панель, которая в составе генератора образует заднюю стенку прибора.

Блок питания состоит из силового трансформатора и четырех

плат стабилизаторов размером 90x100 мм. Соединение плат производится жгутом.

Соединение блока питания со схемой генератора производится через коммутационную плату ПК-2.

7. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

7.1. На лицевой панели прибора нанесено наименование прибора "Генератор импульсов Г5-60". На задней стенке крепится шильдик, на который нанесен заводской порядковый номер прибора и год изготовления.

7.2. Заводом-изготовителем осуществляется пломбирование корпуса генератора. Пломбы располагаются на боковых стенках прибора.

7.3. Снятие пломб производится поверочной организацией; она же после соответствующего ремонта и поверки вновь пломбирует прибор.

8. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

8.1. При вводе генератора в эксплуатацию проверьте комплектность генератора, произведите внешний осмотр с целью определения наличия механических повреждений.

8.2. При вводе в эксплуатацию генератора, бывшего на консервации, произведите расконсервацию и проверку работоспособности.

Порядок проведения расконсервации прибора:

- снимите пломбы с упаковочного ящика;
- откройте ящик и извлеките укладочный ящик с прибором и ЗИПом;
- откройте укладочный ящик, выньте из него прибор и техническую документацию.

Проверка работоспособности генератора производится с помощью осциллографа С1-65, который подключается по схеме рис. 41. На экране осциллографа должны наблюдаться импульсы переключаемой частотности, регулируемые по длительности, амплитуде, периоду повторения, временному сдвигу относительно синхроимпульса " $\sqrt{0}$ " .

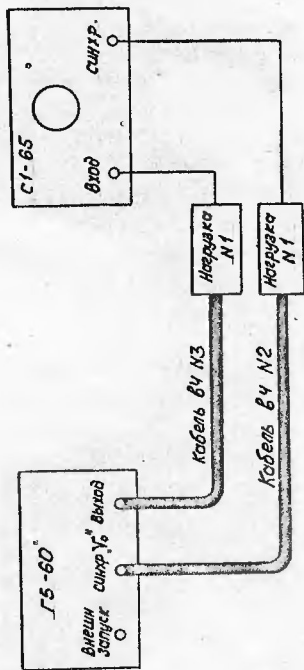



Рис. 41 Схема соединения приборов при работе с осциллографом С1-65

9. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

При подготовке прибора к работе и при его работе необходимо соблюдение установленных правил техники безопасности, так как в приборе имеются напряжения 220 В частоты 50 или 400 Гц, 27 В частоты 5000 Гц и постоянные напряжения + 20 В, + 27 В, -30 В, + 30 В, -30 В. Специальной блокировки в приборе не предусмотрено, поэтому при снятии обшивки выключите вилку шнура питания из сети переменного тока.

10. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Распакуйте прибор и осмотрите его для обнаружения внешних повреждений.

Соедините клемму "  " генератора с соответствующими клеммами измерительных приборов.

Соедините выход генератора со входом измерительного прибора кабелем № 3, имеющимся в комплекте генератора.

Включите вилку соответствующего сетевого шнура в сеть переменного тока напряжением 220 В.

Убедитесь в том, что сетевой шнур выбран правильно. Маркировка на кабеле должна соответствовать напряжению питающей сети.

Включите тумблер "СЕТЬ", при этом должен засветиться индикатор.

Подключите кабели и нагрузки к соответствующим разъемам генератора, как показано на рис. 4Г.

II. ПОРЯДОК РАБОТЫ

II.1. Расположение органов управления

В генераторе Г5-60 имеются следующие органы управления:

- тумблер "СЕТЬ" включения напряжения питания и световой индикатор включения сети;
- переключатель на четыре положения для выбора вида запуска прибора, обеспечивающий следующие виды запуска:
 - в положении " Λ " - внешний запуск импульсами положительной полярности или синусоидальным напряжением;
 - в положении " ∇ " - внешний запуск импульсами отрицательной полярности или синусоидальным напряжением;
 - в положении " Ψ " - разовый механический пуск;
 - в положении " \boxplus " - внутренний запуск;
- кнопка разового механического пуска (" Ψ ");
- высокочастотный разъем для подключения источника напряжения внешнего запуска " \ominus ";
- шесть переключателей "ПЕРИОД $T \mu s$ " для установки периода повторения импульсов;
- шесть переключателей "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D1 \mu s$ " для установки временного сдвига $D1$;
- шесть переключателей "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D2 \mu s$ " для установки временного сдвига $D2$;
- переключатель множителя временных интервалов "X (0,1; 1; 10)";
- тумблер " $\Lambda - \Lambda\Lambda$ " позволяющий выбрать режим парных или одинарных импульсов;

многочастотные разъемы для выхода синхроимпульсов " γ " " γ " ;

группа органов управления, объединенных названием "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ M ", для установки длительности импульсов в режиме "1", куда входят:

переключатель на 10 положений от 1 до 10 через 1;

переключатель на 10 положений от 0 до 0,9 через 0,1;

кнопка "  " ;

переключатель на 7 положений с гравировкой "10⁻²", "10⁻¹", "1", "10", "10²", "10³", "10⁴", "10⁵";

переключатель полярности и вида основных импульсов генератора, обеспечивающий на выходе следующие напряжения:

в положении " Π " - нормальный импульс положительной полярности;

в положении " $\bar{\Pi}$ " - опрокинутый импульс отрицательной полярности;

в положении " $\bar{\Pi}$ " - опрокинутый импульс положительной полярности;

в положении " $\bar{\Pi}$ " - нормальный импульс отрицательной полярности;

в положениях "+" и "-" - постоянное напряжение положительной и отрицательной полярности соответственно;

переключатель режима работы прибора в зависимости от способа установки длительности выходных импульсов /режим "1", "2" "3"/;

группа переключателей, объединенных под названием "АМПЛИТУДА V " для регулировки амплитуды основных импульсов:

"Х1" - с дискретностью регулировки 1 В;

"Х2", "1" - с дискретностью 0,1 В;

"Х3", "01" - с дискретностью 0,01 В;

- высокочастотный разъем основного выхода генератора;
- три переключателя, объединенных под названием "БАЗ.СМЕЩЕНИЕ":
 переключатель полярности смещения базовой линии ("0", "+", "-")
 переключатель напряжения смещения "хI" через I В
 переключатель напряжения смещения "х0,I" - через 0, I В.

II.2. Проведение измерений

Через 15 минут после включения прибор работоспособен; погрешности периода повторения, временного сдвига, длительности и амплитуды импульсов, оговоренные в технических характеристиках, обеспечиваются через 30 минут самопрогрева в нормальных условиях.

При работе в режиме внутреннего запуска установить переключатель выбора вида запуска с гравировкой "U, Л, Ψ, □" в положение "□". Шестью переключателями "ПЕРИОД T μs" и переключателем множителей с гравировкой "х(0,I, I, IO)" установите нужный период повторения импульсов. Отсчет периода производится путем прибавления I к числу, установленному переключателями "ПЕРИОД T μs" и умножения суммы на множитель, установленный переключателем "х(0,I;I;IO)" (рис. 42).

Выберите режим работы прибора по способу установки длительности выходного импульса ("1", "2", или "3", для чего переключатель режима работы с гравировкой "1", "2", "3" установите в соответствующее положение.

Длительность основных импульсов в режиме "1" устанавливается тремя переключателями "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ μs". Отсчет установленного значения производится путем суммирования отсчетов переключателей (1) и (2) и умножением полученной суммы на отсчет по переключателю (3) (рис. 43).

Потенциометр "E" должен при этом находиться в положении упора против часовой стрелки.

Временной сдвиг основного импульса относительно синхрои́мпульса " τ_0 " устанавливается шестью переключателями "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu S$ " (рис. 42). Для отсчета временного сдвига число, описанное этими переключателями, должно быть умножено на множитель, установленный переключателем "x(0, I; IO)".

В режиме "1" тумблером " $\mathcal{L} - \mathcal{L}\mathcal{L}$ " генератор может быть переведен в режим парных импульсов. При этом переключатели "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu S$ " указывают временной сдвиг между импульсами пары.

Длительность импульса в режиме "2" устанавливается как временной сдвиг D_1 в режиме "1" (шестью переключателями "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu S$ " и переключателем множителей "x(0, I; IO)".

