

ОКП 6686130137



# **ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНЫЙ**

**ГЗ-137**

**Руководство по эксплуатации**

**ПШФИ.411652.003РЭ**

# Содержание

Стр.

<b>1</b>	<b>НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>ОПИСАНИЕ ГЕНЕРАТОРА И ПРИНЦИПА ЕГО РАБОТЫ.....</b>	<b>8</b>
4.1	НАЗНАЧЕНИЕ .....	8
4.2	УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	8
4.3	СОСТАВ ГЕНЕРАТОРА .....	9
4.4	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	11
4.5	УСТРОЙСТВО И РАБОТА ГЕНЕРАТОРА .....	18
4.6	ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГЕНЕРАТОРА.....	21
4.6.1	Устройство и работа задающего генератора ПШФИ.411656.002 .....	21
4.6.2	Устройство и работа программируемого фильтра НЧ ПШФИ.468800.002.....	23
4.6.3	Устройство и работа блока клавиатуры ПШФИ.468314.004 .....	23
4.6.4	Устройство и работа выходного усилителя ПШФИ.411181.002 .....	24
4.6.5	Устройство и работа АЦП ПШФИ.411614.001 .....	26
4.6.6	Устройство и работа платы коммутационной ПШФИ.468340.002 .....	26
4.6.7	Устройство и работа блока питания прибора ПШФИ.436234.006 .....	26
<b>5</b>	<b>ПОДГОТОВКА ГЕНЕРАТОРА К РАБОТЕ.....</b>	<b>30</b>
5.1	РАСПАКОВЫВАНИЕ И ПОВТОРНОЕ УПАКОВЫВАНИЕ.....	30
5.2	ПОРЯДОК УСТАНОВКИ ГЕНЕРАТОРА .....	33
5.3	ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	33
<b>6</b>	<b>СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИНСТРУМЕНТ, ПРИНАДЛЕЖНОСТИ .....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>ПОРЯДОК РАБОТЫ.....</b>	<b>35</b>
7.1	МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ .....	35
7.2	РАСПОЛОЖЕНИЕ ОРГАНОВ НАСТРОЙКИ И ВКЛЮЧЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА .....	35
7.3	СВЕДЕНИЯ О ПОРЯДКЕ ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ .....	39
7.4	ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ .....	42
<b>8</b>	<b>ПОВЕРКА ГЕНЕРАТОРА.....</b>	<b>45</b>
8.1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	45
8.2	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ .....	45
8.3	ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА .....	46
8.4	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	47
8.5	УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ .....	47
8.6	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	47
8.7	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	57
<b>9</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....</b>	<b>58</b>
<b>10</b>	<b>ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ .....</b>	<b>62</b>
10.1	УКАЗАНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ .....	62
10.2	МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕМОНТЕ .....	63
<b>11</b>	<b>ХРАНЕНИЕ.....</b>	<b>64</b>
<b>12</b>	<b>ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....</b>	<b>65</b>
<b>13</b>	<b>МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ .....</b>	<b>66</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А .....</b>	<b>67</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....</b>	<b>73</b>

<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В</b> .....	<b>77</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г</b> .....	<b>78</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д</b> .....	<b>79</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Е</b> .....	<b>80</b>

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с генератором сигналов низкочастотным ГЗ-137, организации безопасной работы, технического обслуживания, поверки и текущего ремонта генератора.

Настоящее руководство по эксплуатации ПШФИ.411652.003РЭ содержит технические характеристики, описание устройства и принципа действия, указания по подготовке к работе, порядку работы, техническому обслуживанию и поверке генератора, руководство по текущему ремонту генератора и справочные данные.

Пример записи обозначения генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137 при его заказе или в другой продукции, в которой он может быть применен:

«Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-137 ПШФИ.411652.003».

Рекомендуемый уровень подготовки обслуживающего персонала – не ниже среднего технического.

При эксплуатации генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137 следует дополнительно руководствоваться ПШФИ.411652.003ФО.

## **1 Нормативные ссылки**

ПР 50.2.006-94. Порядок проведения поверки средств измерений

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

ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 14192-96. Маркировка грузов

ПР 50.2.012-94. Порядок аттестации поверителей средств измерений

ГОСТ РВ 8.576-2000.

ГОСТ РВ 20.39.309-98.

ГОСТ 12.2.007.0-75. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

## **2 Определения, обозначения и сокращения**

МП – микропроцессор;

ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КО – контрольный осмотр;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

СИ – средства измерений;

DDS – цифровой синтезатор;

ФНЧ – фильтр низкой частоты;

SPI – последовательный периферийный интерфейс;

CS – выбор кристалла;

ТТЛ – транзисторно-транзисторная логика;

ППЗУ – перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство;

ШИМ – широтно-импульсный модулятор.

### 3 Требования безопасности

3.1 По требованиям безопасности эксплуатации генератор сигналов низкочастотный ГЗ-137 соответствует ГОСТ РВ 20.39.309 и ГОСТ Р 51350 категории монтажа II, степень загрязнения 2 и относится к классу 1 ГОСТ 12.2.007.0-75 по способу защиты от поражения электрическим током.

3.2 Заземление генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137 осуществляется через кабель сетевой, подключаемый к сетевому разъему и к трехполюсной розетке сети или через клемму защитного заземления.

Следует проверять надежность заземления при подключении генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137 к сети.

3.3 В процессе ремонта при проверке элементов нельзя допускать соприкосновения с токонесущими элементами, так как в генераторе сигналов низкочастотном ГЗ-137 имеется переменное напряжение сети 220 В.

Замена элементов (включая предохранители) должна производиться только при отключенном от сети кабеле питания.

**ВНИМАНИЕ!** Любой разрыв линии защитного заземления при обрыве проводника внутри генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137, в кабеле сетевом или нарушении контакта в разъемах может сделать его опасным. Любое отсоединение заземления запрещено.

## 4 Описание генератора и принципа его работы

### 4.1 Назначение

Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-137 (в дальнейшем – генератор) ПШФИ.411652.003, представляет собой источник синусоидальных электрических колебаний повышенной мощности в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-2}$  до  $5 \cdot 10^5$  Гц. Внешний вид генератора приведен на рисунке 4.1.

Генератор предназначен для эксплуатации в частях и подразделениях технического обслуживания ВВТ, арсеналах, базах, ремонтных предприятиях, метрологических частях и подразделениях Минобороны России.

Номер свидетельства от утверждения типа СИ – ОС.С.35.018.В № 40922.

Свидетельство об утверждении типа СИ выдано – 12 марта 2020 года Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

Регистрационный номер в Государственном реестре СИ – 45286-10.

### 4.2 Условия окружающей среды

#### 4.2.1 Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С от 0 до 40;
- влажность окружающего воздуха при температуре до 30 °С, % до 90;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84 до 106 (от 630 до 795);
- напряжение питающей сети, В  $220 \pm 22$  частотой  $(50,0 \pm 0,5)$  Гц;
- или напряжением питающей сети, В  $220 \pm 11$  частотой  $(400 \begin{smallmatrix} +28 \\ -12 \end{smallmatrix})$  Гц.

#### 4.2.2 Нормальные условия эксплуатации

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$ ;
- влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84 до 106 (от 630 до 795);
- напряжение питающей сети, В  $220 \pm 22$  частотой  $(50,0 \pm 0,5)$  Гц;
- или напряжением питающей сети, В  $220 \pm 11$  частотой  $(400 \begin{smallmatrix} +28 \\ -12 \end{smallmatrix})$  Гц.

### 4.3 Состав генератора

4.3.1 Состав комплекта поставки генератора должен соответствовать данным, приведенным в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав комплекта поставки генератора ГЗ-137

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
1 Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-137	ПШФИ.411652.003	1	
2 Комплект комбинированный в составе:	ПШФИ.411918.006	1	
- кабель питания	RPC-186-1-1.8	1	Для подключения к сети
- делитель 1:100, 10 W	ПШФИ.468548.005	1	Для ремонта, поверки
- нагрузка симметричная 5 Ω , 10 W	ПШФИ.468548.007	1	Для ремонта, поверки
- нагрузка несимметричная 50 Ω , 10 W	ПШФИ.468548.006	1	Для ремонта, поверки
- нагрузка симметричная 50 Ω , 10 W	ПШФИ.468548.008	1	Для ремонта, поверки
- нагрузка симметричная 600 Ω , 10 W	ПШФИ.468548.009	1	Для ремонта, поверки
- нагрузка симметричная 5 к Ω , 10 W	ПШФИ.468548.010	1	Для ремонта, поверки
- кабель ВЧ	АКЯЦ.685661.014	1	Для ремонта, поверки
- перемычка	ПШФИ. 741452.001	1	Для замыкания клемм "СР. ВЫВОД" и « ⊥ »
- кабель НЧ	ПШФИ.685622.026	1	Для подключения симметричных нагрузок
3 Одиночный комплект ЗИП-О в составе:			
- вставка плавкая ВП2Б-1В 3,15 А 250 В	ОЮ0.481.005ТУ-Р	1	Для ремонта
4 Программное обеспечение	ПШФИ.000006-01	1	Компакт-диск (CD-R)
5 Руководство по эксплуатации	ПШФИ.411652.003РЭ	1	Для работы и проведения поверки
6 Формуляр	ПШФИ.411652.003ФО	1	Для учета работы при эксплуатации
7 Укладочно-транспортная тара	ПШФИ.323361.007	1	Для хранения и транспортирования



Рисунок 4.1 – Внешний вид генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137

## 4.4 Технические характеристики

### 4.4.1 Функциональные характеристики

4.4.1.1 Диапазон воспроизведения частоты напряжения синусоидальной формы, Гц:

- на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » (волновое сопротивление 50 Ом) от  $1 \cdot 10^{-2}$  до  $5 \cdot 10^5$ ;

- на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » (трансформаторный выход) от  $2 \cdot 10^1$  Гц до  $3 \cdot 10^5$ .

Дискретность перестройки частоты напряжения синусоидальной формы,  
Гц 0,001.

4.4.1.2 Абсолютная погрешности установки частоты, Гц,  
не более  $\pm (5 \cdot 10^{-6} \cdot F_n + 1 \cdot 10^{-6})$ ,  
где  $F_n$  – номинальное значение установленной частоты, Гц.

4.4.1.3 Нестабильность частоты напряжения синусоидальной формы в течение  
15 мин работы, Гц, не более  $3 \cdot 10^{-6} \cdot F_n$ .

4.4.1.4 Диапазон установки среднеквадратического значения напряжения синусои-  
дальной формы на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » при внешней нагрузке 50 Ом,  
В, от  $2 \cdot 10^{-2}$  до 22,4.

4.4.1.5 Дискретность установки уровня выходного напряжения на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » ге-  
нератора, мВ 3.

4.4.1.6 Абсолютная погрешность установки уровня выходного  
напряжения синусоидальной формы на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора, В,  
не превышает  $\pm (0,025 \cdot U_n + 0,002)$ ,  
где  $U_n$  – номинальное значение установленного напряжения, В.

4.4.1.7 Делитель 1:100 (ПШФИ.468548.005) обеспечивает ослабление сигнала, дБ,  
не менее 40.

Относительная погрешность ослабления делителем, дБ,  $\pm 0,3$ .

4.4.1.8 Нестабильность уровня выходного напряжения синусоидальной формы на  
выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора за любые 3 часа работы, %, не более 1.

4.4.1.9 Неравномерность уровня выходного напряжения синусоидальной формы на  
выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » относительно уровня выходного напряжения на частоте 1 кГц, %, не превы-  
шает:

- в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-2}$  до  $1 \cdot 10^1$   $\pm 7,5$ ;
- в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^1$  до  $5 \cdot 10^5$   $\pm 6,0$ .

4.4.1.10 Диапазон установки среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » генератора при симметричных и несимметричных нагрузках, мВ:

- на нагрузке 5 Ом от 6 до  $6,2 \cdot 10^3$ ;
- на нагрузке 50 Ом от 19 до  $19,5 \cdot 10^3$ ;
- на нагрузке 600 Ом от 65 до  $68 \cdot 10^3$ ;
- на нагрузке 5 кОм от 190 до  $195 \cdot 10^3$ .

4.4.1.11 Дискретность установки уровня выходного напряжения на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » генератора, мВ:

- на нагрузке 5 Ом 1;
- на нагрузке 50 Ом 3;
- на нагрузке 600 Ом 10;
- на нагрузке 5 кОм 30.

4.4.1.12 Абсолютная погрешность установки выходного напряжения на выходе

« $\text{G} \rightarrow 2$ » генератора, В, не превышает:

- на нагрузке 5 Ом  $\pm (0,1 \cdot U_H + 0,003)$ ;
- на нагрузке 50 Ом  $\pm (0,1 \cdot U_H + 0,01)$ ;
- на нагрузке 600 Ом  $\pm (0,1 \cdot U_H + 0,03)$ ;
- на нагрузке 5 кОм  $\pm (0,1 \cdot U_H + 0,1)$ .

4.4.1.13 Асимметрия уровня выходного напряжения синусоидальной формы на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » при симметричных нагрузках 5, 50, 600 Ом и 5 кОм, %, не превышает 5.

4.4.1.14 Коэффициент гармоник выходного напряжения синусоидальной формы на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » при максимальном уровне выходного напряжения на внешней нагрузке 50 Ом, %, не превышает:

- в диапазоне частот от 0,01 до 49,999 Гц 0,05;
- в диапазоне частот от 50 до 499,999 Гц 0,02;
- в диапазоне частот от 0,5 до 39,999999 кГц 0,005;
- в диапазоне частот от 40 до 149,999999 кГц 0,05;
- в диапазоне частот от 150 до 500 кГц 0,5.

4.4.1.15 Коэффициент гармоник выходного напряжения при максимальном уровне выходного напряжения на выходе « $\rightarrow 2$ » в диапазоне частот от  $2 \cdot 10^1$  до  $3 \cdot 10^5$  при внешних нагрузках 5, 50, 600 Ом или 5 кОм, %, не превышает 1.

4.4.1.16 На выходе « $\rightarrow \text{ff}$ » (на внешней нагрузке сопротивлением не менее 600 Ом и ёмкостью не более 12 пФ, подключенной кабелем ВЧ из комплекта комбинированного) генератор формирует сигнал прямоугольной формы с амплитудой импульса не менее 10 В, скважностью  $2,0 \pm 0,5$  и длительностью фронта и среза, мкс, не более 0,25.

4.4.1.17 На выходе « $\rightarrow \text{TTL}$ » (на внешней нагрузке сопротивлением не менее 600 Ом и ёмкостью не более 12 пФ, подключённой кабелем ВЧ из комплекта комбинированного) генератор должен формировать сигнал прямоугольной формы с уровнями ТТЛ:

уровень логической «1», В, не менее	2,4;
уровень логического «0», В, не более	0,8;
скважность	$2,0 \pm 0,5$ ;
длительность фронта и среза, мкс, не более	0,25;

4.4.1.18 На выходах « $\rightarrow 0^\circ$ » и « $\rightarrow 90^\circ$ » (на внешних нагрузках сопротивлением не менее 600 Ом и ёмкостью не более 300 пФ, подключенными кабелем ВЧ из комплекта комбинированного) генератор формирует синусоидальные сигналы с фазовым сдвигом  $90^\circ$  и действующими значениями (при выходном напряжении 23 В) В,  $2,5 \pm 0,75$ .

Относительная погрешность фазового сдвига не превышает, %  $\pm 1$ .

4.4.1.19 На выходе « $\rightarrow 5 \text{ МГц}$ » на внешней нагрузке сопротивлением 600 Ом генератор формирует сигнал опорной частоты прямоугольной формы частотой 5 МГц напряжением, В, не менее 0,15.

Абсолютная погрешность опорного сигнала по частоте не превышает, Гц  $\pm 25$ .

4.4.1.20 Генератор работает от внешнего источника опорного напряжения частотой  $5 \text{ МГц} \pm 100 \text{ Гц}$ ,  $10 \text{ МГц} \pm 200 \text{ Гц}$  или  $20 \text{ МГц} \pm 400 \text{ Гц}$  при среднеквадратическом значении входного напряжения, В от 0,1 до 1.

4.4.1.21 Генератор обеспечивает ручное и автоматизированное управление режимами работы. Ручное управление осуществляется с помощью органов управления на передней панели генератора. Автоматизированный режим – через интерфейсы USB 2.0, RS-232. В автоматизированном режиме генератор выполняет считывание показаний и установку параметров выходного сигнала.

#### 4.4.2 Безопасность

4.4.2.1 По требованиям к безопасности генератор соответствует ГОСТ РВ 20.39.309, ГОСТ Р 51350 и ГОСТ 12.2.007 (класс защиты 1).