Отсчет длительности импульса в режиме "3" производится считыванием показаний переключателей "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu S$ " и показаний переключателей "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_2 \mu S$ " с последующим умножением полученной разности на соответствующий множитель 0, I; I или IO. При этом должны выполняться условия:

$$D_2 > D_1 \text{ и } T > D_1 + D_2.$$

Временной сдвиг основного импульса относительно синхрои́мпульса " τ_0 " в режиме "3" отсчитывается по переключателям "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu S$ " и "x(0, I; IO)" т.е. также, как и в режиме "1".

Внимание! При работе в режимах "2" и "3" тумблер " $\mathcal{L} - \mathcal{L}\mathcal{L}$ " должен находиться в положении " \mathcal{L} ", т.е. на входе генератора импульсы могут быть только одинарными.

При работе с прибором следует учитывать, что положением переключателя множителей "x(0, I; I; IO)" определяется как дискретность, так и пределы регулировки всех прецизионных временных интервалов - периода повторения T , временного сдвига D_1 и длительности импульса τ_2 и τ_3 в режимах "2" и "3". Возможные пределы регулировки

Установленные параметры:

Период повторения $T = 59743,2 \text{ мкс}$.
 Временной сдвиг (режим "1") или длительность (режим "2") $D_1 = T_2 = 18700 \text{ мкс}$.
 Длительность (режим "3") $T_3 = D_2 \cdot D_1 + 1082,7 \text{ мкс}$

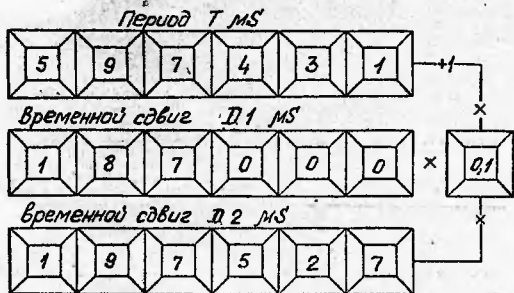
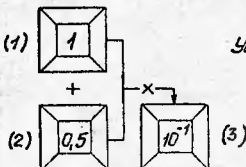


Рис. 42. Отсчет периода повторения T и временных сдвигов D_1 и D_2 .

Длительность мкс



Установленная длительность импульса
 $T = 0,15 \text{ мкс}$

Рис. 43. Отсчет длительности импульса в режиме "1"

и дискретность установки параметров показаны в табл.2.

Таблица 2

Установка переключателя "X(0, I; I; IO)"	Дискретность, мкс	Пределы регулировки, мкс		
		T, мкс	D1	τ_2, τ_3
0, I	0, I	$0, I - 10^5$	0 - 99 999,9	
I	I	$I - 10^6$	0 - 999 999	
IO	IO	$IO - 10^7$	0 - 9 999 990	

Переключение дискретности и пределов регулировок всех этих интервалов производится одновременно.

Для отсчета амплитуды основных импульсов нужно сложить показания переключателей "АМПЛИТУДА V" с учетом соответствующих коэффициентов (I, 0, I и 0, 0I), написанных против каждого переключателя на передней панели. Для получения амплитуды импульсов менее 1 В к выходу прибора подключается один из внешних аттенуаторов 20, 40 или 60 дБ.

В приборе кроме переключения полярности основных импульсов, осуществляемого изменением направления тока через сопротивление нагрузки, предусмотрено получение импульсов "НОРМАЛЬНЫХ" и "ОПРОКИНУТЫХ". Переключение полярности и вида импульсов производится переключателем с гравировкой $\overline{U}, U, \overline{U}, +, -$, который также позволяет получить режим постоянного тока на выходе генератора. На рис. 44 (а, б, в, г) показаны нормальный и опрокинутый импульсы положительной и отрицательной полярности на выходе генератора. Кроме того, в приборе возможно включение и регулировка в пределах ± 2 В постоянного напряжения на выходе базового смещения, суммирующегося алгебраически с импульсом. Форма напряжения на выходе при включенном базовом смещении U см показана на рис. 44 (д и е).

Включение базового смещения на выходе производится верхним из трех переключателей "БАЗ-СМЕЩЕНИЕ", который устанавливается в положение "+" или "-" в зависимости от нужной полярности смещения. В положении "0" смещение выключено.

Величина смещения регулируется двумя нижними переключателями; отсчет производится как сумма показаний переключателей, умноженных предварительно на коэффициент, написанный против каждого из переключателей на передней панели.

При внешнем запуске прибора напряжение внешнего запуска должно быть подано на вход "⊖" прибора согласованным кабелем. Сопротивление входа 50 Ом. Максимальная амплитуда на входе 20 В. Переключатель вида запуска устанавливается в положение, соответствующее полярности импульса внешнего запуска. В режиме разового пуска переключатель устанавливается в положение "⚡" и предварительным нажатием кнопки "⚡" прибор подготавливается к работе.

Оговоренные техническими условиями погрешности временных параметров импульсов, а также параметры искажений обеспечиваются только при подключении к выходному гнезду прибора согласованной внешней нагрузки 50 Ом. Погрешность установки амплитуды импульсов и базового смещения на выходе гарантируется на нагрузке $50 \pm 0,05$ Ом из комплекта ЗИП (нагрузка № 5).

II.3. Дистанционное управление прибором

В приборе для автоматизированной проверки параметров предусмотрено дистанционное управление (ДУ) в двоично-десятичном коде следующими параметрами и режимами работы:

- выбором вида запуска;
- установкой периода повторения, временного сдвига, длительности импульсов;
- установкой амплитуды импульсов и базового смещения на выходе;
- выбором полярности и вида импульсов, а также переключением в режим постоянного тока;
- выбором режима "1", "2", "3";

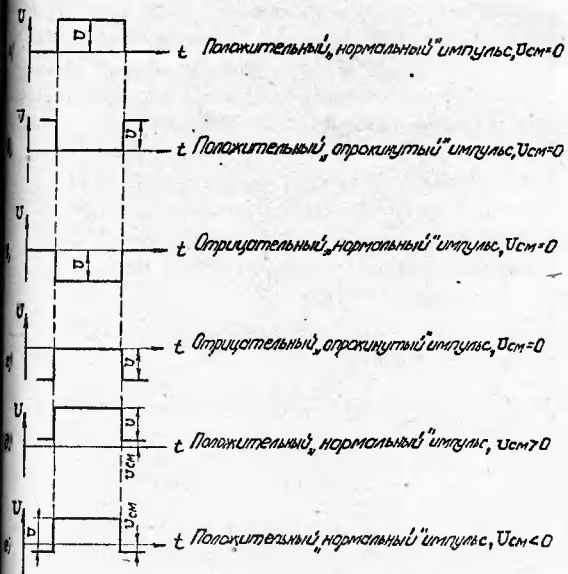


Рис 44. Возможные режимы основного выхода прибора

- выбором режима " Л - ЛЛ "

Дистанционное управление осуществляется напряжениями, поступающими в генератор через три разъема дистанционного управления " I ", " II " и " III ", расположенные на задней стенке прибора. Для переключения прибора на ДУ достаточно замкнуть цепи ДУ, соединив эти разъемы с источником напряжений дистанционного управления. При разомкнутых цепях ДУ прибор работает в режиме ручного управления. Параметры сигналов ДУ приведены в приложении 24.

Режим дистанционного управления может быть использован для проверки параметров генератора в процессе его настройки, поверки и приемки ОТК, а также при необходимости в любых системах, где требуется дистанционное управление.

12. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей и методы их устранения приведены в табл.3.

Таблица 3

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
1. При включении тумблера "СЕТЬ" не загорается индикатор	Неисправность тумблера. Неисправность вставки плавкой в цепи 220 В, 50 Гц, 220 В, 400 Гц	Проверить омметром исправность тумблера и вставки плавкой. Сменить неисправный элемент.
2. Отсутствуют синхросимпульсы и основной импульс при любом виде запуска	Неисправность блока питания	Проверить выходное напряжение

Продолжение таблицы 3

Наименование неисправности, ее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения
Отсутствуют синхроимпульсы " V_6 " и " V_7 " в режиме внутреннего запуска	Неисправность в тракте ДПКД /кассеты Д5-1 или Д5/	Сменить неисправный элемент на кассетах Д5-1 или Д5
Отсутствует основной импульс и синхроимпульсы " V_6 " и " V_7 " в режиме внешнего запуска (в режиме внутреннего запуска импульсы имеются)	Неисправность формирователя Ф18	Проверить работу формирователя Ф18, сменить неисправный элемент.
Отсутствует синхроимпульс " V_7 " в режиме внешнего запуска /при внутреннем запуске импульс есть/	Неисправность в кассете Ф9	Сменить неисправный элемент в кассете Ф9
Отсутствует импульс на выходе генератора /синхроимпульсы " V_6 " и " V_7 " имеются/	Неисправность кассеты Ф16	Заменить неисправный элемент кассеты Ф16
Отсутствует импульс на выходе генератора, но имеется регулируемое напряжение, равное установленной амплитуде /положительное или отрицательное/ Синхроимпульсы имеются	Неисправность формирователя Ф18 /отсутствует импульс запуска или обрыва на входе кассеты/	Заменить неисправный элемент
На выходе генератора отсутствуют импульсы и постоянное напряжение	Неисправность плат С7, С8 или С8-1	Заменить неисправный элемент
На регулируется амплитуда основного импульса отрицательной полярности	Неисправность стабилизатора С8	Заменить неисправный элемент стабилизатора С8

Продолжение таблицы 3

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
Ю. Нарушена регулировка амплитуды основных импульсов при положительной и отрицательной полярности	Неисправность стабилизатора С5	Заменить неисправный элемент
II. Не регулируется базовое смещение на выходе	Неисправность стабилизатора С6	Заменить неисправный элемент

Примечания: I. При ремонте прибора использовать таблицу напряжений на выводах транзисторов, приведенные в приложении 2.

2. Проверка кассет при необходимости может быть осуществлена с помощью технологической переходной платы 3.660.097, прилагаемой в комплекте ЗИПа.

13. Поверка прибора.

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.206-76 "Генераторы импульсов измерительные. Методы и средства поверки" и устанавливает методы и средства поверки генератора импульсов Г5-60.

13.1. Операции и средства поверки.

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице За.

Таблица За

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
1	2	3	4	5	6
13.4.1	Внешний осмотр				
13.4.2	Определение метрологических параметров:				
а)	Проверка формы и полноты основных импульсов	1, 10-x10 ⁻² 1 } x10 ⁻¹ 2 } x1 4 } x10 10 }		СИ-65	
б)	Определение диапазона и погрешности установки длительности основных импульсов в режиме "1"	1 } x10 ² 5 } x10 ³ 10 } x10 ⁵ 5 } x10 ¹ 10 } x0,1 50 } 100 }	± (0,1% + 3 нс)	И2-17 С7-11 ЧЗ-38 с блоком ЯЗ4-45	
	- Определение диапазона изменения погрешности установки длительности основных импульсов в режиме "2"		+ (1,10 ⁻⁶ % + 10 нс)	И2-17 С7-11 ЧЗ-38 с блоком ЯЗ4-45	

- определение диапазона и погрешности установки длительности основных импульсов в режиме "3"	0,1 мкс 0,2 мкс 9 с	$\pm (1 \cdot 10^{-6} \tau + 10 \text{ нс})$	С7-II ЧЗ-38 с блоком ЯЗ4-45
- определение максимальной амплитуды и пределов регулировки амплитуды основных импульсов, а также погрешности установки амплитуды импульсов	Все значения амплитуд, устанавливаемые переключателями Х1, Х0,1, Х0,01	$\pm (0,03 \nu + 10 \text{ мВ})$	В7-18
- определение диапазона изменения и погрешности установки периода повторения импульсов	0,1 x 0,1	$\pm 1 \cdot 10^{-6} \tau$	ЧЗ-38
- определение диапазона изменения и погрешности установки временного сдвига основного одиночного импульса "1" и "3" относительно синхримпульса "V"	$\begin{array}{l} 1 \} \text{Х0,1} \\ 10 \} \\ 0 \} \\ 1 \} \text{Х1} \\ 10 \} \\ 0 \} \times 10 \\ 10 \} \end{array}$	$\pm (1 \cdot 10^{-6} \tau + 10 \text{ нс})$	ЧЗ-38 с блоком ЯЗ4-45 ИЗ-17 С7-II

Продолжение таблицы За

	1	2	3	4	5	6
-	определение диапазона изменения и погрешности установки временного сдвига второго импульса пара относительно первого импульса в режиме "I"		$\left. \begin{array}{l} I \\ IO \\ 50 \end{array} \right\} \times 0,1$	$\pm (1 \cdot 10^{-5}) + 10 \text{ нс}$	И2-17 С7-II	
-	определение длительности фронта и среза импульсов			10 нс	С7-II	
-	определение параметров синхримпульсов "Y" и "Y"			1,2 + 5В 20 + 50 нс	С7-II Г5-56	
-	Проверка работы генератора в режимах внешнего запуска и разового пуска (в соотв. с табл. 5)			10 нс	С1-65 Г5-56 Г4-65А В7-1В	
-	Определение диапазона изменения и погрешности базового смещения на выходе			$\pm (0,015 U_{\text{н}} + 10 \text{ мВ})$	В7-1В	Проверка изменения базового смещения во всех положениях переключателей "X1" и "X0,1"

- Примечания: а) вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью;
- б) образцовые (вспомогательные) средства поверки должны быть исправны, проверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке;
- в) при выпуске средств измерений из ремонта должны производиться все операции поверки.

13.2. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться следующие средства поверки (см. таблицу 4).

Таблица 4

Наименование средств поверки	Основные параметры	Погрешность
Осциллограф СИ-65	$\Delta f = 0-35$ МГц	5%
Осциллограф С7-11	$\tau_y = 0,07$ нс	
Частотомер 43-38 с блоком интервалов времени ЯЗ4-45	до 50 МГц ($10^{-6} - 10^5$) с	$\pm(1,5 \cdot 10^{-7} + \frac{1}{f_s \cdot \tau_{ин}})$ $\pm(1,5 \cdot 10^{-7} + \frac{1}{f_s \cdot \tau_s})$
Измеритель временных интервалов И2-17	($10^{-8} - 10^{-2}$) с	$\pm 1 \cdot 10^{-4} \tau + 1$ нс
Вольтметр универсальный цифровой В7-18	10 мкВ-1000 В	$\pm(0,05 + 0,02 \frac{U_k}{U_s})$ %
Генератор импульсов Г5-56	1 Гц - 10 МГц	$\pm 10\%$
Генератор сигналов низкочастотный Г4-65А	20 Гц - 10 МГц	$\pm(0,02 f + 2 \text{ Гц})$


Б.3. Условия поверки.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура $293 \pm 5\text{K}$ ($20 \pm 5\text{C}$)
- относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$
- атмосферное давление $100.000 \pm 4000\text{Н/м}^2$ (750 ± 30 мм рт.ст.)
- напряжение сети $220 \pm 4,4$ В частота 50 Гц или 400 Гц.

Б.3.1. Подготовка поверки.

Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе "Подготовка к работе" ТУ.

- выдержать генератор в выключенном состоянии в течение 24 часов при температуре окружающей среды $298 \pm 10\text{K}$ ($25 \pm 10\text{C}$) и относительной влажности воздуха $65 \pm 15\%$;
- удалить пыль и загрязнения с наружных частей генератора;
- промыть спиртом разъемы;
- проверить комплектность генератора;
- разместить генератор на рабочем месте, обеспечив удобство работы;
- соединить проводом клеммы  поверяемого генератора и образцового прибора с шиной заземления;
- подключить приборы к сети переменного тока с напряжением 220 В 50 Гц;
- включить приборы и дать им прогреться под током в течение 15 мин.

13.4. Проведение поверки.

13.4.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие генератора требованиям комплектности и маркировки, а также проверено отсутствие внешних повреждений прибора.

13.4.2. Определение метрологических параметров.

- а) Проверка формы основных импульсов, переключения полярности, возможности получения нормальных и опрокинутых импульсов и режима одинарных или парных импульсов производится с помощью осциллографа С1-65 в режиме внутреннего запуска поверяемого прибора по схеме соединений рис.41.

Изменяя положения переключателя вида импульсов, убедиться в наличии положительного нормального импульса в положении переключателя " \downarrow ", положительного опрокинутого - в положении переключателя " \uparrow ", отрицательного нормального - в положении " \downarrow " и отрицательного опрокинутого - в положении " \uparrow ".

Установив переключатель режима работы в положение " I ", убедиться в наличии одинарного импульса в положении " \downarrow " и пары импульсов в положении " $\uparrow\uparrow$ " тумблера " $\downarrow - \uparrow\uparrow$ ".