4.4.2.1.1 Электрическая изоляция сетевых цепей относительно корпуса генератора выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение, В (средне-квадратическое значение):

- в нормальных условиях применения 1500;
- в условиях повышенной влажности окружающего воздуха 900.

4.4.2.2 Электрическое сопротивление изоляции сетевых цепей относительно корпуса генератора, МОм, не менее:

- в нормальных условиях применения 20;
- в условиях повышенной влажности окружающего воздуха 1.

4.4.2.3 Электрическое сопротивление между зажимом защитного заземления и доступными токопроводящими частями корпуса генератора, Ом, не более 0,1.

#### 4.4.3 Общие данные

4.4.3.1 Генератор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании его от сети переменного тока среднеквадратическим значением напряжения  $(220 \pm 22)$  В, частотой  $(50,0 \pm 0,5)$  Гц или  $(220 \pm 11)$  В частотой  $(400_{-12}^{+28})$  Гц.

4.4.3.2 Полная мощность, потребляемая генератором от сети питания, В·А, не более 100.

4.4.3.3 Конструктивное исполнение генератора соответствует чертежам ПШФИ.411652.003.

Габаритные размеры генератора, укладочно-транспортной тары приведены на рисунках 4.2, 4.3.

4.4.3.4 Масса генератора, кг, не более:

- без упаковки 9;
- в укладочно-транспортной таре 19.

4.4.3.5 Генератор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, с момента включения, мин, не более 15.

- 4.4.3.6 Генератор допускает непрерывную работу в рабочих условиях применения при сохранении своих технических характеристик в пределах норм, установленных ТУ, в течение времени, ч, не менее 24.
- 4.4.3.7 Средняя наработка на отказ генератора, ч, не менее 15000.
- 4.4.3.8 Гамма процентный ресурс генератора при доверительной вероятности, равной 0,95, ч, не менее 15000.
- 4.4.3.9 Гамма-процентный срок службы генератора при доверительной вероятности, равной 0,95, лет, не менее 15.
- 4.4.3.10 Гамма-процентный срок сохраняемости генератора при доверительной вероятности, равной 0,95, лет, не менее:
- для отапливаемых хранилищ 10;
  - для неотапливаемых хранилищ 5.
- 4.4.3.11 Среднее время восстановления работоспособного состояния генератора, мин, не более 180.
- 4.4.3.12 Вероятность отсутствия скрытых отказов генератора за межповерочный интервал 12 мес. при среднем коэффициенте использования, равном 0,1, не менее 0,95.

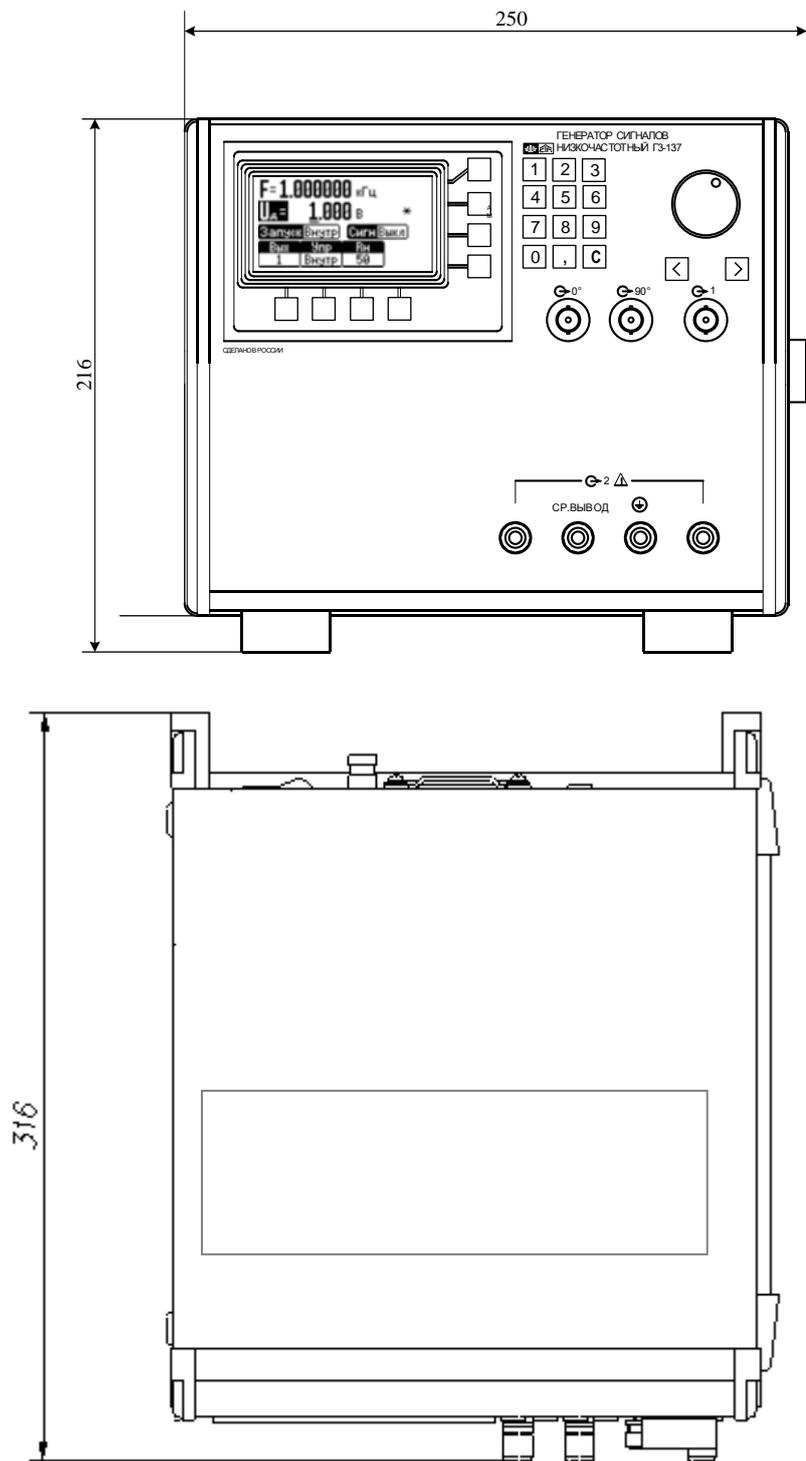


Рисунок 4.2 – Габаритные размеры генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137

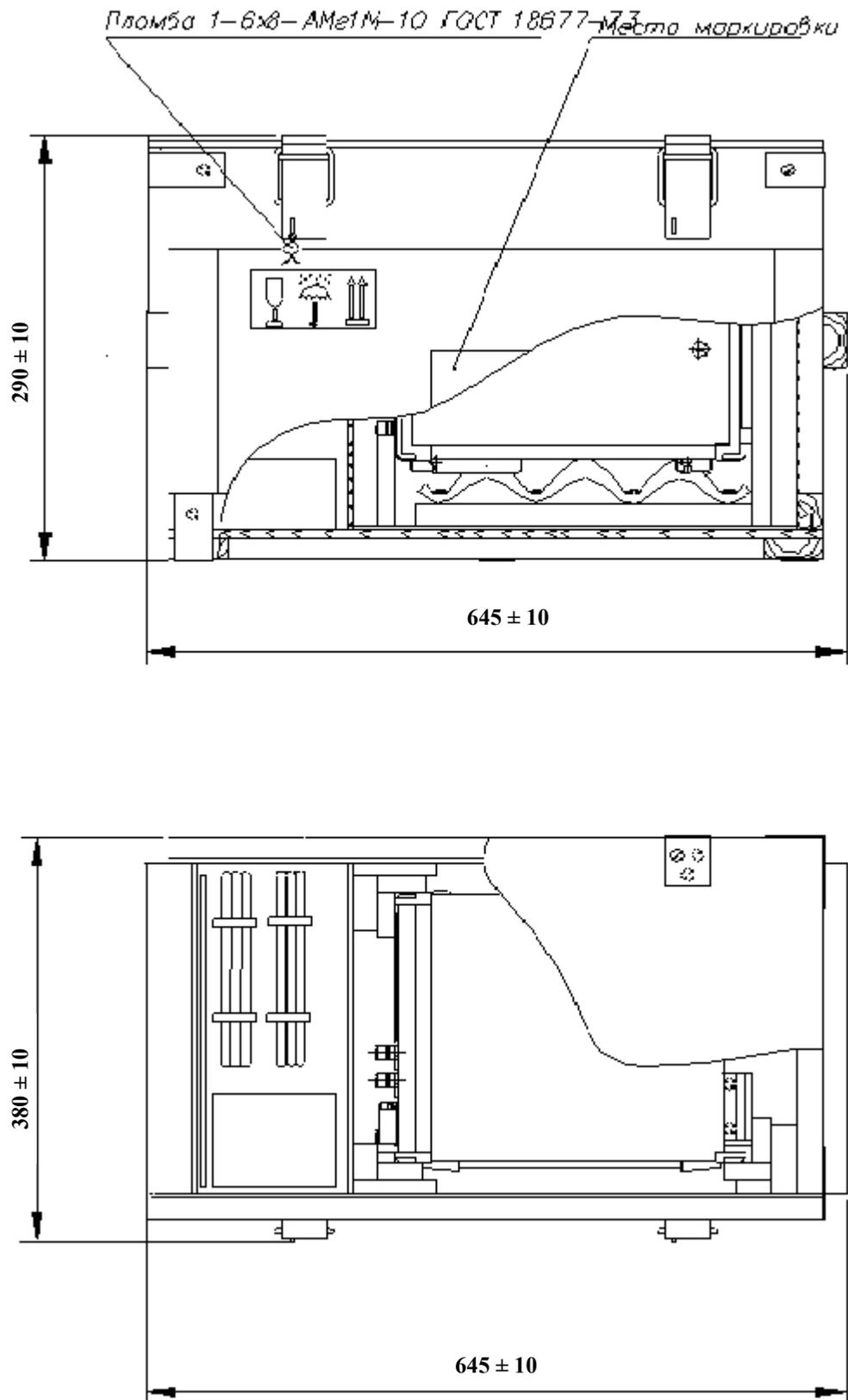


Рисунок. 4.3 – Габаритные размеры укладочно-транспортной тары

## 4.5 Устройство и работа генератора

### 4.5.1 Описание генератора по структурной схеме

Структурная схема генератора приведена на рисунке 4.4.

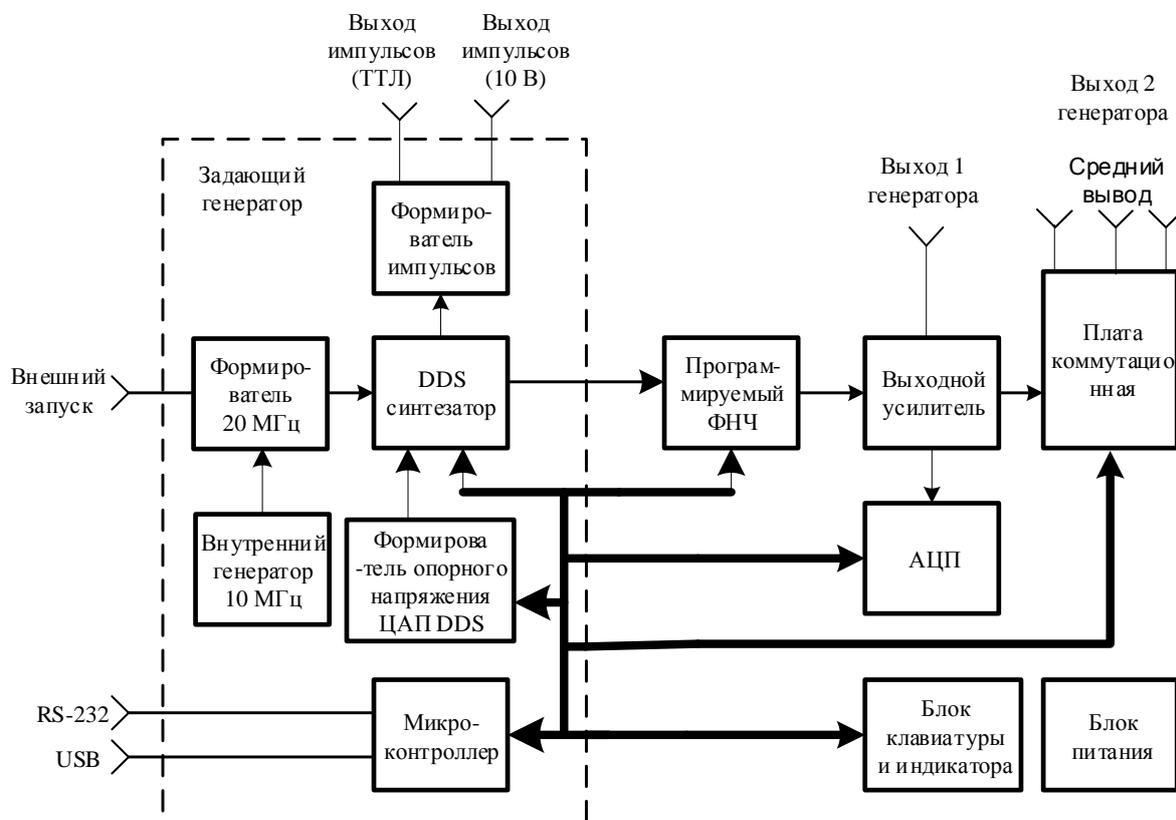


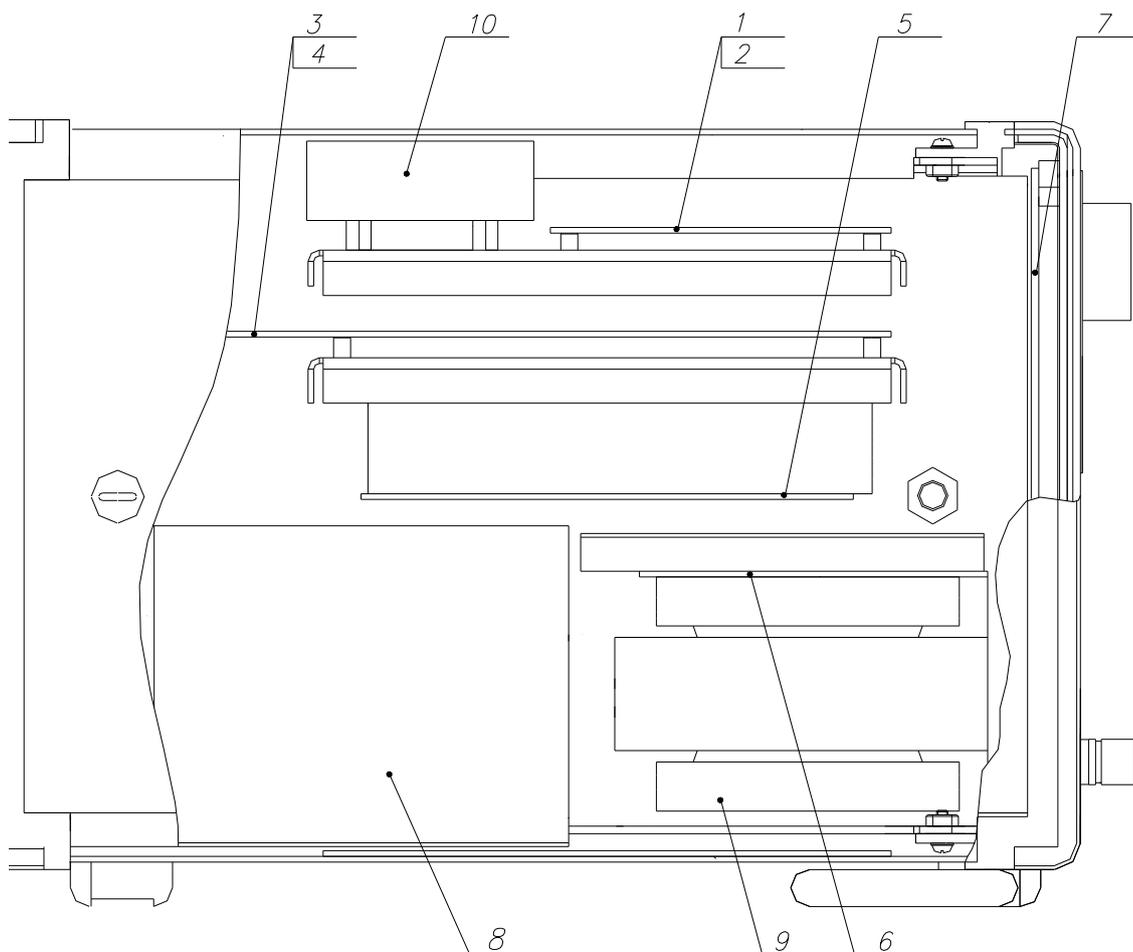
Рисунок 4.4 - Структурная схема генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137

Схема электрическая принципиальная генератора с перечнем элементов приведена в части 2 руководства по эксплуатации.