- б) Определение диапазона и погрешности установки длительности основных импульсов в режиме " I " производится с помощью генератора задержки из комплекта измерителя временных интервалов И2-17 и осциллографа С7-11, используемого в качестве индикатора, в интервале длительностей от 50 нс до 10 мкс при периоде повторения 150 мкс и с помощью частотомера ЧЗ-38 с блоком интервалов времени ЯЗ4-45 в диапазоне от 10 мкс до 1 с.

Схема соединения приборов при работе с прибором И2-И7 и осциллографом С7-И1 приведена на рис.45.

Поверяемый прибор работает при внешнем запуске в режиме "Г". Переключатель вида импульсов устанавливается в положение "Д". Импульсы с основного выхода поверяемого прибора амплитудой 10 В подаются на вход канала А или Б осциллографа С7-И1 через аттенюатор 20 дБ из комплекта осциллографа.

Выбором коэффициента отклонения осциллографа получают размах изображения на экране 5-6 дел. Величина измеряемой длительности импульса определяется как разность показаний шкалы "ЗАДЕРЖКА" генератора И2-И7 при совмещении с начала фронта, а затем среза импульса с центром экрана осциллографа С7-И1 при установленном коэффициенте развертки 5 нс/дел.

При работе с частотомером ЧЗ-38 поверяемый прибор переводится в режим внутреннего запуска при периоде повторения импульсов 2 с.


Выход генератора соединяется со входом "В" блока ЯЗЧ-45 кабелем № 2. Сопротивление входа блока устанавливается 50 Ом.

Измерения длительности импульсов производятся в следующих положениях переключателя набора длительности с дискретностью "Г":

"Г" и "Ю" - на поддиапазоне " 10^{-2} ",

"Г", "2", "4" и "Ю" - на поддиапазонах " 10^{-1} ", "Х1", "ХЮ",

"Г", "5" и "Ю" - на поддиапазонах " 10^2 ", " 10^3 ", " 10^4 " и " 10^5 ".

При измерениях переключатель с дискретностью "0,Г" должен находиться в положении "0", а ручка "  " - в положении упора влево

На поддиапазоне "ХЮ" установить переключатель с дискретностью "Г" последовательно в положения от "Г" до "Ю" и убедиться в монотонном возрастании длительности импульса. Затем устанавливая переключатель с дискретностью "0,Г" последовательно во все положения от "0" до "0,9", также убедиться в монотонном возрастании длитель-

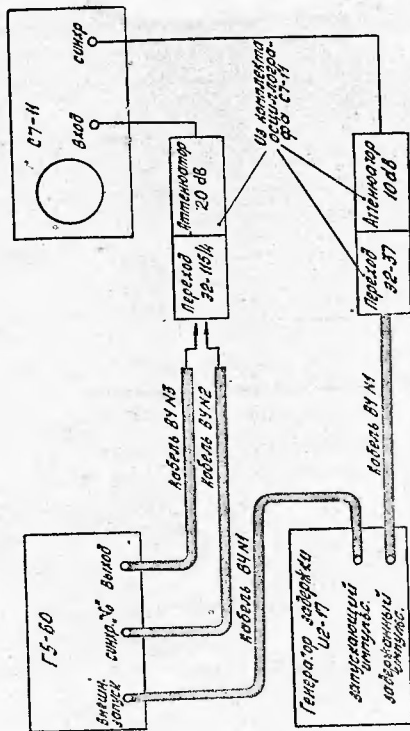



Рис. 45. Схема соединения приборов при работе с осциллографом СТ-Н и генератором звуковой частоты измерителя временных интервалов ИВ-17

ности импульса. Проверить возможность плавной регулировки длительности импульса, для чего установить переключатели с дискретностью "1" и "0,1" в положения "10" и "0" соответственно и убедиться в том, что при вращении ручки "  " против часовой стрелки от упора до упора длительности импульсов изменяется не менее чем на 1 мкс

в) Определение диапазона изменения и погрешности установки длительности основных импульсов в режиме "2" производится с помощью генератора задержки из комплекта измерителя временных интервалов И2-17 осциллографа С7-11 и частотомера Ч3-38 с блоком интервалов времени Я34-45.

Погрешность установки длительности импульсов в диапазоне от 0,1 до 10 мкс определяется с помощью генератора задержки И2-17 и осциллографа С7-11 по схеме соединений рис. 45 методом, описанным в п. 13.4.2 б) в части, относящейся к измерению приборами И2-17 и С7-11. Измерения проводятся для следующих длительностей импульсов, устанавливаемых переключателями "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $DI \mu S$ " и переключателем множителей "x(0,1; 1; 10)":

0,1; 0,2; 0,5; 1; 5 и 10 мкс - при множителе "0,1".

1, 5 и 10 мкс - при множителе "1".

10 мкс - при множителе "10".

Далее проверяется правильность функционирования схемы набора длительности импульсов в режиме "2", для чего переключателями "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $DI \mu S$ " и переключателем множителей "x(0,1; 1; 10)" последовательно устанавливаются возрастающие значения длительности импульсов. Контроль монотонного возрастания длительности осуществляется по экрану осциллографа С7-11 /в интервале от 0,1 мкс до 10 мкс/ и по частотомеру Ч3-38 с блоком интервалов времени Я34-45 при длительности более 10 мкс.

В точке 900.000 мкс определяется погрешность установки длительности импульса с помощью частотомера ЧЗ-38 с блоком ЯЗ4-45.

г) Определение диапазона и погрешности установки длительности основных импульсов в режиме "3" производится с помощью частотомера ЧЗ-38 с блоком интервалов времени ЯЗ4-45 и осциллографа С7-11. При измерениях длительность импульса устанавливается переключателями "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D2 \mu s$ " и переключателями множителей "х (0,1; 1; 10)". Все переключатели "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D1 \mu s$ " должны находиться в положении "0".

Погрешность установки длительности импульсов в точках 0,1 определяется с помощью осциллографа С7-11 по схеме соединений рис.46.

Измерения проводятся при амплитуде импульсов 10 В при положительной и отрицательной полярности.

На испытуемом приборе устанавливается временной сдвиг $D1$ равный $0,22$ равный 1, переключатель множителей "х(0,1; 1; 10)" - в положение "0,1". Осциллограф синхронизируется синхроимпульсом " V_0 ", ответственным через тройник. Коэффициент развертки осциллографа калибруется и устанавливается равным 5 нс/дел. На вход канала В осциллографа через аттенкуатор 20 дБ и встроенную линию задержки подается основной импульс. Отсчет длительности импульса производится по калиброванной развертке осциллографа.

Затем проверяется правильность функционирования схемы формирования длительности импульса в режиме "3". Для этого, всеми переключателями "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D2 \mu s$ " и переключателем "х(0,1; 1; 10)" последовательно устанавливаются возрастающие значения длительности основного импульса. Контроль длительности осуществляется по осциллографу С7-11 при длительностях менее 100 мкс и по частотомеру ЧЗ-38 с блоком ЯЗ4-45 при длительностях от 100 мкс до 9 999 990 мкс.

При установленном на приборе длительности импульсов 9 с частотомером ЧЗ-38 с блоком ЯЗ4-45 проверяется погрешность длительности.

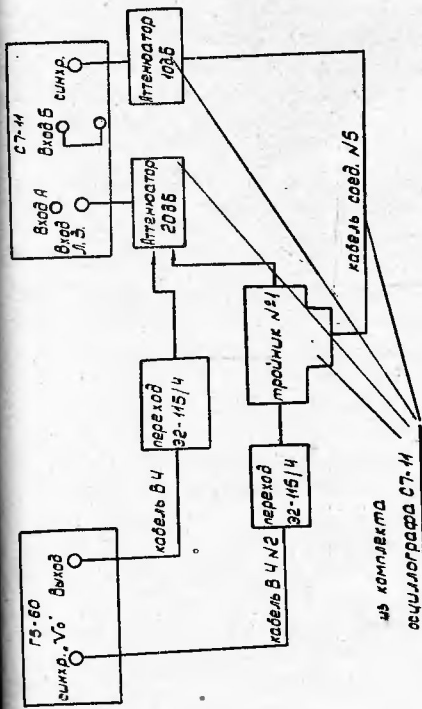


Рис. 46 Схема соединения прибора при измерении длительности импульсов в режиме "З" (0,1 и 0,2 мкс)

д) Определение максимальной амплитуды и пределов регулировки амплитуды основных импульсов, а также погрешности установки амплитуды импульсов производится с помощью цифрового вольтметра В7-18 на нагрузке № 5, подключенной к выходу генератора через кабель № 3. Поверяемый прибор переводится в режим постоянного тока, базовое смещение на выходе должно быть выключено.

Определение максимальной амплитуды производится в следующих положениях переключателей "АМПЛИТУДА V":

"10" - переключателя с гравировкой "X1",

"0,9" - переключателей с гравировкой "X0,1" и "0,01".

Погрешность установки амплитуды импульсов определяется по погрешности установки уровня постоянного напряжения, эквивалентного амплитуде. Проверка производится во всех положениях переключателя "АМПЛИТУДА V" "X1" при установке переключателей "X0,1" и "X0,01" в положение "0". Далее переключатель "X1" устанавливается в положение "1" и определяется погрешность напряжения во всех положениях переключателя "X0,1". Затем оба переключателя "X1" и "X0,1" устанавливаются в положение "1" и проверяется погрешность напряжения во всех положениях переключателя "X0,01".

Погрешность установки амплитуды импульса менее 1 В определяется прибором В7-18 при подключенных на выходе генератора аттенуаторах 20, 40 и 60 дБ. На выходе аттенуатора включается нагрузка № 5. Проверка производится при положительной и отрицательной полярности напряжения и установленном переключателями "АМПЛИТУДА V" напряжении на выходе генератора 10 В.

Погрешность установки амплитуды импульсов определяется как разность между установленной амплитудой /с учетом ослабления attenuатора/ и показанием прибора В7-1В.

- е) Диапазон изменения и погрешность установки периода повторения импульсов определяются частотомером ЧЗ-38 при внутреннем запуске прибора в режиме "1".

Погрешность установки периода повторения импульсов определяется при установленном на приборе периоде повторения импульсов 0,1 мкс. Частотомер работает в режиме измерения частоты при времени счета 10^3 мс.

Затем проверяется правильность функционирования делителя частоты, для чего переключателями "ПЕРИОД ТМС", а также переключателем "х (0,1; 1, 10)" последовательно устанавливаются возрастающие значения периода повторения. Контроль периода производится частотомером ЧЗ-38.

При измерениях выход поверяемого прибора соединяется с выходом "А" частотомера кабелем № 3 и нагрузкой № 1.

- ж) Определение диапазона изменения и погрешности установки временного сдвига основного одинарного импульса в режимах "1" и "3" относительно синхроимпульса " V_0 " производится с помощью частотомера ЧЗ-38 с блоком интервалов времени И34-45, генератора задержки из комплекта измерителя временных интервалов И2-17, осциллографа С7-11.

Погрешность установки временного сдвига измеряется частотомером ЧЗ-38 с блоком И34-45 при установленном временном сдвиге 900000 мкс при внутреннем запуске прибора в режиме "1", длительности импульсов 1 мкс и периоде повторения 2 с. Схема соединения приборов на рис.47. В блоке И34-45 устанавливается сопротивление входа 50 Ом.

Затем проверяется правильность функционирования всех декад схемы установки временного сдвига путем последовательного переключения всех переключателей "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ *DIPS*" и переключателя множителей "x (0, I; I; IO)". Контроль временного сдвига производится по частотомеру ЧЗ-38 с блоком ИЭ4-45 в пределах от 9.999.990 мкс до 10 мкс и по осциллографу С7-11 в пределах от 10 мкс до 0.

Погрешность установки временного сдвига при внешнем запуске поверяемого прибора в режиме "I" определяется с помощью генератора задержки из комплекта измерителя временных интервалов И2-17 и осциллографа С7-11 по схеме соединений приборов рис.45.

На вход канала А (или Б) осциллографа поочередно подаются синхрои импульс " \sqrt{a} " и основной импульс поверяемого прибора.

Регулировкой коэффициента отклонения осциллографа добиваются одинакового размаха изображения обоих импульсов на экране, равного 5-6 делениям.

Временной сдвиг определяется как разность отсчетов по шкале "ЗАДЕРЖКА" прибора И2-17 при совмещении с центром экрана осциллографа сначала фронта синхрои импульса, а затем фронта основного импульса поверяемого прибора на уровне 0,5 амплитуды при скорости развертки 2 нс/дел.

Измерения проводятся в следующих положениях переключателей "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ *DIPS*" и переключателя множителей

"x(0, I; I; IO)":

0; 0, I; I мкс - при множителе "0, I",

0; I и IO мкс - при множителе "I",

0 и IO мкс - при множителе "IO".

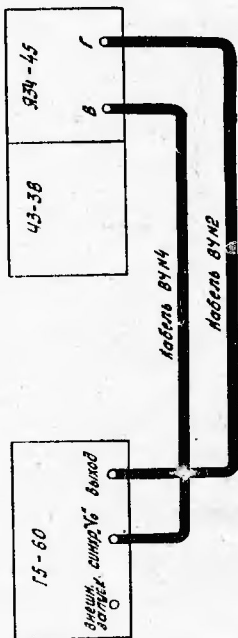


Рис 47. Схема соединения приборов при измерении
временного сдвига частотомером 43-38.

Амплитуда импульса устанавливается 5 В. Измерения производятся при положительной и отрицательной полярности импульсов. Длительность импульсов 0,1 мкс. Период повторения 150 мкс.

Погрешность установки временного сдвига основного импульса относительно синхроимпульса " ∇ " при внутреннем запуске и режимах "1" и "3" и установленном временном сдвиге равно 0 и 0,1 мкс определяется с помощью осциллографа С7-II по схеме рис. 48.

На испытуемом приборе устанавливается временной сдвиг 1 равный 0, переключатель множителей " \times (0,1; 1; 10)" - в положение "0,1". Осциллограф синхронизируется синхроимпульсом " ∇ ", ответвленным через тройник. Коэффициент развертки осциллографа калируется и устанавливается равным 5 нс/дел.

На вход канала Б осциллографа через аттенуатор 20 В и встроенную линию задержки поочередно подаются синхроимпульс " ∇ " и основной импульс прибора. Регулировкой коэффициента отклонения добиваются одинакового размаха изображения обоих импульсов на экране.

Отсчет сдвига производится по калированному коэффициенту развертки между фронтами синхроимпульса и основного импульса на уровне 0,5 амплитуды импульса.

Измерения проводятся в режимах "1" и "3" при положительной, отрицательной полярности основного импульса при амплитуде импульса 5 В, периоде повторения 150 мкс и длительности 0,1 мкс.

з) Определение диапазона изменения и погрешности установки временного сдвига второго импульса пары относительно первого импульса в режиме "1" производится с помощью генератора задержки измерителя временных интервалов И2-17 и осциллографа С7-II.

Погрешность установки временного сдвига определяется в точках 0,1; 1 и 5 мкс при внешнем запуске проверяемого прибора. При

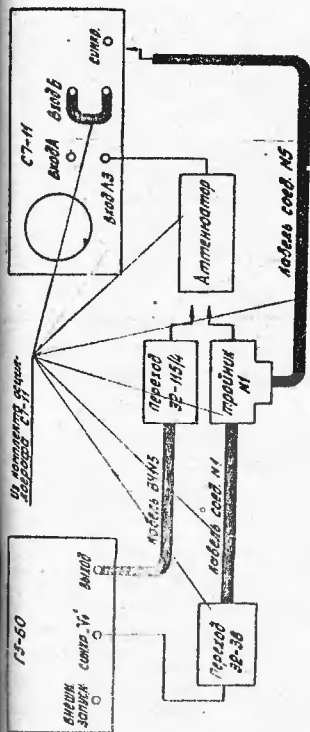


Рис. 48 Схема соединения приборов для измерения
 временного сдвига 0 и 0,1 мкс.

этом переключатель "х(0, I; I; IO)" должен быть установлен в положение "0, I". Амплитуда выходных импульсов IO В, полярность — положительная, длительность импульсов 50 нс; период повторения 150 мкс.

Измеряемый временной сдвиг определяется как разность отсчетов задержки по прибору И2-17 при совмещении с центром экрана осциллографа сначала фронта первого импульса пары, а затем фронта второго импульса на уровне 0,5 амплитуды.

Относительная составляющая погрешности и диапазон изменения временного сдвига второго импульса относительно первого в режиме пар обеспечиваются погрешностью и диапазоном изменения временного сдвига основного одинарного импульса относительно синхроимпульса

" $\sqrt{6}$ ".




и) Определение длительности фронта и среза основных импульсов, выбросов на вершине и в паузе, неравномерности вершины и исходного уровня в паузе основных импульсов производится с помощью осциллографа С7-11.