Состав генератора:

- задающий генератор ПШФИ.411656.003;
- программируемый фильтр НЧ ПШФИ.468800.002;
- блок клавиатуры ПШФИ.468314.004;
- усилитель выходной ПШФИ.411181.002;
- плата коммутационная ПШФИ.468340.002;
- преобразователь аналого-цифровой ПШФИ.411614.001;
- блок питания ПШФИ.436234.006;
- модуль защиты МРМ4 – С1АМУ БКЯЮ.436434.150 - 01.

Расположение блоков генератора показано на рисунке 4.5.



1. Усилитель выходной;
2. Преобразователь аналого-цифровой;
3. Задающий генератор;
4. Фильтр НЧ- программируемый;
5. Блок питания;
6. Коммутационная плата;
7. Блок клавиатуры;
8. Трансформатор НЧ;
9. Трансформатор ВЧ;
10. Транзисторы оконечного каскада усилителя выходного.

Рисунок 4.5 – Расположение блоков генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137

*Блок клавиатуры и индикатора* – обеспечивает ввод команд управления генератором и индицирует текущий режим работы и установленные параметры сигнала.

*Микроконтроллер* – однокристальная микро-ЭВМ, реализующая основной алгоритм управления генератором и обрабатывающая команды пользователя, поступающие с клавиатуры или по интерфейсам USB 2.0 или RS-232 от ПЭВМ.

*DDS синтезатор* – устройство прямого цифрового синтеза аналогового синусоидального сигнала. Устройство содержит одну микросхему DDS позволяющую получить аналоговый синусоидальный сигнал в заданном диапазоне частот и с заданной дискретностью перестройки частоты.

*Программируемый фильтр низкой частоты (ФНЧ)* – обеспечивает необходимую полосу пропускания синтезируемого сигнала и достаточное затухание гармонических составляющих сигнала для получения заданного коэффициента гармоник выходного синусоидального сигнала генератора в полосе синтезируемых частот от 10 Гц до 500 кГц.

*Формирователь опорного напряжения цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) DDS* – необходим для получения на выходе ЦАП микросхемы DDS уровней напряжения и дискретности установки уровней напряжения синусоидального сигнала в заданном диапазоне.

*Формирователь импульсов* – преобразует синусоидальный сигнал с выхода микросхемы DDS в импульсы положительной полярности в уровнях ТТЛ и с размахом напряжения импульсов 10 В во всём диапазоне частот.

*Внутренний опорный генератор 10 МГц* – вырабатывает сигнал частотой 10 МГц с погрешностью и стабильностью, обеспечивающими необходимые параметры выходного синусоидального сигнала генератора.

*Формирователь 20 МГц* – предназначен для преобразования внутренней и внешней опорной частоты 5 МГц, 10 МГц, 20 МГц в частоту 20 МГц, необходимую для запуска микросхемы DDS. При внешней опорной частоте погрешность частотных параметров выходного синусоидального сигнала генератора будет определяться параметрами внешнего генератора.

*Выходной усилитель* – масштабирует уровень напряжения с выхода программируемого ФНЧ до заданных выходных уровней напряжения генератора. Усилитель имеет два выхода: прямой и трансформаторный. Выходное сопротивление усилителя не более 5 Ом.

*Плата коммутационная* – осуществляет переключение выходного напряжения трансформаторного выхода усилителя в зависимости от подключаемой нагрузки к трансформаторному выходу усилителя.

*АЦП* – осуществляет преобразование аналогового сигнала с выхода выходного усилителя в цифровой 14 – разрядный двоичный код. АЦП стоит в цепи цифровой обратной связи, стабилизирующей выходной уровень напряжения генератора в заданных пределах и минимизирующей постоянную составляющую выходного напряжения генератора в пределах  $\pm 10$  мВ.

*Блок питания* – выдает необходимые напряжения питания, преобразуя входное напряжение переменного тока 220 В, частотой 50 или 400 Гц. Блок питания построен по принципу импульсного полумостового преобразователя напряжения с широтно-импульсной обратной связью и дополнительными линейными стабилизаторами.

После подачи питания клавишным переключателем на задней панели, генератор переходит в режим подготовки к работе. В этом режиме происходит инициализация микропроцессоров на плате задающего генератора и в блоке клавиатуры, проверка связи микропроцессора в блоке клавиатуры с микропроцессором на плате задающего генератора, установка начальных параметров генератора (устанавливаются параметры, которые были при последнем выключении генератора, при этом параметр «СИГНАЛ ВКЛ / ВЫКЛ» – в состоянии "СИГНАЛ ВЫКЛ").

По окончании данного процесса генератор ожидает ввода команд пользователя.

## **4.6 Описание и работа составных частей генератора**

### **4.6.1 Устройство и работа задающего генератора ПШФИ.411656.003**

Задающий генератор является центральным связующим узлом генератора, который выполняет функции управления, контроля и синтеза аналогового сигнала синусоидальной формы.

Структурная схема задающего генератора приведена на рисунке 4.4.

Опорный генератор 10 МГц вырабатывает частоту 10 МГц с использованием промышленного генератора ГК 99 – ТК – 10,0М – В – 1 ТУ 6329-035-07614320-01. Усилитель, собранный на транзисторе VT3, обеспечивает оптимальное сопротивление нагрузки для генератора ГК 99 – ТК – 10,0М – В – 1. Сигнал с коллектора VT3 через контакты реле К1 поступает на компаратор микросхема D4 и далее на полосовой фильтр 20 МГц и на усилитель-ограничитель D6, с выхода которого сигнал 20 МГц поступает на входы 68, 69 микросхемы D8 DDS(AD9854).

Внешняя опорная частота поступает на вход X3 задающего генератора, ограничивается цепочкой R2, VD3, усиливается усилителем D1 и через контакты реле К1 (при этом генератор ГК 99 – ТК отключается) поступает на вход компаратора D4. С выхода компаратора продифференцированный сигнал поступает на полосовой фильтр, где выделяется напряжение гармоникой частотой 20 МГц и далее, через усилитель-ограничитель D6, сигнал 20 МГц поступает на входы 68,69 микросхемы D8 DDS(AD9854).

DDS синтезатор собран на микросхеме D8. Программирование микросхемы D8 осуществляется от микроконтроллера по последовательному каналу SPI при подаче сигнала CS\_DDS. На выходе D8 установлен ФНЧ с частотой среза 500 кГц, что соответствует максимальной синтезируемой частоте. Усилители D15 и D16 усиливают напряжение с выходов ФНЧ (500 кГц) синусоидального и косинусоидального сигналов соответственно. Усилители D14.1 и D14.2 масштабируют эти сигналы до уровня не менее 2,5 В. С выхода усилителей D14 сигнал поступает на выходы « 0°» и « 90°» генератора.

На вход 56 (DACRSET) микросхемы D8 подаётся напряжение от 0 до 1,25 В, которое управляет выходным током ЦАП, что позволяет изменять амплитуду выходного напряжения генератора от 10 мВ до 10 В с дискретностью 1 мВ.

Формирователь опорного напряжения ЦАП DDS D8 состоит из 14-разрядного ЦАП (микросхема D9) с токовым выходом управляемого микроконтроллером и микросхемы масштабирующего усилителя D11, точная настройка масштабирующего усилителя производится резистором R47.

Формирователь импульсов ТТЛ выполнен на микросхемах D13 и D17. Синусоидальный сигнал с выхода D14.2 поступает на вход усилителя D13. С выхода усилителя через ограничитель R70 и VD10 поступает на вход компаратора D17. С выхода компаратора D17 сигнал через защитное сопротивление поступает на разъём X9 и далее на разъём « TTL» на задней панели генератора. Для уменьшения дребезга выходного напряжения компаратора на низких частотах в него введён гистерезис за счёт положительной обратной связи R75, R78. Одновременно сигнал ТТЛ с выхода D17 поступает через ограничительную цепочку R85, VD12, VD13 на вход импульсного усилителя (микросхема D18.1), где формируется двуполярный импульс с размахом напряжения не менее 10 В. С выхода усилителя D18.1 сигнал поступает на выход « TTL» генератора.

Контроллер управления выполнен с применением однокристального микропроцессора ATMEGA 128L-8AI (микросхема D5). В состав контроллера также входят:

- контроллеры интерфейсов RS232 (микросхема D3) и USB 2.0 (микросхема D2), осуществляющие связь с внешней ПЭВМ;
- оперативное запоминающее устройство 32К x 8 байт микросхема D10;
- программируемая логическая интегральная микросхема D20 с конфигурационным ППЗУ D19. В микросхеме ПЛИС D20 реализована шинная организация микроконтроллера, где внешние устройства по отношению к микропроцессору являются ячейками памяти в поле адресов ОЗУ микропроцессора.

Также в ПЛИС D20 реализованы:

- входные / выходные параллельные регистры связи с внешними устройствами;
- канал последовательной связи SPI для программирования микросхемы DDS D8, микросхемы ЦАП регулирования постоянной составляющей на плате выходного усилителя и для связи с микропроцессором в блоке клавиатуры;
- пиковый вольтметр для измерения амплитуды и постоянной составляющей напряжения с выхода выходного усилителя, при этом используются цифровые коды с платы АЦП;

- генератор стробирования для аналого-цифрового преобразователя на плате АЦП (выходная частота генератора ~ 800 кГц с девиацией частоты ~ 5 %);
- формирователь сигнала опорной частоты 5 МГц.

#### **4.6.2 Устройство и работа программируемого фильтра НЧ ПШФИ.468800.002**

Программируемый фильтр низкой частоты представляет собой фильтр Баттерворта восьмого порядка с затуханием на октаву не менее 30 дБ. Фильтр построен на четырех последовательно соединённых фильтрах второго порядка.

Синусоидальный сигнал по кабелю поступает на вход X2 фильтра, проходит через контакты реле К5.2 и поступает на вход первого фильтра второго порядка (микросхема D1). Регулирование коэффициента передачи ФНЧ осуществляется резистором R9. В диапазоне частот генератора от 10 Гц до 500 кГц сигнал проходит через ФНЧ, на всех остальных частотах генератора сигнал проходит на разъём X3, минуя ФНЧ. В каждом фильтре второго порядка диапазон управления полосой пропускания разбит на 3 поддиапазона – от 10 Гц до 2 кГц, от 2 до 10 кГц и от 10 до 500 кГц, для этого происходит переключение конденсаторов С9, С10, С11, С12, С29, С30, С31, С32, С86, С87 через контакты реле К1 и К6. Управление полосой пропускания производится программированием сдвоенного ЦАП микросхемы D3. С выхода 1 микросхемы D5 сигнал поступает на вход второго фильтра второго порядка (микросхема D7). Работа второго, третьего и четвёртого каскадов фильтра аналогична первому каскаду.

Транзисторные ключи VT1 – VT11 служат для управления переключением реле К1 – К11.

#### **4.6.3 Устройство и работа блока клавиатуры ПШФИ.468314.004**

Блок клавиатуры предназначен для индикации текущего режима работы генератора, установленных параметров выходного сигнала и ввода команд управления при работе в режиме ручного управления. Схема электрическая принципиальная блока клавиатуры представлена в части 2 руководства по эксплуатации. Структурная схема приведена на рисунке 4.6.

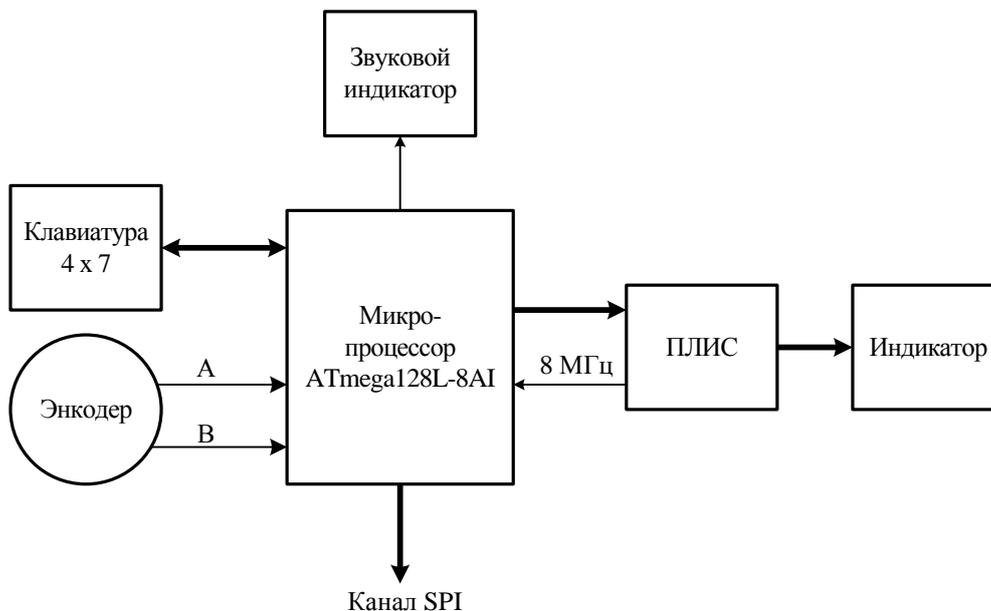


Рисунок 4.6 – Структурная схема блока клавиатуры

Микропроцессор (микросхема D3) определяет код нажатой кнопки SB1 – SB27, обслуживает прерывание от энкодера В1, выдаёт напряжение с частотой около 1 кГц на звуковой индикатор, отправляет и принимает по каналу SPI данные к / от микроконтроллера на плате задающего генератора, выдаёт данные для отображения на индикаторе на микросхему ПЛИС D5.

На ПЛИС D5 собран контроллер управления жидкокристаллическим индикатором ИЖГ-115 с разрешением 120 x 64 элементов в матрице. На микросхеме G1 CPPL-C7-L-A7BR-80.0M-PD собран генератор 80 МГц для функционирования микросхемы ПЛИС D5. На ПЛИС также сформирован генератор 8 МГц, необходимый для работы микропроцессора D3. Микросхема D4 является конфигурационным ППЗУ для микросхемы ПЛИС.

#### 4.6.4 Устройство и работа выходного усилителя ПШФИ.411181.002

Выходной усилитель предназначен для масштабирования выходного напряжения генератора и обеспечения заданной мощности в цепи нагрузки. Схема электрическая принципиальная выходного усилителя представлена в части 2 руководства по эксплуатации.

Сигнал с выхода ФНЧ поступает на разъём X 2 платы выходного усилителя и, далее, на вход предварительного усилителя D1.1, резистор R6 служит для точной настройки коэффициента передачи выходного усилителя. С выхода 1 микросхемы D1.1 сигнал через резистор R9 поступает на вход 5 операционного усилителя D1.2, который является суммирующим усилителем и обеспечивает основное усиление. Через резистор R8 подаётся напряжение

предварительной компенсации постоянной составляющей на выходе усилителя. Через резистор R14 подаётся напряжение автоматической компенсации постоянной составляющей, которое поступает с микросхемы ЦАП D8 и масштабирующего усилителя D2, автоматическая компенсация производится в пределах  $\pm 500$  мВ. Через резистор R10 поступает напряжение обратной связи с выходного каскада усилителя, при этом коэффициент передачи выходного усилителя равен 3. Цепочка R54, C33 предотвращает самовозбуждение усилителя на высоких частотах.

С выхода 7 операционного усилителя D1.2 сигнал поступает на входы двух транзисторных усилителей VT3, VT4, включённых по схемам с общей базой и служащих для согласования выхода операционного усилителя D1.2 с фазоинвертором VT5, VT6. Фазоинвертор собран по схеме с общим эмиттером с динамической нагрузкой, при положительной полуволне сигнала транзистор VT5 открывается, а транзистор VT6 закрывается и, наоборот, при отрицательной полуволне сигнала транзистор VT6 открывается, а транзистор VT5 закрывается. Таким образом, на выходе фазоинвертора, при напряжении питания усилителя  $\pm 50$  В, получаем амплитуду сигнала более 23 В. Диоды VD5, VD6 служат для температурной стабилизации режимов транзисторов VT5, VT6 и для создания начального смещения транзисторов выходного каскада, обеспечивая при этом ток покоя выходных транзисторов 40 мА. Источники тока на транзисторах VT1 и VT2, обеспечивают режим работы транзисторов фазоинвертора. Резисторами R20 и R21 устанавливается начальный ток через транзисторы VT5, VT6 равный 20 мА.