Измерение длительности фронта и среза импульсов производится по схеме соединений рис. 49 при внутреннем выпуске поверяемого прибора в режиме "I". Выход поверяемого прибора соединяется со входом канала А (или Б) осциллографа С7-11 через заостренную линию задержки. Для измерения длительности фронта переключатель вида импульсов устанавливается в положение " \square " и " \cap " (нормальный импульс положительной и отрицательной полярности). Длительность фронта измеряется как длительность первого перепада напряжения между уровнями 0, I и 0,9 амплитуды импульса. Для измерения длительности среза переключатель вида импульсов переводится в положения " \sqcup " и " \sqcap " (опрокинутый импульс положительной и отрицательной полярности) и длительность среза определяется как длительность первого перепада напряжения между уровнями 0, I и 0,9 амплитуды. Измерения производятся по казирной

ной развертке осциллографа при скорости развертки 2+5 нс/дел.
Амплитуда основных импульсов устанавливается 10;5 и 1 В,
длительность 100 нс при периоде повторения 1 мкс и 100 мкс при
периоде повторения 200 мкс;
полярность положительная и отрицательная.

Измерение выбросов на вершине и в паузе, и неравномерности
ширины импульса и исходного уровня в паузе производится в режиме
внешнего валушка поверяемого прибора по схеме соединений рис.45.

Увеличением коэффициента отклонения осциллографа до 10 мВ/дел
одновременно ручкой "КОМПЕНСАЦИЯ" получают на экране изображе-
ние вершины импульса и по калиброванному коэффициенту отклонения
измеряют выброс и неравномерность вершины. Затем регулировкой
чувствительности и компенсирующего напряжения выводят на середину
экрана исходный уровень импульса и измеряют выброс в паузе и не-
равномерность исходного уровня в паузе. Измерение неравномерности
вершины производится по истечении 40 нс от точки пересечения
фронта импульса с уровнем 0,1 амплитуды, а измерение не-
равномерности в паузе по истечении 40 нс от точки пересечения
линии среза импульса с уровнем 0,9 амплитуды импульса.

При измерении выброса на вершине и неравномерности вершины
импульса переключатель вида импульсов устанавливается в положе-
ние "  " и "  ", при измерении выброса в паузе и
неравномерности исходного уровня в паузе - в положении "  " .

Измерения проводятся при длительности импульсов 200 нс,
периоде повторения 10 мкс для положительной и отрицательной по-
лярности импульсов. Скорость развертки осциллографа 10 нс/дел.

Далее устанавливается период повторения 500 мкс. Длительность
импульсов поверяемого прибора 400 мкс. При скорости развертки
осциллографа 10 нс/дел, регулируя задержку в приборе И2-17,
измеряют по отдельным участкам всю вершину импульса (паузу)
и неравномерность вершины (исходного уровня в паузе).

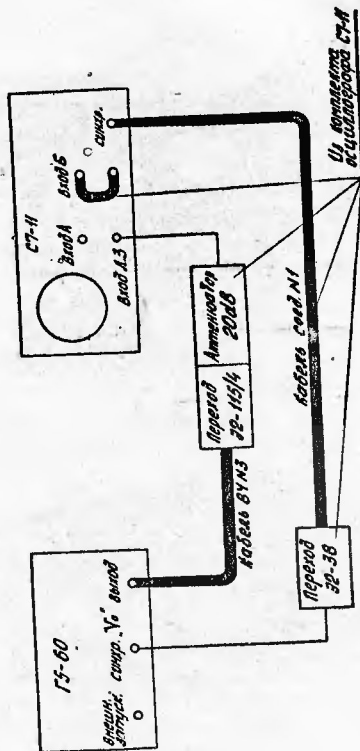


Рис. 49 Схема соединения приборов при измерении
дальности фронта и среза основной волны.

Измерения выбросов и неравномерности проводятся при амплитуде импульсов 10 и 1В. Импульсы амплитудой 10 В подаются на вход осциллографа С7-II через attenuator 20 дВ (из комплекта осциллографа); при амплитуде импульсов 1В выход генератора непосредственно соединяется со входом осциллографа.

к) Определение параметров синхроимпульсов " V_0 " и " V_1 " производится с помощью осциллографа С7-II и генератора импульсов Г5-56 по схеме соединений рис.50. Поверяемый прибор работает в режиме внешнего запуска при временных сдвигах Д1 и Д2, равных 0.

Регулировкой временного сдвига в генераторе Г5-56 получают изображение синхроимпульса " V_0 ", а затем " V_1 " на экране осциллографа и по калиброванным коэффициенту развертки и коэффициенту отклонения осциллографа измеряют длительность, длительность фронта и амплитуду синхроимпульсов.

Для измерений начальной задержки синхроимпульса " V_0 " относительно импульса внешнего запуска следует подать импульс с выхода генератора Г5-56 на вход осциллографа С7-II и отметить его положение на экране осциллографа при скорости развертки 50 нс/дел.

Вновь соединить выход прибора Г5-56 со входом внешнего запуска испытуемого прибора и, не меняя установленных значений коэффициента развертки и смещения луча по горизонтали, отсчитать запаздывание синхроимпульса " V_0 " относительно импульса внешнего запуска.

л) Проверка работы генератора в режимах внешнего запуска и разового пуска производится с помощью осциллографа С1-65, генераторов Г5-56, Г4-65А. Схема соединения приборов показана на рис.51.

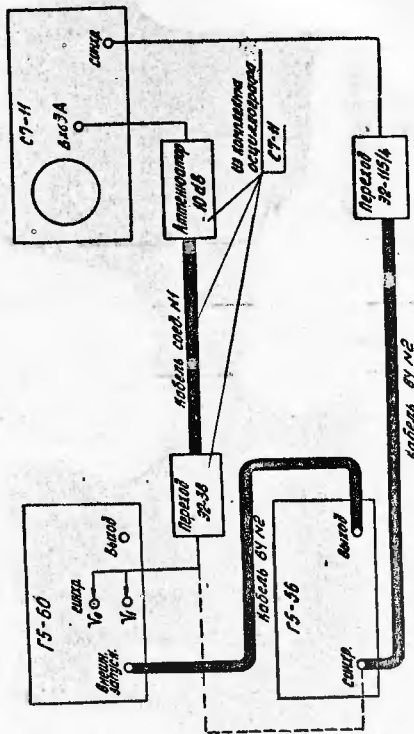


Рис. 30. Схема соединенных приборов для измерения частоты генератора СВЧ-И.

Параметры напряжения, подаваемого на вход внешнего запуска испытываемого прибора (гнездо "⊖") с генераторов Г5-56 и Г4-65А, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Тип генератора	Частота или период повторения	Амплитуда напряжения	Длительность импульса
Г4-65А	50 Гц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц	1 В	
Г5-56	1 мкс; 10 мкс; 50 мс равовый пуск	1 В; 10 В	30 нс

При подаче на вход внешнего запуска напряжения с параметрами, указанными в табл. 5, на экране осциллографа должны наблюдаться основные импульсы.

При проверке работы генератора в режиме разового пуска переключатель запуска устанавливается в положение "⚡" и при каждом нажатии кнопки "⚡", начиная со второго, на экране должны наблюдаться основные импульсы.

Сопротивление входа внешнего запуска измеряется при включенном рубльере "СЕТЬ". Сигнал с генератора Г5-56 подается на вход внешнего запуска проверяемого генератора через переменный резистор. С помощью осциллографа контролируют амплитуду на входе и выходе переменного резистора. Сопротивление переменного резистора регулируют так, чтобы сигнал на входе испытываемого генератора имел амплитуду в 2 раза меньшую, чем на выходе. При этом сопротивление входа внешнего запуска генератора будет равно установленному значению сопротивления переменного резистора.

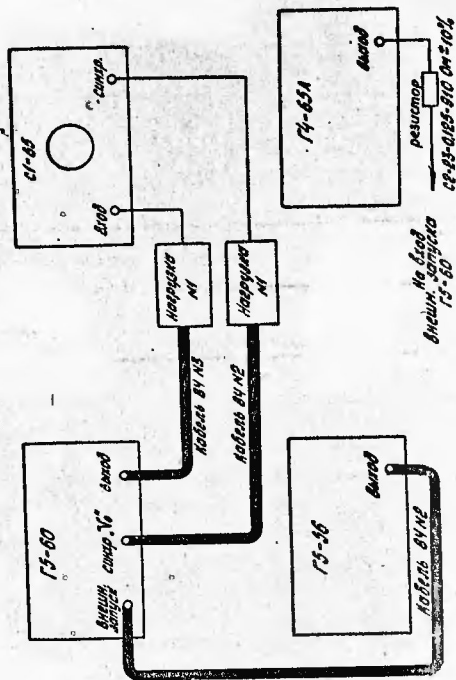


Рис. 51. Схема соединенная прибором при
 проверке режима внешнего запуща.

а) Определение диапазона изменения и погрешности базового смещения на выходе производится вольтметром В7-18 на нагрузке № 5, включенной на конце кабеля № 3.

Поверяемый прибор работает при внутреннем задухе в режиме "2", период повторения импульсов 10, длительность - 0,1 мкс, амплитуда импульсов 1 В.

Переключатель вида импульсов устанавливается в положение "Д" или "Т".

Погрешность установки базового смещения на выходе определяется при следующих значениях, установленных переключателями

"БАЗ.СМЕЩЕНИЕ" "х1" и "х0,1" :

0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,5; 2 В. Измерения проводятся в положениях "+" и "-" верхнего из трех переключателей "БАЗ.СМЕЩЕНИЕ".

13.4.3. Оформление результатов поверки.

Результаты поверки записываются в раздел "Периодическая поверка основных нормативно-технических характеристик" формуляра. В конце раздела по положительным результатам поверки производится запись о проведенной поверке, заверенная подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

На генератор, не удовлетворяющий требованиям настоящих методических указаний, выдается извещение о его непригодности к применению с записью в нем параметров, по которым генератор не соответствует техническим условиям.

13.4.4. Периодичность поверки.

Приборы, находящиеся в эксплуатации, проходят периодическую поверку не реже 1 раза в год. Приборы, выходящие из ремонта, должны проверяться после каждого ремонта.

14. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Генератор Г5-60 может храниться в неотапливаемых хранилищах. Места хранения должны отвечать требованиям ГОСТ В9.003-72. Номинальные значения температуры и относительной влажности воздуха в местах хранения в зависимости от климатических зон должны отвечать требованиям раздела 2 (табл.2) ГОСТ В9.003-72.

Оптимальными условиями хранения являются:

- температура окружающей среды от 278 до 288 К (5-15°C);
- перепад температуры не более 5°C в сутки;
- относительная влажность воздуха в пределах 40-55%;
- отсутствие осадков, ветра и конденсации влаги;
- отсутствие прямой солнечной радиации;
- отсутствие в воздухе пыли и песка;
- отсутствие в воздухе коррозионно-активных элементов;
- отсутствие воздействия биологических факторов.

15. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

15.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

Упаковку производить в следующей последовательности:

Прибор завернуть в бумагу оберточную, предварительно предохранив лицевую сторону прибора картоном и стенкой.

Техническую документацию поместить в чехол, кромки чехла заварить.

Прибор в бумаге, чехол с документацией поместить в ящик картонный, стики ящика заклеить лентой клеевой.

Ящик картонный с прибором поместить в чехол, положив в него мешочки, наполненные силикагелем.

Прибор в чехле и ящик с ЗИПом поместить в ящик упаковочный

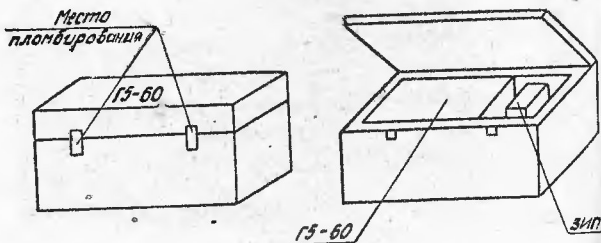
Свободное пространство заполнить упаковочным амортизирующим материалом.

После упаковки ящика, его крышку вместе с лентой закрепить гвоздями.

Порядковый номер грузового места и количество мест маркировать дробью.

Маркировка транспортных ящиков производится в соответствии с рис. 52.

Укладка



Упаковка

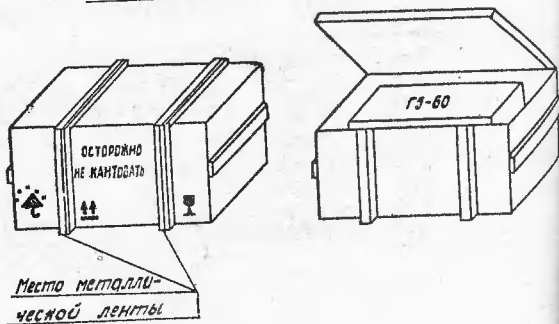


Рис. 52. Эскиз укладки и упаковки генератора

15.2. Условия транспортирования

Транспортирование упакованного прибора должно производиться с учетом предосторожностей, указанных на упаковке.

Прибор предназначен для транспортирования всеми видами транспорта. Транспортирование по железной дороге должно производиться в крытых вагонах. Ящики с упакованными приборами должны быть укреплены в вагоне так, чтобы была исключена возможность смещения ящиков и соударений.

В случае транспортирования приборов на открытых автомашинах ящики с приборами должны быть накрыты брезентом.

При повторной упаковке прибора, предназначенного для транспортирования, произвести упаковку в соответствии с подразделом 15.1.

Приложение I

Намоточные данные

Намоточные данные трансформатора 4.702.005

Наименование обмотки	Диаметр провода мм	Число витков	Марка провода	№ выводов	Напряжение В	Ток А	Магнитопровод
Первичная	0,64	552	ПЭВ-2	1-2			
Вторичная	0,20	160+160	ПЭВ-2	5-6-7			Магнитопровод
	0,47	84+84	ПЭВ-2	11-12-13			M - образный, ленточный, сталь 310 лист 0,35 ШЛ25х50
	0,31	84+84	ПЭВ-2	15-16-17			
	0,47	84+84	ПЭВ-2	21-22-23			
	0,47	35+35	ПЭВ-2	25-26-27			
	0,57	50+50	ПЭВ-2	31-32-33			
1,25	24+24	ПЭВ-2	35-36-37				

Таблицы напряжений на вводах транзисторов в каскадах генератора Г5-60

Таблица напряжений на вводах транзисторов в каскадах формирователя Ф02.

№ п.п.	Тип транзистора, микросхема, номер кон-тактов	Напряжения на вводах транзисторов, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
		постоянное	переменное	постоянное	переменное

формирователь Ф17

Т8	1Т3115	+5(+0,5)	4,5 $\sqrt{\text{Л}}$	0	0	0 (+0,5)	1 $\sqrt{\text{Л}}$
----	--------	----------	-----------------------	---	---	----------	---------------------

№ п/п	Тип транзистора, микрообъемы, номер контактных выводов	Наполнения на выводах транзисторов, В		Примечание
		коллектор	эмиттер база	
		постоян.	! перемен.	! постоян. ! перемен! постоян. ! перемен.

Делитель частоты Д4

T1	2ТЗ16Б	- 4	1,2 ~	-4,9	0,4 ~	- 4,4	0,75 ~
T2	"	0	0,5 ~	-5,9	0,5 ~	- 6,8	1,2 ~
T3	"	0	0,2 ~	-4,5	0,3 ~	- 3,8	0,5 ~
T4	"	0	-	-6,4	0,2 ~	- 5,7	0,2 ~
T5	"	-1,5	2 ~	- 0,9	-	- 0,15	0,2 ~
T6	"	-1,5	2 ~	- 0,9	-	- 0,15	-

Формирователь Ф9

T1	2ТЗ16Б	+0,3	3,3 ~	0	-	+ 0,7	0,5 ~
T2	2ТЗ16Б	+0,3	3,3 ~	0	-	+ 7	0,5 ~
T3	2Т904А	+1,9	-	-12	13 ~	- II	13 ~
T4	2ТЗ16Б	+3,3	3,0 ~	-0,7	0,2 ~	0	0,1 ~
V2	2ТС613А	-9	9 ~	-15	1,0 ~	- 14	1,2 ~

Приложение

поз обозн.	тип тран- зистора, микросхемы номера контактов	Напряжения на выводах транзисторов, В		Примечание	
		Коллектор	Эмиттер		
		постоян.	перемен.	постоян.	перемен.