Выходной каскад (транзисторы VT11, VT12) собран по схеме с общим истоком, резисторы R35 – R47 служат для температурной стабилизации выходного каскада.

С выхода выходного каскада сигнал поступает на цепочку обратной связи R10, C9 и через резисторы R48, R55 на разъём X3, откуда выходной сигнал поступает на плату АЦП. Через резисторы R50– R53, контакты реле К1 – на разъём X5 и далее на переднюю панель на выход « 1» или на разъём X4 и далее на трансформаторы НЧ и ВЧ.

Транзисторы VT7 – VT10 служат для защиты транзисторов выходного каскада от кратковременных коротких замыканий выходов « 1» и « 2» генератора.

С эмиттеров транзисторов VT7, VT8 снимается информация о перегрузке усилителя, которая поступает на выпрямитель микросхемы D5, D6 и далее на компаратор D3, положительный перепад напряжения с которого, поступает на микропроцессор и с выхода генератора отключается напряжение, при этом параметр "СИГНАЛ ВКЛ/ ВЫКЛ" устанавливается в состояние "СИГНАЛ ВЫКЛ".

#### **4.6.5 Устройство и работа АЦП ПШФИ.411614.001**

АЦП осуществляет преобразование аналогового сигнала с выхода выходного усилителя в цифровой 14-разрядный двоичный код. Схема электрическая принципиальная выходного усилителя приведена в части 2 руководства по эксплуатации.

Собственно аналого-цифровой преобразователь выполнен на микросхеме D7 (AD9240), входной диапазон преобразуемых напряжений у которой находится в пределах от 0 до 2 В. Для преобразования действующего значения напряжения 23 В с выхода выходного усилителя в напряжение 2 В, необходимое для работы микросхемы D7, установлены масштабирующие усилители D5.1, D5.2 и источник опорного напряжения + 2,5 В (микросхема D6). При напряжении с выхода выходного усилителя от 0,766 до 23 В коэффициент передачи усилителя D5.1 равен 1, а при напряжении от 0,02 до 0,766 В – 2,2. Переключение осуществляется с помощью контактов реле K1.

С разъёма X3 цифровой код поступает на плату задающего генератора.

#### **4.6.6 Устройство и работа платы коммутационной ПШФИ.468340.002**

Плата коммутационная осуществляет переключение, в зависимости от установленной частоты генератора, трансформаторов НЧ и ВЧ к выходу выходного усилителя, а также переключение вторичных обмоток трансформаторов в зависимости от внешней нагрузки.

Сигнал с разъёма X1 поступает на контакты реле K5 и далее на первичные обмотки трансформаторов НЧ или ВЧ (технические данные трансформаторов НЧ и ВЧ приведены в приложении А). Выходные обмотки трансформаторов на выход «2» переключаются реле K7, средние выводы обмоток переключаются реле K11. Вторичные обмотки трансформаторов НЧ и ВЧ переключаются реле K1 – K4, K6, K8 – K10.

Транзисторы VT1 – VT11 служат для управления напряжением переключения реле, а сигналы управления поступают на разъём X2 с платы задающего генератора.

#### **4.6.7 Устройство и работа блока питания генератора ПШФИ.436234.006**

Основные технические характеристики блока питания приведены в таблице 4.5

Таблица 4.5

Номинал напряжения, В	$\pm 50$	$\pm 15$	+ 4
Ток нагрузки, мА	500	600	3000
Пульсации напряжения, %	1	1	1...3
Пульсации тока, %	1	1	1...3
Нестабильность напряжения, %	1	1	1...3
Нестабильность тока, %	1	1	1...3
Мощность в нагрузке, Вт	25	18	12

В состав схемы блока питания входят сетевой фильтр, входной выпрямитель, сглаживающий фильтр, схема начального запуска, ШИМ модулятор, драйвер выходного каскада, переключающее устройство, трансформатор, выходные выпрямители, выходные фильтры, линейные стабилизаторы.

Сетевое напряжение через разъём X2 поступает на помехоподавляющий фильтр, собранный на двухобмоточном дросселе L1 и конденсаторе C16. NTC термистор R14 служит для ограничения тока зарядки конденсаторов C27, C28 при включении. Варистор R19 служит для ограничения максимального напряжения на входе преобразователя и защиты от импульсных помех. Далее сетевое напряжение поступает на входной выпрямитель VD9 и сглаживающий фильтр на конденсаторах C27, C28. Через резистор R136 происходит начальный запуск ШИМ модулятора D1 и драйвера выходного каскада D2. Как только преобразователь заработает, с выводов обмотки 1,14 трансформатора T3 поступит основное напряжение питания схемы возбуждения. В её цепь питания входят выпрямитель на диоде VD7 и сглаживающий фильтр на конденсаторах C10, C13.

На микросхеме D1 собран ШИМ-модулятор. Его структурная схема приведена на рисунке 4.7.

В состав ШИМ-модулятора входят:

- осциллятор, частота которого задается с помощью резистора R8 и конденсатора C3.

При указанных в электрической схеме номиналах она равна 150 кГц;

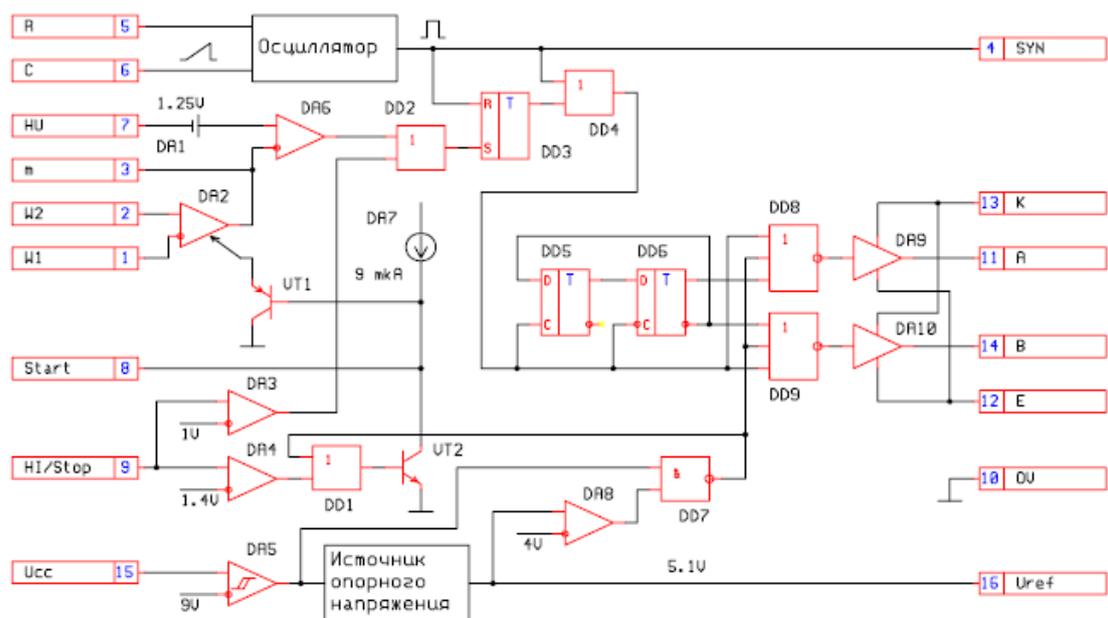


Рисунок 4.7 – Структурная схема ШИМ-модулятора

- компараторы DA2, DA6. Микросхема DA2 сравнивает напряжение на делителе из резисторов R3, R4 с напряжением, приходящим с петли ООС, собранной на микросхеме D6 и оптроне V2. Микросхема DA6 сравнивает пилообразное напряжение генератора с напряжением ошибки, вырабатываемое компаратором DA2;

- логические элементы DD2-DD9 вырабатывают два противофазных сигнала с регулируемой скважностью для управления мощными транзисторами инвертора;

- источник опорного напряжения 5,1 В;

- схема плавного запуска на транзисторе VT1 (рисунок 4.7). Сюда же на вывод 8 подключена цепь защиты от превышения температуры платы источника питания свыше 70 градусов – оптрон V1;

- схема ограничения тока блока питания при перегрузке на элементах DA3, DA4, DD1 и VT2 (рисунок 4.7). Контролируемое напряжение поступает на вывод 9. На конденсаторе C8 и резисторах R18, R20 собран фильтр, отделяющий токовый сигнал от помех при переключении транзисторов VT4, VT5. Пороговое напряжение на выводе 9 равно 1,2 В;

- схема защиты ШИМ-модулятора от пониженного напряжения питания. При уменьшении напряжения питания до 9,2 В срабатывает компаратор DA5 (рисунок 4.7) и отключает источник опорного напряжения и выходные каскады.

На микросхеме D2 собран драйвер выходного каскада. Он позволяет управлять полумостовым инвертором без использования переходного трансформатора. В состав драйвера выходного каскада (рисунок 4.8) входят следующие устройства:

- входные триггеры Шмидта для устранения ложных переключений при возможных помехах на входах;
- схема защиты от пониженного напряжения питания. При уменьшении напряжения питания ниже 10 В срабатывает компаратор и отключает выходные каскады;
- схема сдвига выходного драйвера на величину питающего напряжения на выводе 5.

Напряжение с микросхемы D2 управляет ключами на транзисторах VT4, VT5. С выхода ключей переменное напряжение частотой 150 кГц и амплитудой 300 В подаётся на выводы 2,13 трансформатора Т3. На его выходе формируются напряжения требуемой величины и подаются на выходные выпрямители. На выходе выпрямителей включены дроссели L2...L4.

Напряжение 4 В стабилизируется с помощью петли ООС. Для дополнительной стабилизации остальных напряжений применены линейные стабилизаторы: D9 – минус 24 В; D10 – 24 В; D11 – 15 В; D12 – 15 В; D13 – минус 15В.

На микросхемах D3, D4.1, D4.4 собрана схема температурной защиты блока питания. Температурный датчик D3 вырабатывает напряжение, пропорциональное температуре по формуле  $U_{\text{вых}}(\text{мВ}) = T_{\text{корп}}(\text{Кельвин}) * 5$  и при температуре больше  $(70 \pm 3) ^\circ\text{C}$  блок питания отключается. При этом блок питания входит в «пульсирующий» режим – на короткое время включается и выключается. На транзисторе VT13 собрана схема контроля вращения вентилятора, при его остановке также происходит выключение блока питания.

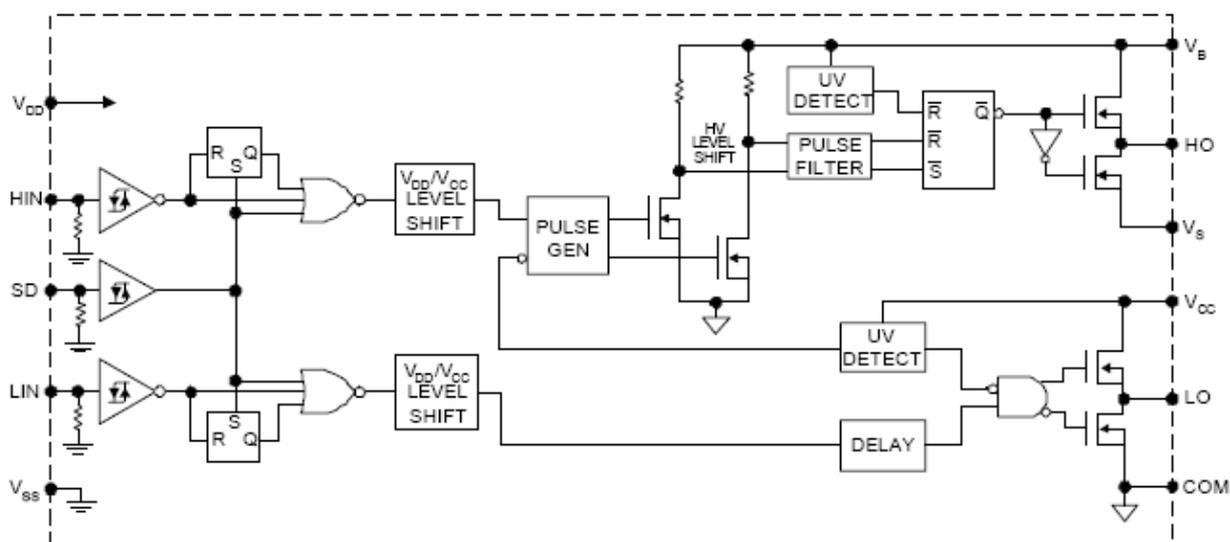


Рисунок 4.8 – Структурная схема драйвера выходного каскада

## **5 Подготовка генератора к работе**

### **5.1 Распаковывание и повторное упаковывание**

5.1.1 Распаковывание генератора проводить следующим образом:

- снять пломбу, открыть запоры, откинуть крышку укладочно-транспортной тары, вынуть из полиэтиленового пакета упаковочный лист и ведомость упаковки;
- убрать уплотнительные прокладки из картона гофрированного;
- вынуть эксплуатационную документацию в полиэтиленовом чехле;
- вынуть упакованный в полиэтиленовый чехол комплект комбинированный и одиночный комплект ЗИП-О;
- вынуть упакованный в полиэтиленовый чехол и водонепроницаемую бумагу генератор;
- вынуть генератор, упакованный в водонепроницаемую бумагу, из первого полиэтиленового чехла;
- развернуть водонепроницаемую бумагу и вынуть генератор из второго полиэтиленового чехла.

5.1.2 Проверить комплектность генератора согласно ПШФИ.411652.003ФО.

5.1.3 Упаковывание генератора проводить в следующей последовательности:

- обернуть генератор водонепроницаемой бумагой, закрепить шпагатом и поместить в полиэтиленовый чехол, свободный край которого заклеить липкой лентой;
- установить генератор в укладочно-транспортную тару;
- входящие в комплект комбинированный и одиночный комплект ЗИП-О изделия упаковать в отдельные полиэтиленовые пакеты, заклеить липкой лентой;
- комплект комбинированный и одиночный комплект ЗИП-О обернуть водонепроницаемой бумагой, закрепить шпагатом, уложить в полиэтиленовый чехол, свободный край которого заклеить липкой лентой и поместить в укладочно-транспортную тару;
- пакет с силикагелем закрепить в корпусе укладочно-транспортной тары;
- эксплуатационную документацию поместить в полиэтиленовый чехол, свободный край которого заклеить липкой лентой;

- свободные места заполнить уплотнительными прокладками из гофрированного картона;

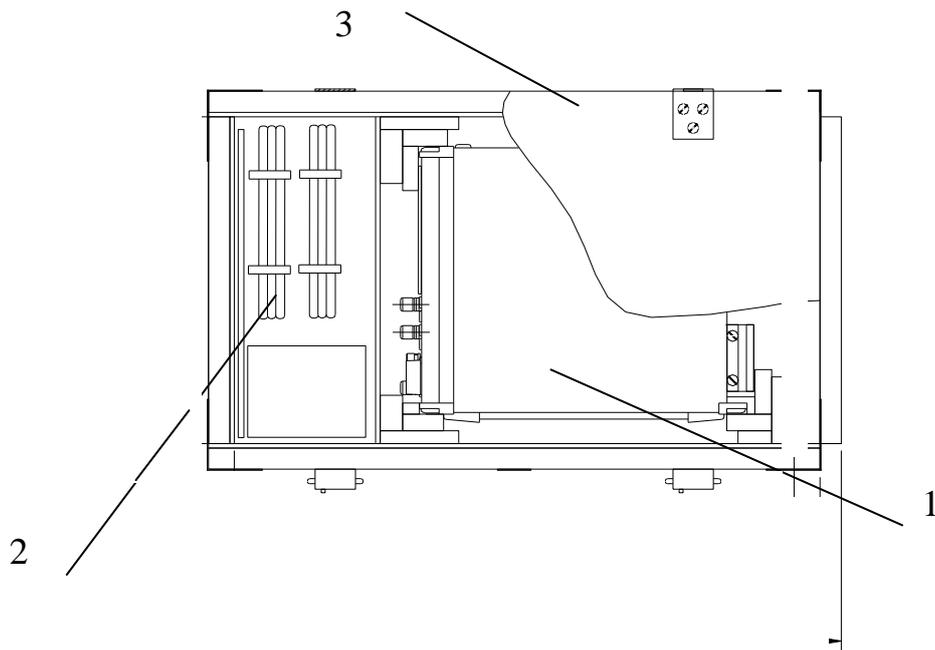
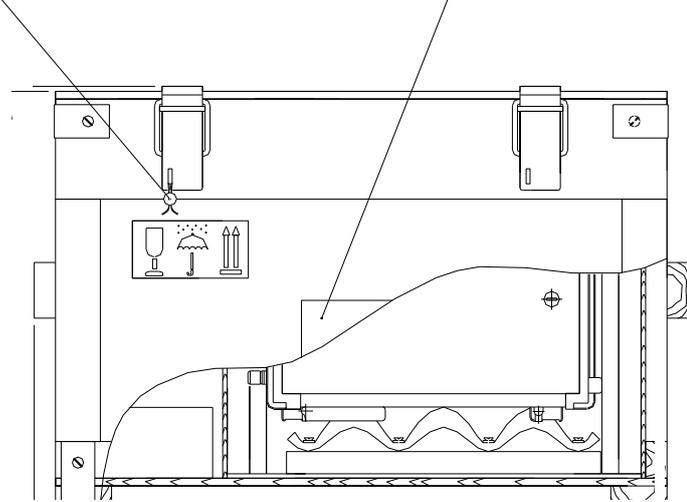
- поместить сверху товаросопроводительную документацию в полиэтиленовом чехле, свободный край которого заклеить липкой лентой;

- закрыть крышку укладочно-транспортной тары, закрыть запоры, опломбировать.