Сформирователь 59

У5	к.к.8-10	0	12		1,0		15	-	-
	к.к.12-14	-15	1,0		-	-	19	-	-
	2Т0613А								
	к.к.1-3	-9	9		2,5		14	-	1,2
	к.к.12-14	0	12		2,0		15	-	1,2
У6	к.к.5-7	-15	2,0		-	-	19	-	-
	2Т0613А								
	к.к.1-3	0	12		1,0		15	-	-
	к.к.5-7	-9	9		1,0		14	-	1,2
	к.к.8-10	-15	1,0		-	-	19	-	-
	к.к.12-14	-11	13		-	-	10,5	-	1,0





Таблица напряжений на выводах транзисторов в касетах формирователя
ФВЗ

Поз. обозн.	Тип транзистора	Напряжения на выводах транзистора, В					
		Пост.	Коллектор	Эмиттер	База	Пост.	Перемен.
T1	2ТЗ16Б	+ 5	3	0	-	+ 0,5	2,5
T2	2ТЗ16Б	+ 3	2,5	0	-	+ 0,7	3
У5	2Т0613А						
	к.к. I - 3	+ 27/+1	-	0/+0,5	-	+0,3/+1,5	-
	к.к. 5 - 7	+ 27/+1	-	0/+0,5	-	+0,3/+1,5	-
	к.к. 8-10	+ 27/+1	-	0/+0,5	-	+0,3/+1,5	-
	к.к. 12-14	+ 27/+1	-	0/+0,5	-	+0,3/+1,5	-
У7	2Т0613А						
	к.к. I - 3	+ 27/+1	-	0/+0,5	-	+0,3/+1,5	-
	к.к. 5 - 7	+ 27/+1	-	0/+0,5	-	+0,3/+1,5	-
	к.к. 8 - 10	+ 27/+1	-	0/+0,5	-	+0,3/+1,5	-

Формирователь ФВЗ

Примечания:

Таб. номер.	Напряжение на выводах транзисторов, В		База	Измерения производятся при положительной полярности нормальных осевых импульсов и установленной амплитуде 2В.
	Тип транзистора	Коллектор		
	постоян.	перемен.	постоян.	постоян.
	<u>Формирователь Ф16</u>			
T1	0	-	-1,2/-1,8	0,6
T2	-1/-0,4	0,6	-1,9	-
T3	-1/-0,4	0,6	-1,9	-
T4	0	-	-1,9	-
T5	0	-	-2	-
T6	-0,4/-1	0,5	-2	-
T7	-0,4/-1	0,6	-2	-
T8	0	-	-1,8/-1,2	0,6
T9	-0,8/-0,3	0,5	-4,2	-
T10	-0,3/-0,8	0,5	-4,2	-
T11	-0,6/-0,2	0,4	-4,2	-
T12	-0,6/-0,2	0,4	-4,2	-
T13	-0,2/-0,6	0,4	-4,2	-
T14	-0,2/-0,6	0,4	-4,2	-

Пос. обозн	Тип транзистора	Напряжения на выводах транзисторов, В		База	Примечание
		Коллектор	Эмиттер		
		Постоянн.	Перемен.	Постоянн.	Перемен.
ТТ5	2Т610А	0	-2,9	-	-2,1/-2,4 0,3 
ТТ6	"	+2,8/+0,6	-2,9	-	-2,4/-2,1 0,3 
ТТ7	"	+0,8/+2,9	0/+2		+0,5/2,8 2,2 

Примечание

Напряжение на выводах транзисторов, В

Коллектор | Эмиттер | База

! Постоян. ! Перемен. ! Постоян. ! Перемен. ! Постоян. ! Перемен.

Наименование

Стабилизатор С5

У1	2Т203Б	18,1	-	23,3	-	22,6	-	* При открытых
Т2	П308	24	0,5	17,4	-	18,1	-	транзисторных
Т3	2Т602А	24	0,5	16,7	-	17,4	-	структурах
Т4	2Т904А	24	0,5	16	0,02	16,7	-	
Т5	П308	18,1	-	6,3	-	7	-	
Т6	П308	14	-	6,3	-	7	-	
У1*	2Т0613А	1	-	0,5	-	1,5	-	
У2*	2Т0613А	1	-	0,5	-	1,5	-	
У3*	2Т0613А	1	-	0,5	-	1,5	-	

№ п. орд.	Наименование	Напряжение на выводах трансисторов, В						Примечание
		Коллектор		Эмиттер		База		
		Пост.	Перем.	Пост.	Перем.	Пост.	Перем.	
		<u>Стабилизатор С7</u>						
T1	2Т203Б	32	-	36	0	35,3	-	При амплитуде импульса 10 В и базовом смещении +2 В
T2	П308	36	0,5	31,4	-	32 0	-	
T3	2Т602А	36	0,5	30,7	-	31,4	-	
T4	2Т904А	36	0,5	30	0,02	30,7	-	
T5	П308	32	-	20,3	-	21	-	
T6	П308	26	-	20,3	-	21	-	
T7	2Т203Б	17,1	-	22,7	-	22	-	
T8	2Т203Б	17,1	-	22,7	-	22	-	
T9	П308	21,3	-	16,4	-	17,1	-	
T10	2Т203А	19,4	-	22	-	21,3	-	
T11	2Т602А	22	-	18,7	-	19,4	-	
T12	2Т904А	22	-	18	-	18,7	-	

Пое. обозн.	Наименование	Напряжение на выводах транзисторов, В				Примечание
		Коллектор	Эмиттер	База		
		Пост.	Перем.	Пост.	Перем.	

Стабилизатор 08 (08-1)

T7	ПЗ08	-22,1	-	- 27,7	-	-27	-	При амплитуде импульса 10В и базовом смещении на выходе-2В
T8	ПЗ08	-22,1	-	- 27,7	-	-27	-	
T9	2Т203А	-24,9	-	- 21,4	-	-22,1	-	
T10	ПЗ08	-23	-	- 25,6	-	-24,9	-	
T11	2Т602А	-23	-	- 26,3	-	-25,6	-	
T12	2Т904А	-23	-	- 27	-	-25,3	-	

Примечания: 1. Измерения постоянных напряжений производятся вольтметром В7-20, переменных - осциллографом С1-65.

2. Все измерения производятся относительно корпуса.

Транзистор	Таблица напряжений на выводах транзисторов в преобразователе					
	Амплитуда напряжения на выводах					
	Эмиттер		Коллектор		База	
Напряж. В	Форма	Напряж. В	Форма	Напряж. В	Форма	
T1 2T608A	0	—	14			E
T2 2T203A	$\frac{1}{8}$		$\frac{1}{8}$ $\frac{10}{10}$		$\frac{1}{8}$	X
T3 2T608A	0,8		14			E
T4 2T203A	$\frac{1}{8}$		$\frac{1}{8}$ $\frac{10}{10}$		$\frac{1}{8}$	X
T5 2T608A	0	—	10		0,8	E
T6 2T608A	$\frac{1,3}{0,5}$		4		$\frac{1}{9}$	E
T7 2T904A	0,6		14		$\frac{1,3}{0,5}$	E
T8 2T704A T13	0	—	300		0,6	E
T9 2T704A	220		0	—	220	
T10 2T704A	220		0	—	220	
T11 2T704A	220		0	—	220	
T12 2T704A	220		0	—	220	

Таблица напряжений на входах и выходах узлов, выполненных на микросхемах

Поз. обозн.	Тип микросхемы	Напряжение на выходах микросхемы, В														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
		<u>Делитель частоты ДА</u>														
У13	ГОМАЗ 4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	0,7/4,5	4/0,5	0	4/0,5	0,7/4,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5
У14	ГОМАЗ 4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	0,7/4,5	4/0,5	0	4/0,5	0,7/4,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5
		<u>Формирователь ФФ</u>														
У1	ГОМАЗ 4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	0	4/0,5	0	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5
У3	ГОМАЗ 4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	0	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5
У4	ГОМАЗ 4/0,5	4/0,5	4/0,5	3/0,2	3/0,2	4/0,5	0	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5
У7	ГОМАЗ 4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	0	4/0,5	3/0,2	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5

Напряжение на выводах микросхемы, В

Поз. обозн.	Тип микросхемы	Напряжение на выводах микросхемы, В														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
У1	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0,5/4	0,5/4	4/0,5	4/0,5	5
У3	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0,5/4	0,5/4	4/0,5	4/0,5	5
У4	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0,5/4	0,5/4	4/0,5	4/0,5	5
У5	ИЗОЛАЗ				4/0,5	4/0,5	0,5/4	0	0,5/4	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	4/0,5	4/0,5	5

Формирователь Ф8

0