Маркирование упаковки проводить в соответствии с ГОСТ 14192.

Схема упаковки генератора, маркировочные и основные надписи и места пломбирования приведены на рисунке 5.1.

Пломба 1-6x8-AM21M-10 ГОСТ 18677-77 Место маркировки



- 1 – генератор сигналов низкочастотный ГЗ-137;
- 2 – комплект комбинированный и одиночный комплект ЗИП-О;
- 3 – укладочно-транспортная тара.

Рисунок 5.1 – Схема упаковки

## **5.2 Порядок установки генератора**

Перед началом эксплуатации генератора следует проверить:

- сохранность пломб и комплектность согласно таблице 4.1;
- наличие и прочность крепления органов управления;
- чёткость фиксации органов управления, плавность вращения ручки энкодера;
- наличие предохранителя;
- чистоту разъёмов и клеммы заземления;
- состояние соединительных кабелей;
- состояние лакокрасочных покрытий и чёткость маркировок;
- отсутствие механических повреждений или ослабления крепления элементов схемы (определяется на слух при наклонах генератора).

## **5.3 Подготовка к работе**

Установить генератор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

Подключить заземление к клемме на задней панели.

Подключить кабель питания к генератору.

При включении кабеля питания в сеть убедиться, что генератор находится в выключенном состоянии.

Включить кабель питания в сеть.

## 6 Средства измерений, инструмент, принадлежности

Средства измерений, применяемые при техническом обслуживании и ремонте, приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Наименование КИА	Тип СИ или обозначение ТУ	Используемые основные технические характеристики СИ	Требуемая погрешность
Частотомер электронно-счетный	ЧЗ-86	Диапазон частот от 0,01 Гц до 30 МГц	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты $\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Мультиметр	В7-64/1	Диапазон измерения напряжения от 0,001 до 10 В	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения $\pm 0,04\%$
Вольтметр переменного тока	ВЗ-63	Диапазон измерения напряжения от 0,05 до 10 В	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения $\pm 0,2\%$
Вольтметр селективный	В6-17	Диапазон частот от 0,01 Гц до 500 кГц. Входное сопротивление 1 МОм.	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения $\pm 15\%$
Осциллограф	С1-149	Полоса пропускания от 0 до 50 МГц. Используется до 500 кГц	Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициента отклонения $\pm 3\%$
Генератор сигналов	Г4-164А	Диапазон частот от 5 до 20 МГц.	Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-5}$
Установка пробойная универсальная	УПУ-10	Испытательное напряжение до 1500 В	Пределы допускаемой относительной погрешности установки напряжения $\pm 3\%$

Вместо указанных в таблице 6.1 средств поверки разрешается применять другие измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

Средства измерений, используемые для поверки, должны быть поверены.

## **7 Порядок работы**

### **7.1 Меры безопасности**

Генератор заземляется через заземляющий провод трехполюсной сетевой вилки. При подключении к двухполюсной сетевой розетке убедиться в надежности заземления генератора через клемму защитного заземления.

Внутри генератора имеется напряжение 220 В на следующих элементах:

- контактах разъема сетевого напряжения;
- выводах сетевого фильтра;
- контактах первичной обмотки силового трансформатора;
- радиаторах ключевых и выпрямительных элементах блока питания (эти элементы защищены от прикосновения изолирующей пластиной).

**Внимание! Следует учитывать, что при работе с генератором на выходах «2» выходное напряжение может достигать 70 В и 200 В при выборе сопротивлений нагрузки 600 Ом и 5 кОм соответственно.**

### **7.2 Расположение органов настройки и включения генератора**

Расположение органов управления и включения передней панели генератора приведено на рисунке 7.1, задней панели – на рисунке 7.2.

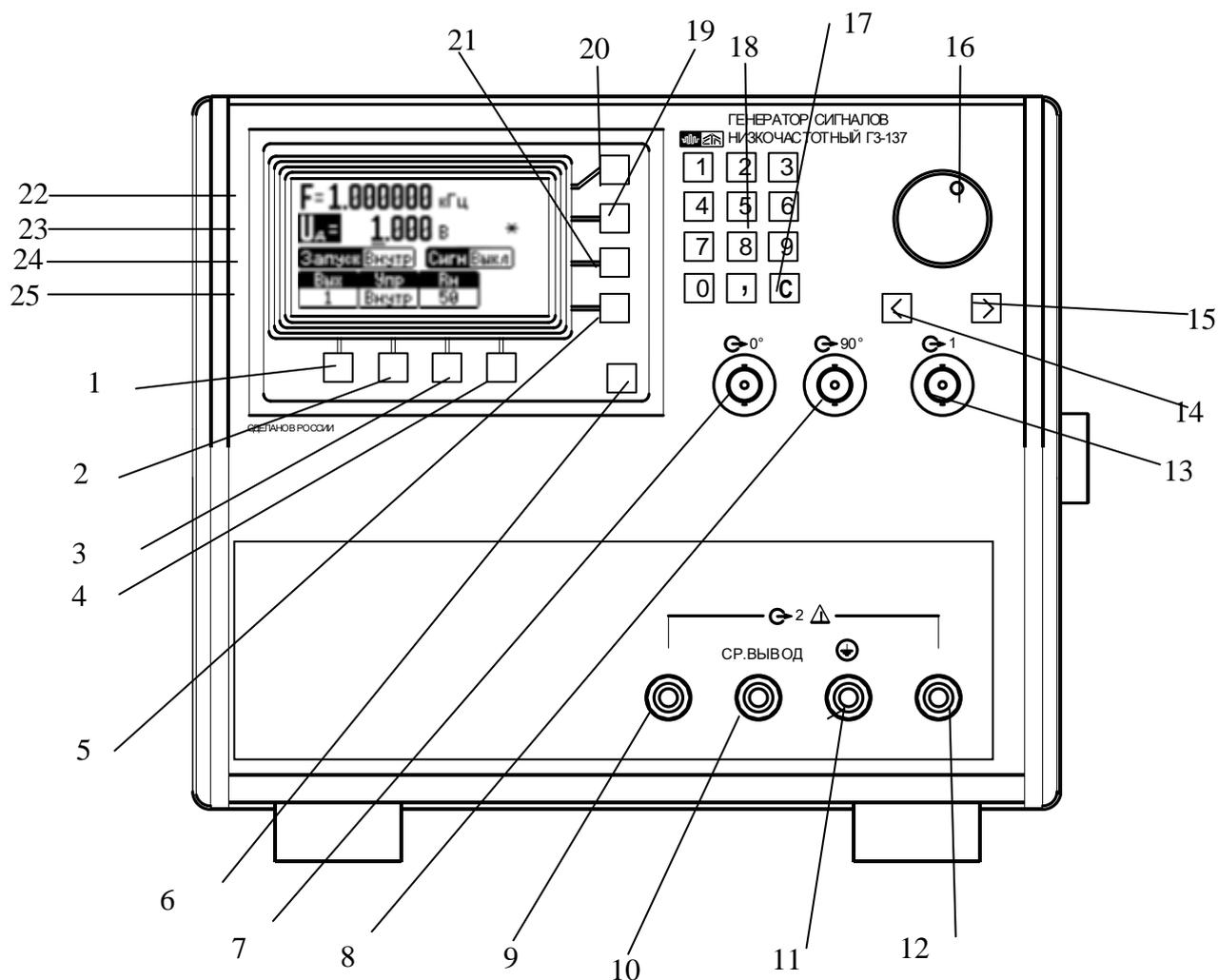


Рисунок 7.1 – Передняя панель генератора сигналов низкочастотного

На рисунке 7.1 обозначено:

1 – кнопка выбора:

- выход « $\rightarrow 1$ » генератора на передней панели или выход « $\rightarrow 2$ » генератора на передней панели;

- кГц (килогерц);

- В (вольт);

2 – кнопка выбора:

- управление внутреннее, управление по каналу USB, или управление по каналу RS-232;

- Гц (герц);

- мВ (милливольт);

3 – кнопка выбора:

- подключенное сопротивление нагрузки  $R_n$  50 Ом, если выбран выход « $\rightarrow 1$ »;
- подключенное сопротивление нагрузки  $R_n$  5 Ом, 50 Ом, 600 Ом, 5 кОм если выбран выход « $\rightarrow 2$ »;
- мГц (миллигерц);
- мкВ (микровольт);
- 4 – кнопка выбора:
  - «ОТМ» (отмена);
  - «ОК» – выключение сообщения об ошибке;
- 5 – «А/Д» кнопка выбора установки выходного напряжения генератора в действующих значениях или в амплитудных значениях;
- 6 – кнопка выбора включения или выключения выходного напряжения генератора;
- 7 – выход « $\rightarrow 0^\circ$ » синусоидального сигнала;
- 8 – выход « $\rightarrow 90^\circ$ » косинусоидального сигнала;
- 9 – левая клемма выхода « $\rightarrow 2$ » генератора;
- 10 – клемма среднего вывода выхода « $\rightarrow 2$ » генератора;
- 11 – клемма защитного заземления генератора;
- 12 – правая клемма выхода « $\rightarrow 2$ » генератора;
- 13 – выход « $\rightarrow 1$ » генератора;
- 14 – кнопка, сдвигающая маркер на индикаторе на один разряд влево;
- 15 – кнопка, сдвигающая маркер на индикаторе на один разряд вправо;
- 16 – ручка энкодера плавной перестройки частоты и амплитуды выходного напряжения генератора;
- 17 – кнопка, отменяющая последний набранный символ;
- 18 – кнопки (двенадцать) цифрового ввода значений частоты и амплитуды выходного напряжения генератора;
- 19 – кнопка ввода значений амплитуды выходного напряжения генератора цифровым вводом или энкодером;
- 20 – кнопка ввода значений частоты выходного напряжения генератора цифровым вводом или энкодером;
- 21 – кнопка выбора режима запуска генератора: от внутреннего опорного генератора или от внешнего опорного генератора;
- 22 – поле индикатора ввода значений частоты;
- 23 – поле индикатора ввода значений амплитуды и индикации символа " \* ", который показывает, что производится коррекция амплитуды выходного напряжения генератора;
- 24 – поле индикатора ввода: ЗАПУСК ВНУТРЕННИЙ / ВНЕШНИЙ, СИГНАЛ ВЫКЛЮЧЕН / ВКЛЮЧЕН;

25 – поле индикатора ввода:

- ВЫХОД 1 / ВЫХОД 2, УПРАВЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ / USB / RS232,  
 $R_H$  5 Ом / 50 Ом / 600 Ом / 5 кОм;

- при наборе цифровым вводом значений частоты кГц, Гц, мГц;

- при наборе цифровым вводом значений амплитуды В, мВ, мкВ.

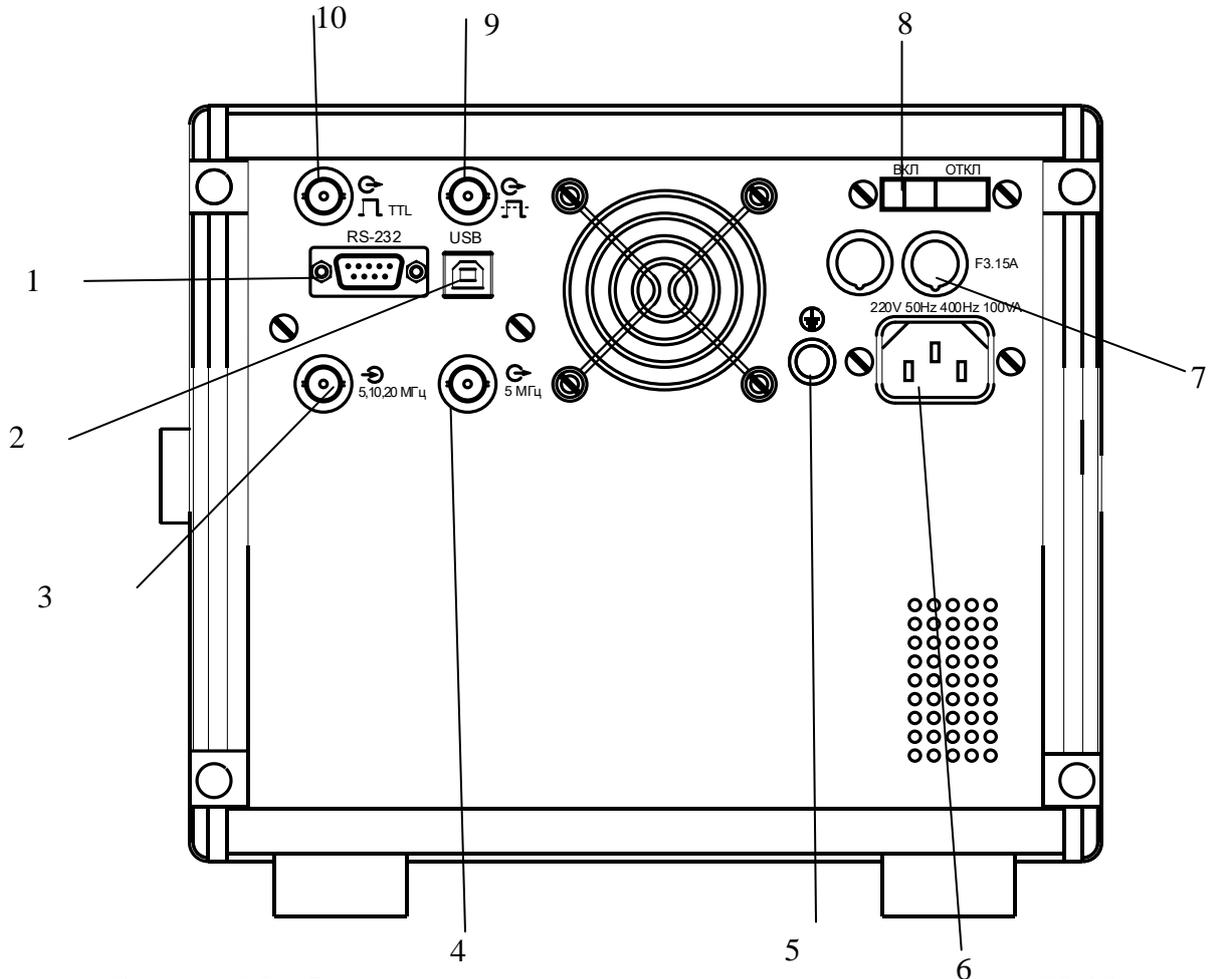


Рисунок 7.2 – Задняя панель генератора сигналов низкочастотного ГЗ-137

На рисунке 7.2 обозначено:

1 – разъем подключения интерфейсного кабеля RS232;

2 – разъем подключения интерфейсного кабеля USB;

3 – разъем подключения генератора внешнего запуска « $\rightarrow$ 5, 10, 20 МГц»;

4 – разъем выхода опорной частоты 5 МГц « $\rightarrow$ 5 МГц»;

5 – клемма защитного заземления;

6 – разъем подключения кабеля питания;

7 – колодки с предохранителем;

8 – выключатель питания генератора;

9 – выход импульсов « $\rightarrow$  ПП»;

10 – выход импульсов ТТЛ « $\rightarrow$  ПП TTL».

### **7.3 Сведения о порядке подготовки к проведению измерений**

7.3.1 Перед началом работы следует внимательно изучить руководство по эксплуатации генератора, а также ознакомиться с расположением и назначением органов управления.

7.3.2 Установить генератор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и естественной вентиляции.

7.3.3 Включить кабель питания в сеть.

7.3.4 После длительного хранения следует произвести внешний осмотр, опробование, а затем проверку метрологических параметров согласно разделу 8.

Если хранение и транспортирование генератора проводилось в условиях отличных от рабочих, то перед включением необходимо выдержать не менее 6 ч.

7.3.5 Выключатель питания поставить в положение «ВКЛ.»

7.3.6 Проверка функционирования

После подачи питания клавишным переключателем на задней панели, генератор переходит в режим подготовки к работе. В этом режиме происходит:

- инициализация микропроцессоров на плате задающего генератора и в блоке клавиатуры. Если на экран индикатора выводится надпись «Сообщение 01. Плата задающего генератора неисправна», в этом случае генератор неисправен и подлежит ремонту (перечень диагностируемых неисправностей и неправильных действий пользователя приведён в таблицах 7.1 и 7.2);

- проверка связи микропроцессора в блоке клавиатуры с микропроцессором на плате задающего генератора. Если на экран индикатора выводится надпись «Ошибка 10». Нет ответа от платы задающего генератора», в этом случае генератор неисправен и подлежит ремонту;

- установка начальных параметров генератора, причём устанавливаются параметры, которые были установлены при последнем выключении генератора, а параметр «СИГНАЛ ВКЛ/ВЫКЛ» – в состояние «СИГНАЛ ВЫКЛ.».

По окончании данного процесса генератор ожидает ввода команд пользователя.

Подключите нагрузку 50 Ом, нажмите кнопку 5 (рисунок 7.1) и включите сигнал на выход генератора. Проверьте наличие синусоидального сигнала с помощью осциллографа.

7.3.7 Перечень диагностируемых неисправностей генератора и неправильных действий пользователя приведен в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Номер ошибки	Текст ошибки	Возможная причина возникновения ошибки	Действия пользователя
01	Значение частоты вне диапазона от 0,01 Гц до 500 кГц	Попытка установить частоту не входящую в диапазон генерируемых частот генератора.	Установить правильное значение частоты.
02	Значение частоты вне диапазона от 20 Гц до 300 кГц	Попытка установить частоту не входящую в диапазон генерируемых частот генератора на трансформаторном выходе.	Установить правильное значение частоты.
03	Неверное сочетание выхода и $R_n$		
04	Действующее значение напряжения вне диапазона от 20 мВ до 23 В	Попытка установить выходное напряжение генератора менее 20 мВ или более 23 В.	Установить правильное значение выходного напряжения генератора.
05	Действующее значение напряжения вне диапазона от 6 мВ до 6,2 В	Попытка установить, при выбранном сопротивлении нагрузки генератора $R_n$ 5 Ом на трансформаторном выходе, выходное напряжение генератора менее 6 мВ или более 6,2 В.	Установить правильное значение выходного напряжения генератора.
06	Действующее значение напряжения вне диапазона от 19 мВ до 19,5 В	Попытка установить, при выбранном сопротивлении нагрузки генератора $R_n$ 50 Ом на трансформаторном выходе, выходное напряжение генератора менее 19 мВ или более 19,5 В.	Установить правильное значение выходного напряжения генератора.
07	Действующее значение напряжения вне диапазона от 65 мВ до 68 В	Попытка установить, при выбранном сопротивлении нагрузки генератора $R_n$ 600 Ом на трансформаторном выходе, выходное напряжение генератора менее 65 мВ или более 68 В.	Установить правильное значение выходного напряжения генератора.
08	Действующее значение напряжения вне диапазона от 190 мВ до 195 В	Попытка установить, при выбранном сопротивлении нагрузки генератора $R_n$ 5 кОм на трансформаторном выходе, выходное напряжение генератора менее 190 мВ или более 195 В.	Установить правильное значение выходного напряжения генератора
09	Внешний генератор не подключен	Внешний генератор не подключен.	Подключить внешний генератор. Установить правильное значение внешней частоты.
10	Нет ответа от платы задающего генератора	Нарушена передача данных между микропроцессорами. Неисправна плата задающего генератора.	Если ошибка повторяется, генератор подлежит ремонту.

Номер ошибки	Текст ошибки	Возможная причина возникновения ошибки	Действия пользователя
11	Перегрузка генератора. Сигнал выключен.	Подключенная нагрузка к выходу «G1» или выходу «G2» генератора стремится к нулю.	Проверить подключенное сопротивление нагрузки. Выходное напряжение генератора велико для подключенного сопротивления нагрузки.
12	Следующие напряжения питания вне допуска: 15 В, минус 15 В, 4В	Значения напряжений питания 15 В или минус 15 В или 4 В вышли за пределы допуска ( $\pm 10\%$ ). Неисправен блок питания генератора.	Генератор подлежит ремонту.
13	Нарушение обмена данными	Нарушена связь между микропроцессорами.	Если ошибка повторяется, генератор подлежит ремонту.
00	Неизвестная ошибка		Если ошибка повторяется, генератор подлежит ремонту

Таблица 7.2

Номер сообщения	Текст сообщения	Возможная причина возникновения сообщения	Действия пользователя
01	Неисправна плата задающего генератора	Сообщение возникает при проверке конфигурации платы задающего генератора.	Если при повторных включениях генератора ошибка повторяется, то генератор подлежит ремонту.
02	Включено внешнее управление генератором	Попытка управления генератором от клавиатуры при включенном режиме управления от внешней ПЭВМ.	Перейти, при необходимости, на внутренний режим управления.

Если на экране индикатора в поле 23 непрерывно высвечивается символ «\*», то:

а) на генераторе установлена частота 10 Гц, а параметр «СИГНАЛ ВКЛ / ВЫКЛ» установлен в положение «СИГНАЛ ВЫКЛ», следует установить параметр «СИГНАЛ ВКЛ» и через несколько секунд символ «\*» должен погаснуть;

б) непрерывное свечение символа «\*» говорит о том, что амплитудно-частотная характеристика генератора на данной частоте вышла за пределы  $\pm 4$  дБ и коррекция амплитуды выходного напряжения генератора невозможна. Вероятной неисправностью генератора является неисправность программируемого фильтра низкой частоты и генератор подлежит ремонту.

## 7.4 Проведение измерений

Генератор обеспечивает следующие режимы работы:

- генерирование синусоидальных электрических колебаний с выдачей выходных сигналов на переднюю панель генератора (выход « $\rightarrow 1$ » или выход « $\rightarrow 2$ »);
- генерирование сигнала прямоугольной формы с уровнями ТТЛ и прямоугольного сигнала с размахом 10 В;
- работу от внешнего источника опорной частоты 5, 10 или 20 МГц;
- работу с внешней ПЭВМ.

7.4.1 Для работы от внутреннего управления нажмите кнопку 2 (рисунок 7.1) и выберите режим «УПРАВЛЕНИЕ ВНУТР».

7.4.2 Для работы от внутренней опорной частоты нажать кнопку 21 (рисунок 7.1) и выбрать режим «ЗАПУСК ВНУТР»

7.4.3 Для работы с выходом « $\rightarrow 1$ », расположенным на передней панели генератора нажать кнопку 1 (рисунок 7.1) и выбрать режим «ВЫХОД 1», для работы с выходом « $\rightarrow 2$ » нажать кнопку 1 и выбрать режим «ВЫХОД 2».

7.4.4 Для выбора подключаемого сопротивления нагрузки к выходу « $\rightarrow 2$ » генератора нажать кнопку 3 (рисунок 7.1) и выбрать необходимое сопротивление нагрузки 5, 50, 600 или 5 кОм

7.4.5 Для установки частоты выходного сигнала генератора нажать кнопку 20 (рисунок 7.1), при этом изображение символа «F» в поле индикатора 22 (рисунок 7.1) будет инвертировано, что указывает на то, что будет производиться установка частоты. Для отмены этого режима повторно нажать кнопку 20, изображение символа «F» вернется в прежнее состояние, а установка частоты будет отменена. Для установки частоты последовательно нажимать кнопки 18 цифрового ввода, для отмены последней набранной цифры нажать кнопку 17 (рисунок 7.1). Для отмены набранных цифровых значений нажать кнопку 4 и генератор выйдет из режима установки частоты. Для ввода набранного значения частоты выбрать единицу измерения кГц или Гц кнопками 1 или 2 (рисунок 7.1) соответственно. При неправильной последовательности нажатия кнопок включается короткий звуковой сигнал. Если набранное значение частоты не соответствует текущим параметрам генератора, включится короткий звуковой сигнал, на экране индикатора будет отображаться сообщение об ошибке, а значение набранной частоты будет отменено. После анализа сообщения об ошибке необходимо нажать кнопку 4 «ОК» (рисунок 7.1), установить правильное значение уровня выходного напряжения генератора и снова приступить к установке частоты выходного сигнала.

При работе на частотах менее 10 Гц для получения амплитуды выходного сигнала генератора удовлетворяющей требованиям технических условий при данных рабочих условиях рекомендуется перед работой выполнить следующее:

а) установить на генераторе выходную частоту ровно 10 Гц, выходное напряжение 23 В, параметр "СИГНАЛ ВКЛ" и дождаться погасания символа «\*» на индикаторе в поле 17;

б) установить выходное напряжение генератора 700 мВ и дождаться погасания символа «\*» на индикаторе в поле 23;

в) установить необходимые рабочие параметры генератора.

Данные действия обусловлены тем, что автоматическая коррекция трактов генератора по амплитуде и постоянной составляющей выходного сигнала производится на частотах 10 Гц и выше, а на частотах ниже 10 Гц используются коэффициенты коррекции, полученные на частоте 10 Гц.

7.4.6 Для установки уровня выходного напряжения генератора нажать кнопку 19 (рисунок 7.1), при этом изображение символа «U» в поле индикатора 23 будет инвертировано, что указывает на то, что будет производиться установка уровня напряжения. Для отмены этого режима нажать кнопку 19, изображение символа «U» вернется в прежнее состояние, а установка уровня напряжения будет отменена. Для установки значения уровня последовательно нажимать кнопки 18 цифрового ввода, для отмены последней набранной цифры нажать кнопку 17. Для отмены набранных цифровых значений нажать кнопку 4, генератор выйдет из режима установки уровня напряжения. Для ввода набранного значения напряжения выбрать единицу измерения В, мВ или мкВ кнопками 1, 2 и 3 соответственно. При неправильной последовательности нажатия кнопок включается короткий звуковой сигнал. Если набранное значение уровня не соответствует текущим параметрам генератора, то включится короткий звуковой сигнал, на экране индикатора будет отображаться сообщение об ошибке, а значение набранного уровня будет отменено. После анализа сообщения об ошибке необходимо нажать кнопку 4 «ОК», установить правильное значение уровня выходного напряжения генератора. Для установки уровня напряжения в амплитудных значениях нажать кнопку 6 «А/Д» и выбрать режим установки уровня в амплитудных значениях, при этом будет отображаться символ «U<sub>A</sub>». В режиме установки уровня в действующих значениях отображается символ «U<sub>D</sub>».

7.4.7 Установка значений частоты и уровня выходного напряжения может выполняться с использованием энкодера. В этом случае после нажатия кнопки 19 или 20, вращением энкодера устанавливается требуемое значение на индикаторе генератора. Кнопками «<<» и

«>» можно изменять шаг перестройки параметра, соответственно увеличивая его или уменьшая в 10 раз (на один разряд индикатора). Шаг перестройки индицируется маркером, расположенным под соответствующим разрядом на индикаторе генератора. Единицы измерения перестраиваемого параметра сохраняются теми же, какими они были при начале ввода и изменяются автоматически при достижении параметром граничного значения. При наборе значения на клавиатуре энкодер блокируется до завершения набора и нажатия кнопки единиц измерения или сброса введённого значения.

7.4.8 Если параметр «СИГНАЛ ВКЛ / ВЫКЛ» установлен в положение «СИГНАЛ ВКЛ» на выходах « $\rightarrow 0^\circ$ » и « $\rightarrow 90^\circ$ » всегда имеется синусоидальный сигнал.

7.4.9 Для работы генератора в режиме генерирования сигнала прямоугольной формы, подключить соответствующую нагрузку к выходу « $\rightarrow \square$  TTL» или к выходу « $\rightarrow \square$ », расположенному на задней панели генератора. Частоту выходного сигнала установить в соответствии с п.7.4.5.

7.4.10 Для работы генератора от внешнего генератора опорной частоты на вход « $\rightarrow$  5, 10, 20 МГц» (рисунок 7.2) подать сигнал с частотой 5 МГц, 10 МГц, или 20 МГц напряжением от 0,1 до 1 В. Нажать кнопку 21 (рисунок 7.1) и выбрать режим внешнего опорного напряжения.

Примечание – Работа с использованием внешнего источника опорной частоты производится с целью повышения точности и стабильности выходной частоты генератора, а также для его синхронизации по частоте с другими устройствами.

7.4.11 Для работы с ПЭВМ по каналу USB подключить интерфейсный кабель SCUAB-1,5 (USBA-USBB) к разъёму 2 (рисунок 7.2) генератора и к выходу канала USB ПЭВМ. Для работы по каналу RS-232 подключить нуль-модемный кабель типа DB9F-DB9F (розетка-розетка) к разъёму 1 генератора и к выходу канала RS-232 ПЭВМ. Подать питание на генератор, нажмите кнопку 2 (рисунок 7.1) и выберите режим управления по каналу USB или по каналу RS-232. После запуска программы "G3.exe" на ПЭВМ управление режимами генератора осуществляется с помощью виртуальной панели.

## 8 Поверка генератора

### 8.1 Общие сведения

8.1.1 Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 8.576, ПР 50.2.006 и устанавливает методы и средства поверки генератора.

8.1.2 Поверка проводится один раз в 12 месяцев.

8.1.3 Рекомендуемая норма времени на проведение поверки 12 часов.

8.1.4 Поверитель должен быть аттестован в соответствии с требованиями ПР 50.2.012.

### 8.2 Операции поверки

При поверке выполняются следующие операции:

- внешний осмотр;
- опробование;
- проверка диапазона частот, дискретности перестройки и абсолютной погрешности установки частоты синусоидального сигнала на выходе « $\ominus$  1»;
- проверка нестабильности частоты в течение 15 минут;
- проверка диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы на выходе « $\ominus$  1» генератора;
- проверка нестабильности уровня выходного напряжения на выходе « $\ominus$  1» генератора;
- проверка неравномерности уровня выходного напряжения на выходе « $\ominus$  1» генератора;
- проверка диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы на выходе « $\ominus$  2» генератора;
- проверка коэффициента гармоник выходного напряжения на выходе « $\ominus$  1» генератора;
- проверка коэффициента гармоник выходного напряжения на выходе « $\ominus$  2» генератора;
- проверка формирования сигнала прямоугольной формы на выходах « $\ominus$   $\square$ » и « $\ominus$   $\square$  TTL»;
- проверка работы генератора от внешнего источника опорного напряжения;
- проверка автоматизированного режима работы.

При получении отрицательных результатов при выполнении любой операции поверки, поверка прекращается, генератор отправляется в ремонт для выяснения причин отрицательных результатов поверки и их устранения.

### 8.3 Организация рабочего места

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в п.8.2, и применены средства поверки, приведенные в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Наименование КИА	Тип СИ или обозначение ТУ	Используемые основные технические характеристики СИ	Требуемая погрешность
Частотомер электронно-счетный	ЧЗ-86	Диапазон частот от 0,01 Гц до 500 кГц	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Мультиметр	В7-64/1	Диапазон измерения напряжения от 0,001 до 10 В	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения $\pm 0,04\%$
Вольтметр переменного тока	ВЗ-63	Диапазон измерения напряжения от 0,05 до 100 В	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения $\pm 0,2\%$
Вольтметр универсальный	GDM-79061	Диапазон частот от 3 Гц до 300 кГц Диапазон измерения переменного напряжения от 1 мВ до 300 В	Пределы допускаемой основной погрешности измерения $\pm 1\%$
Вольтметр селективный	В6-17	Диапазон частот от 0,01 Гц до 500 кГц. Входное сопротивление 1 МОм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения $\pm 15\%$
Осциллограф	С1-149	Полоса пропускания от 0 до 50 МГц. Цифровые измерения амплитуды и временных интервалов	Погрешность коэффициента отклонения $\pm 3\%$
Измеритель нелинейных искажений	СК6-20	Измерение коэффициента гармоник в диапазоне от 0,001 до 100 % на частотах от 10 Гц до 200 кГц. Входное напряжение от 1В до 1,8 В	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения $K_r \pm 2\%$ ; 3%; 4% в зависимости от частоты
Измеритель нелинейных искажений	СК6-13	Измерение коэффициента гармоник в диапазоне от 0,003 до 100 % на частотах от 10 Гц до 120 кГц. Входное напряжение от 6,2 до 97,5 В	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения $K_r \pm 10\%$
Генератор сигналов	Г4-164А	Диапазон частот от 5 до 20 МГц	Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-5}$

Вместо указанных в таблице 8.1 средств поверки разрешается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью. Средства измерений, используемые для поверки, должны быть поверены в установленном порядке.

## 8.4 Требования безопасности

8.4.1 При проведении поверки необходимо ознакомиться с разделами 3 и 7.

## 8.5 Условия поверки

8.5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, С  $20 \pm 5$ ;
- влажность окружающего воздуха % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84 до 106 (от 630 до 795);
- напряжение питающей сети, В  $220 \pm 22$  частотой  $(50,0 \pm 0,5)$  Гц;
- или напряжение питающей сети, В  $220 \pm 11$  частотой  $(400^{+28}_{-12})$  Гц.

8.5.2 Подготовить генератор к поверке в соответствии с разделом 7.

## 8.6 Проведение поверки

8.6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие генератора следующим требованиям:

- комплектность генератора должна соответствовать таблице 4.1;
- на задней панели должны быть пломбы завода – изготовителя;
- надписи на передней и задней панелях должны соответствовать рисункам 7.1 и 7.2.

Генераторы, имеющие дефекты браковать и направлять в ремонт.

8.6.2 Опробование

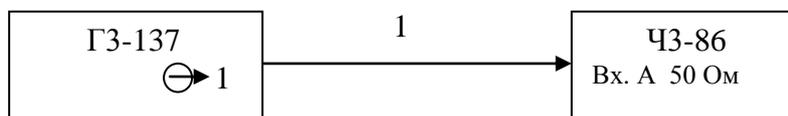
Соединить проводом клемму 5 (рисунок 7.2) защитного заземления с клеммой заземления рабочего эталона и шиной заземления. Включить генератор в сеть переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Включить клавишу питания генератора, при этом на экране индикатора должна появиться картинка, отображающая режимы работы генератора. Генератор готов к работе.

В установившемся режиме подключить к выходу генератора осциллограф и проверить наличие сигнала с установленными параметрами.

8.6.3 Определение метрологических характеристик

8.6.3.1 Проверка диапазона частот, дискретности перестройки частоты и абсолютной погрешности установки частоты синусоидального сигнала на выходе « $\ominus 1$ »

Проверку диапазона частот, дискретности перестройки частоты и абсолютной погрешности установки частоты синусоидального сигнала на выходе « $\ominus 1$ » генератора проводить по схеме, приведенной на рисунке 8.1.



1 – кабель соединительный из ЗИП частотомера ЧЗ-86.

Рисунок 8.1 – Схема подключения приборов для проверки диапазона частот, дискретности перестройки частоты и абсолютной погрешности установки частоты синусоидального сигнала на выходе « $\ominus 1$ »

На генераторе установить Вых – 1, выходное напряжение 1 В, СИГНАЛ – «ВКЛ».

На частотомере установить измерение частоты, входное сопротивление канала А 50 Ом, вход открытый, внутренняя опорная частота, время счета и режим работы в соответствии с таблицей 8.2.

На генераторе последовательно установить значения частот в соответствии с таблицей 8.2. Измеренные значения частоты выходного сигнала генератора определять по показаниям частотомера.

Таблица 8.2

Режим измерения частотомера	Значение частоты, установленное на генераторе	Время счёта частотомера, мкс	Допустимые показания частотомера
			Гц
Измерение частоты	500,000 000 кГц	$10^7$	499 997,50 – 500 002,50
	100,000 000 кГц	$10^7$	99 999,50 – 100 000,50
	1,000 000 кГц	$10^7$	999,99500 – 1 000,0050
			мс
Измерение периода	100,000 Гц	$10^8$	9,999950 – 10,000050
	99,999 Гц	$10^8$	10,000050 – 10,000150
	10 мГц	$10^9$	99 999,5 – 100 000,5

Результат проверки считать удовлетворительным, если измеренные значения частоты (периода) не выходят за пределы, приведенные в таблице 8.2.

### 8.6.3.2 Проверка нестабильности частоты генератора

Проверка нестабильности частоты генератора в течение 15 минут работы проводят по схеме, приведенной на рисунке 8.1.

На частотомере установить режим измерения периода с внутренней опорной частотой. На генераторе установить частоту 1 кГц, выходное напряжение 1 В и через каждые 3 минуты в течение 15 минут измерять период.

Результат проверки считать удовлетворительным, если максимальная разница между показаниями частотомера в начальный момент времени и показаниями в другие моменты времени не отличаются более чем на 0,003 мкс (в пересчете на частоту не отличаются более чем на 0,003 Гц).

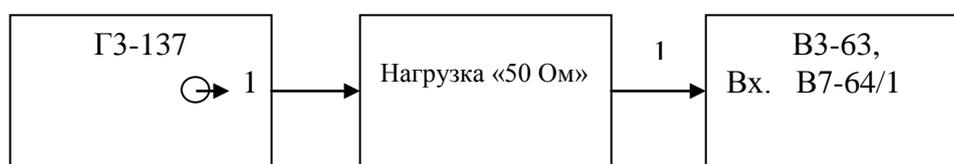
### 8.6.3.3 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы на выходе « $\ominus$ 1» генератора

Проверку диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы генератора проводить вольтметром ВЗ-63 по схеме, приведенной на рисунке 8.2. К выходу « $\ominus$  1» генератора подключить нагрузку «50 Ом» ПШФИ.468548.006 из комплекта комбинированного. На генераторе установить ВЫХ – 1, СИГНАЛ – «ВКЛ» и измерить выходное напряжение на частотах настройки генератора, приведенных в таблице 8.3.

Измерения на частоте 0,01 Гц проводить вольтметром В7-64/1, работающим в режиме измерения напряжения постоянного тока. Измерить максимальное и минимальное значения напряжения и вычислить значение выходного напряжения  $U_{\text{вых}}$  по формуле:

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{2\sqrt{2}}, \quad (8.1)$$

где  $U_{\text{max}}$  и  $U_{\text{min}}$  – максимальное и минимальное значения напряжения за период, мВ.



1 – – кабель соединительный из ЗИП вольтметров В7-64/1 или ВЗ-63.

Рисунок 8.2 – Схема подключения приборов при проверке диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы на выходе « $\ominus$  1» генератора

Результаты проверки считать удовлетворительными, если измеренные значения не выходят за пределы, приведенные в таблице 8.3

Таблица 8.3

Установленное значение выходного напряжения, В, $U_d$	Частота выходного сигнала	Допустимое значение уровня выходного напряжения, В
22,4	0,01 Гц	21,838 – 22,962
22,4	500 кГц	21,838 – 22,962
20,0	200 кГц	19,498 – 20,502
15,0	75 Гц	14,623 – 15,377
10,0	100 кГц	9,748 – 10,252
5,0	20 кГц	4,873 – 5,127
1,003	1 кГц	0,976 – 1,03
1,0	1 кГц	0,973 – 1,027
0,15	120 Гц	0,144 – 0,156
0,02	500 кГц	0,0175 – 0,0225

8.6.3.4 Проверка нестабильности уровня выходного напряжения на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора.

Проверку нестабильности уровня выходного напряжения генератора проводить путем измерения напряжения 20 В на частоте настройки генератора 10 кГц вольтметром В3-63 через каждые 15 мин в течении 3 ч. Приборы соединить по схеме, приведенной на рисунке 8.2.

Результат проверки считать удовлетворительным, если максимальная разница между измерениями в начальный момент времени и измерениями в любой другой момент времени не превышает 200 мВ.

8.6.3.5 Проверка неравномерности уровня выходного напряжения на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора.

Проверку неравномерности уровня выходного напряжения на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » относительно уровня выходного напряжения на частоте 1 кГц проводить путем измерения напряжения 20 В на выходе генератора на частотах 10, 90, 200 Гц и 1, 2, 9, 20, 100, 200 и 500 кГц вольтметром В3-63. Приборы соединить по схеме, приведенной на рисунке 8.2.

На частоте 0,01 Гц вместо В3-63 использовать вольтметр В7-64/1, работающий в режиме измерения напряжения постоянного тока. Вычислить значение выходного напряжения  $U_{\text{вых}}$  по формуле 8.1.

Неравномерность уровня выходного напряжения  $\delta U_f$  определить по формуле:

$$\delta U_f = \frac{U_0 - U_f}{U_0} \cdot 100 \% , \quad (8.2)$$

где  $U_0$  – уровень выходного напряжения на частоте 1 кГц, В;

$U_f$  – уровень выходного напряжения на проверяемой частоте, В.

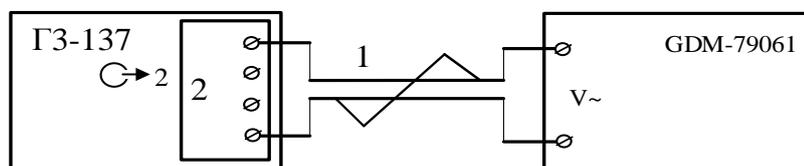
Результаты проверки считать удовлетворительными, если неравномерность уровня выходного напряжения относительно уровня напряжения на частоте 1 кГц не превышает, %:

в диапазоне частот от 0,01 до 10 Гц  $\pm 7,5$ ;

в диапазоне частот от 10 до  $5 \cdot 10^5$  Гц  $\pm 6,0$ .

8.6.3.6 Проверка диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы на выходе « $\odot$  2» генератора

Проверку диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы на выходе « $\odot$  2» генератора проводить по схеме, приведенной на рисунке 8.3.



1 – щупы вольтметра GDM-79061 с соединительными кабелями, скрученными в виде витой пары с шагом  $5,0 \pm 1,0$  мм;

2 – нагрузка «5 Ом» ПШФИ.468548.007, «50 Ом» ПШФИ.468548.008, «600 Ом» ПШФИ.468548.009, «5 кОм» ПШФИ.468548.010.

Рисунок 8.3 – Схема подключения приборов для проверки диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы на выходе « $\odot$  2» генератора

На генераторе включить Вых – 2 и установить параметры в соответствии с таблицей 8.4, подключая к выходу « $\odot$  2» соответствующие нагрузки. Вольтметром GDM-79061 измерить переменное напряжение на крайних клеммах подключённой нагрузки «5 Ом», «50 Ом», «600 Ом», «5 кОм».

Таблица 8.4

Установленное значение уровня выходного напряжения, В <sub>Уд</sub>	Частота выходного сигнала, кГц	Сопrotивление нагрузки, установленное на генераторе, Ом	Сопrotивление нагрузки, подключённой к генератору, Ом	Допустимое значение уровня выходного напряжения, В
6,2	300	5	5	5,577 – 6,823
1,001	20	5	5	0,898 – 1,104
1,000	20	5	5	0,897 – 1,103
0,006	2,001	5	5	0,002 – 0,010
6,2	2	5	5	5,577 – 6,823
0,006	0,020	5	5	0,002 – 0,010
19,5	300	50	50	17,540 – 21,460
1,003	20	50	50	0,893 – 1,113
1,000	20	50	50	0,890 – 1,110
0,019	2,001	50	50	0,007 – 0,031
19,5	2	50	50	17,540 – 21,460
0,019	0,020	50	50	0,007 – 0,031
68,0	300	600	600	61,170 – 74,830
1,010	20	600	600	0,879 – 1,141
1,000	20	600	600	0,870 – 1,130
0,065	2,001	600	600	0,029 – 0,102
68,0	2	600	600	61,170 – 74,830
0,065	0,020	600	600	0,029 – 0,102
195,0	300	5000	5000	175,4 – 214,6
1,030	20	5000	5000	0,827 – 1,233
1,000	20	5000	5000	0,800 – 1,200
0,190	2,001	5000	5000	0,071 – 0,309
195	2	5000	5000	175,4 – 214,6
0,190	0,020	5000	5000	0,071 – 0,309

Результаты проверки считать удовлетворительными, если измеренные значения выходного напряжения не выходят за пределы, указанные в таблице 8.4.

### 8.6.3.7 Проверка коэффициента гармоник выходного напряжения на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора

Проверку коэффициента гармоник на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » проводить на частотах настройки 20; 196 Гц и 1; 2; 20; 120 и 500 кГц измерителем нелинейных искажений СК6-20 и вольтметром селективным В6-17 при максимальном уровне выходного напряжения. Для этого к выходу « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора подключить нагрузку «50 Ом» ПШФИ.468548.006 из комплекта комбинированного. На генераторе установить частоту 1 кГц, выходное напряжение 22,4 В, Вых – 1, СИГНАЛ – «ВКЛ».

Подключить к нагрузке (**используя аттенюаторы, установить амплитуду испытательного импульса не более 1В**) измеритель нелинейных искажений СК6-20, и определить величину коэффициента гармоник.

Измерения повторить на частотах 20; 196 Гц и 1; 2; 20; 120 кГц.

Для измерения коэффициента гармоник на частоте 500 кГц к генератору подключить делитель «1:100» из комплекта комбинированного. Кабелем ВЧ АКЯЦ.685661.014 подключить вольтметр селективный В6-17 к делителю.

На генераторе установить частоту 500 кГц.

Вольтметром селективным В6-17 измерить значения второй и третьей гармоник, корректируя измеренные значения на ослабление делителя.

Коэффициент гармоник  $K_r$  на частоте 500 кГц вычислить по формуле:

$$K_r = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2}}{U_1} \cdot 100 \%, \quad (8.3)$$

где  $U_1$  – установленное напряжение на выходе генератора частотой  $f_0$ ;

$U_2, U_3$  – напряжения второй и третьей гармоник частотой  $2f_0$  и  $3f_0$ , соответственно.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если величина коэффициента гармоник не превышает, %:

0,05	на частоте 20 Гц;
0,02	на частоте 196 Гц;
0,005	на частотах 1, 2 и 20 кГц;
0,05	на частоте 120 кГц;
0,5	на частоте 500 кГц.

### 8.6.3.8 Проверка коэффициента гармоник выходного напряжения на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » генератора

Проверку коэффициента гармоник на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » проводить на частотах настройки 20; 196 Гц и 1; 2; 20; 120 кГц измерителем нелинейных искажений

СК6-13 при максимальном уровне выходного напряжения Для этого к выходу « $\ominus$  2» генератора подключить нагрузку «5 Ом» ПШФИ.468548.007 по несимметричной схеме (правую клемму проверяемого генератора соединить с клеммой « $\perp$ », нагрузку подключить между правой и левой клеммами).

На генераторе установить частоту 1 кГц, выходное напряжение 6,2 В, Вых – 2, СИГНАЛ – «ВКЛ».

К нагрузке подключить измеритель нелинейных искажений СК6-13 и определить величину коэффициента гармоник.

Измерения повторить на частотах 20; 196 Гц и 2; 20; 120 кГц.

Аналогичным образом определить коэффициент гармоник выходного напряжения на выходе « $\ominus$  2» на нагрузках «50 Ом» ПШФИ.468548.008, «600 Ом» ПШФИ.468548.009 и «5 кОм» ПШФИ.468548.010.

При подключении нагрузки «5 кОм» ПШФИ.468548.010 напряжение (97,5 В) на измерителе нелинейных искажений СК6-13 снимают с половины нагрузки.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если величина коэффициента гармоник не превышает 1% на всех частотах.

8.6.3.9 Проверка формирования сигнала прямоугольной формы на выходах « $\ominus$   $\square$ » и « $\ominus$   $\square$  TTL»

Проверку параметров сигнала прямоугольной формы на выходе « $\ominus$   $\square$ » и выходе « $\ominus$   $\square$  TTL» проводить осциллографом С1-149.

На вход осциллографа С1-149 подключить нагрузку «600 Ом» и кабелем ВЧ АКЯЦ.685661.014 соединить с ней выход « $\ominus$   $\square$ » проверяемого генератора.

На генераторе установить выходное напряжение 800 мВ, Вых – 1, СИГНАЛ – «ВКЛ».

По экрану осциллографа определить амплитуду прямоугольного сигнала, длительность фронта и среза.

Амплитуду прямоугольного сигнала определить на частотах 1 Гц, 1 и 500 кГц.

Длительность фронта  $\tau_f$  и  $\tau_{cp}$  определить на частоте 500 кГц при уровнях 0,1 и 0,9 от амплитуды импульса (рисунок 8.4).

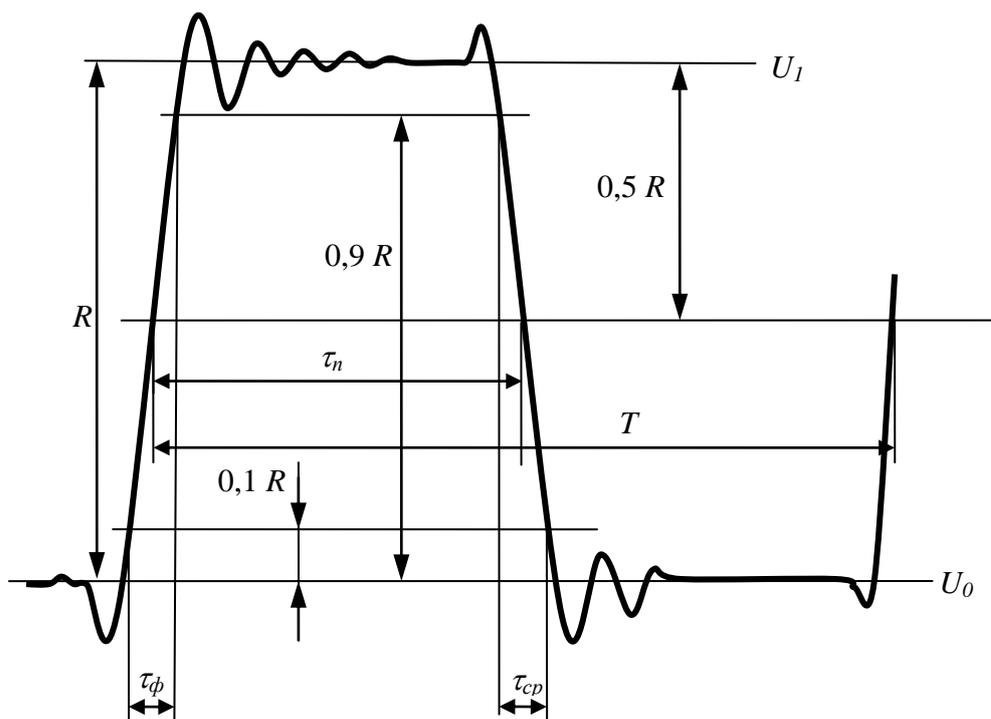


Рисунок 8.4 – Сигнал прямоугольной формы:

где  $R$  – амплитуда импульса;

$\tau_{\phi}$  – длительность фронта;

$\tau_{cp}$  – длительность среза;

$\tau_n$  – длительность импульса;

$T$  – период следования;

$U_1$  – уровень логической «1»;

$U_0$  – уровень логического «0».

Для определения скважности измерить длительность импульса на частотах 1 и 500 кГц. Измерения проводить осциллографом С1-149.

Скважность  $Q_{изм}$  определить по формуле:

$$Q_{изм} = \frac{T}{\tau_n}, \quad (4.7)$$

где  $\tau_n$  – длительность импульса, измеренная на уровне  $0,5$  амплитуды импульса, с.

Аналогичным образом оценить параметры сигнала на выходе « $\text{C} \rightarrow \text{П}$  TTL» генератора. В этом случае, вместо амплитуды импульса, по осциллографу определить напряжение  $U_1$ , соответствующее уровню логической «1» и напряжение  $U_0$ , соответствующее уровню логического «0» (смещение относительно нулевой линии осциллографа).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если:

на выходе « $\ominus$   $\square$ » сигнал имеет:

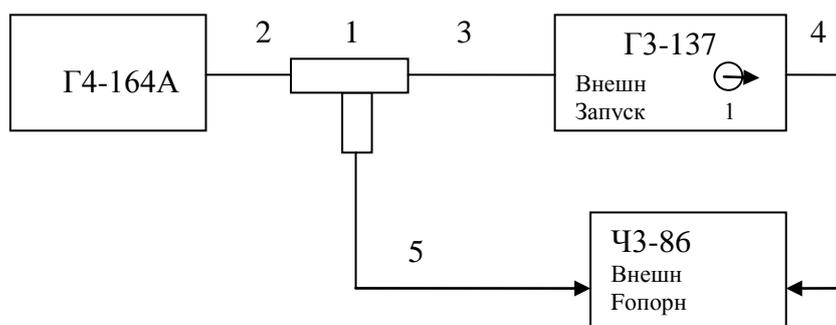
- амплитуду – не менее 10 В;
- длительность фронта и среза – не более 0,25 мкс;
- скважность не более  $2,0 \pm 0,5$ ;

на выходе « $\ominus$   $\square$  TTL»:

- уровень логической «1» – не менее 2,4 В;
- уровень логического «0» – не более 0,8 В;
- длительность фронта и среза – не более 0,25 мкс;
- скважность не более  $2,0 \pm 0,5$ .

#### 8.6.3.10 Проверка работы генератора от внешнего источника опорного напряжения

Проверку работы генератора от внешнего источника опорной частоты проводить с помощью генератора Г4-164А и частотомера ЧЗ-86. Приборы подключить по схеме, приведенной на рисунке 8.5.



- 1 – тройник СР-50-90ФВ;  
2,3,4,5 – кабели из ЗИП ЧЗ-86.

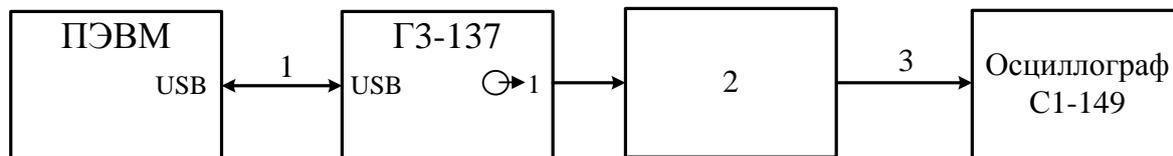
Рисунок 8.5 – Схема подключения приборов при проверке работы генератора от внешнего источника опорной частоты

На генераторе Г4-164А установить частоту 5 МГц и напряжение 0,1 В, На частотомере ЧЗ-86 установить режим внешней опорной частоты, измерение частоты по входу А, входное сопротивление 50 Ом. На генераторе ГЗ-137 установить режим внешнего запуска, частоту 1 кГц, выходное напряжение генератора 1 В.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если показания частотомера находятся в пределах от 999,995 до 1000,005 Гц.

### 8.6.3.11 Проверка автоматизированного режима работы

Проверку автоматизированного режима работы проводить при подключении приборов по схеме, приведенной на рисунке 8.6.



- 1 – кабель интерфейсный SCUAB-1,5 (USBA-USBB);
- 2 – нагрузка «50 Ом» ПШФИ.468548.006;
- 3 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014.

Рисунок 8.6 – Схема подключения приборов при проверке автоматизированного режима работы генератора

На ПЭВМ установить программу «G3.exe» виртуальной передней панели генератора. Включить питание генератора и кнопкой "УПРАВЛЕНИЕ" перевести его в режим автоматизированного управления по каналу «USB» (запускается программа управления генератором). Проверка считывания показаний в автоматизированном режиме осуществляется путем сравнения показаний программы виртуальной передней панели с параметрами, отображаемыми на индикаторе генератора сразу после запуска программы. Проверку управления генератором через интерфейс проводить установкой с помощью клавиатуры ЭВМ частоты генератора 10 кГц, выходного напряжения 3 В, ВЫХ – 1 и СИГНАЛ – ВКЛ или любые другие параметры, находящиеся в допустимом диапазоне и управляемые ПЭВМ.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если параметры, отображаемые в окне программы, соответствуют параметрам сигнала на выходе генератора и проверка с помощью осциллографа подтвердила правильность установки указанных параметров.

## 8.7 Оформление результатов поверки

8.7.1 Результаты поверки оформить в порядке, установленном в метрологической службе, осуществляющей поверку в соответствии с ГОСТ РВ 8.576. Генераторы, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и применению.

## 9 Техническое обслуживание

9.1 При проведении технического обслуживания генератора необходимо соблюдать меры предосторожности, указанные в разделах 3 и 7, а также следующее правило - осмотр и обслуживание проводить только после отключения генератора от сети питания с отсоединением кабеля соединительного от сети переменного тока.

9.2 Перед проведением технического обслуживания следует подготовить отвертку, плоскогубцы, кусачки, мягкую кисть, паяльную жидкость, спиртобензиновую смесь и ветошь.

9.3 Генератор выполнен по функциональному узловому принципу. Все узлы представляют собой конструктивно законченные модули.

Состав генератора:

- блок питания;
- задающий генератор;
- программируемый фильтр НЧ;
- усилитель выходной;
- АЦП;
- плата коммутационная;
- блок клавиатуры.

Узлы и блоки крепятся через стойки к основаниям (шасси). Основания крепятся винтами к несущей конструкции генератора.

Блок клавиатуры размещен на передней панели.

### 9.4 Порядок и последовательность разборки генератора

Генератор конструктивно выполнен в разборном унифицированном корпусе «Надел-85». Элементы конструкции скреплены между собой винтами и пластмассовыми накладками. Передняя и задняя панели соединены с несущими кронштейнами посредством винтов. Элементы конструкции изображены на рисунке 4.5.

Для вскрытия и разборки генератора необходимо:

- удалить мастику из задних упоров;
- отвернуть винты крепления задних ножек и упоров;

- снять упоры;
- снять нижнюю крышку;
- снять верхнюю крышку;
- снять гибкую ручку, отвернув два винта ее крепления, которые находятся под накладными пластмассовыми крышками;
- отвернуть два декоративных винта;
- снять обшивки;
- снять профильные планки, отвернув по два винта крепления.

Для снятия блока клавиатуры необходимо:

- отсоединить переднюю панель, отвернув четыре винта крепления;
- отсоединить кабели, соединяющие блок клавиатуры с другими узлами;
- отвернуть винты крепления блока клавиатуры через стойки к передней панели.

Для снятия задающего генератора необходимо:

- отсоединить все кабели, соединяющие задающий генератор с другими узлами;
- отвернуть винты крепления задающего генератора к основанию.

Для снятия программируемого фильтра НЧ необходимо:

- отсоединить все кабели, соединяющие фильтр с другими узлами;
- отвернуть винты крепления фильтра к основанию.

Для снятия усилителя выходного необходимо:

- отсоединить все кабели, соединяющие усилитель с другими узлами;
- отпаять провода идущие к транзисторам выходного каскада;
- отвернуть винты крепления усилителя к основанию.

Для снятия АЦП необходимо:

- отсоединить все кабели, соединяющие АЦП с другими узлами;
- отвернуть винты крепления АЦП к основанию.

Для снятия платы коммутационной необходимо:

- отсоединить все кабели, соединяющие плату коммутационную с другими узлами;
- отпаять провода идущие к трансформаторам НЧ и ВЧ;
- отвернуть винты крепления платы коммутационной к основанию.

Для снятия блока питания необходимо:

- отсоединить все кабели, соединяющие блок питания с другими узлами;
- отвернуть винты крепления блока питания к основанию.

9.5 Техническое обслуживание включает следующие виды:

ежедневное техническое обслуживание (ЕТО);

техническое обслуживание № 1 (ТО-1);

техническое обслуживание № 2 (ТО-2);

техническое обслуживание № 1 при хранении (ТО-1х);

техническое обслуживание № 2 при хранении с переконсервацией (ТО-2хПК).

9.6 Ежедневное техническое обслуживание проводится при подготовке генератора к использованию по назначению, совмещается с контрольным осмотром и включает:

- а) устранение выявленных при контрольном осмотре недостатков;
- б) удаление пыли и влаги с внешних поверхностей.

Ежедневное техническое обслуживание проводится лицом, эксплуатирующим генератор, без вскрытия его составных частей. Если генератор не используется по назначению, то техническое обслуживание проводится не реже одного раза в месяц в объеме ЕТО.

9.7 Техническое обслуживание № 1 проводится только при постановке генератора на кратковременное хранение.

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

- а) восстановление, при необходимости, лакокрасочных покрытий;
- б) проверку состояния и комплектности комплекта комбинированного и одиночного комплекта ЗИП-О;
- в) проверку правильности ведения эксплуатационной документации;
- г) устранение выявленных недостатков.

Техническое обслуживание № 1 (ТО-1) проводится лицом, эксплуатирующим генератор, без вскрытия его составных частей.

Техническое обслуживание № 2 проводится с периодичностью проверки генератора и совмещается с ней, а также при постановке на длительное (более двух лет) хранение и включает:

- а) операции ТО-1;
- б) периодическую проверку;
- в) консервацию генератора (выполняется при постановке генератора на длительное хранение).

Техническое обслуживание № 2 (ТО-2) проводится лицом, эксплуатирующим генератор, за исключением пункта «б», который выполняется силами и средствами метрологических служб.

9.8 Результаты проведения ТО-1, ТО-2 заносятся в формуляр генератора с указанием даты проведения и подписываются лицом, проводившим техническое обслуживание.

9.9 Генератор, находящийся на кратковременном и длительном хранении, подвергается периодическому техническому обслуживанию.

Техническое обслуживание генератора, находящегося на кратковременном хранении, проводится в объеме ЕТО один раз в 6 месяцев.

При длительном хранении генератора проводятся ТО-1х и ТО-2хПК.

Техническое обслуживание № 1 при хранении проводится один раз в год лицом, ответственным за хранение генератора, и включает:

- а) проверку наличия составных частей генератора;
- б) внешний осмотр состояния упаковки;
- в) проверку состояния учета и условий хранения;
- г) проверку правильности ведения эксплуатационной документации.

Техническое обслуживание № 2 при хранении с переконсервацией проводится лицом, ответственным за хранение генератора, один раз в пять лет, либо в сроки, назначенные по результатам ТО-1х, и включает:

- а) операции ТО-1х;
- б) расконсервацию генератора;
- в) поверку генератора;
- г) консервацию генератора;
- д) проверку состояния эксплуатационной документации.

Результаты проведения ТО-1х и ТО-2хПК заносятся в формуляр генератора с указанием даты проведения и подписываются лицом, ответственным за хранение.

9.10 Распаковывание и повторное упаковывание генератора проводится в соответствии с п. 5.1 настоящего руководства.

## **10 Текущий ремонт**

Ремонт генератора осуществляется юридическими и физическими лицами, имеющими разрешение на выполнение данного вида деятельности в соответствии с требованиями действующего законодательства.

### **10.1 Указания по устранению неисправностей**

10.1.1 Данный раздел предназначен для отыскания неисправного узла в случае отсутствия необходимой диагностирующей аппаратуры и проведения возможного ремонта генератора, не требующего сложных технологических комплексов.

10.1.2 Персонал должен иметь высокую квалификацию, обеспечивая ремонт сложных печатных узлов с использованием измерительной аппаратуры общего применения и вычислительной техники типа ПЭВМ.

10.1.3 При отыскании неисправностей необходим ряд измерительных приборов, перечень которых приведен в таблице 8.1.

Проверку управляющих сигналов, поступающих с устройства управления, а также измерения напряжений на выводах транзисторов и в контрольных точках проводить при помощи вольтметра.

10.1.4 Стратегия поиска неисправностей определяется анализом проявления неисправности.

Если при включении генератора в сеть не светится экран индикатора, то необходимо проверить целостность предохранителя на задней панели генератора и исправность блока питания. Описание блока питания приведено в разделе 4.6.7 настоящего РЭ.

Намоточные данные трансформаторов блока питания приведены в Приложении А руководства по эксплуатации.

Если при включении прибора на экране индикатора высвечивается картинка с режимами работы, а на разъеме « 1» нет сигнала, то необходимо проверить кабели, соединяющие выходной делитель с другими устройствами генератора.

Если на экране индикатора высвечиваются сообщения об ошибке работы генератора, то проверку работоспособности его составных частей нужно проводить в соответствии с таблицами 7.1 и 7.2.

Платы процессора, программируемого фильтра НЧ и блока клавиатуры являются многослойными, поэтому при ремонте необходимо соблюдать осторожность.

При разборке генератора следует руководствоваться описанием конструкции, приведенным в разделе 9.4.

После ремонта необходимо провести регулировку и поверку генератора.

## **10.2 Меры безопасности при ремонте**

При проведении ремонта генератора следует соблюдать меры безопасности, указанные в разделах 3 и 7 настоящего РЭ, а также соблюдать следующие правила:

- в случае использования генератора с другими приборами необходимо выравнивать потенциалы корпусов, соединив их между собой, а также заземлить приборы;

- при проведении ремонта отдельных узлов необходимо применять меры безопасности, так как контакты обмоток трансформатора и конденсаторов сетевого фильтра находятся под напряжением сети 220 В.

- при ремонте генератора запрещается использовать для измерений электрического сопротивления цепей, содержащих полупроводниковые приборы и микросхемы, цифровые омметры и тестеры с измерительным напряжением более 1,5 В.

Меры защиты составных частей и элементов от воздействия статического электричества следующие:

- при монтаже микросхем оператор должен иметь на руке защитное кольцо;

- при пайке выводов комбинированных устройств, а также выводов микросхем в печатных узлах необходимо использовать паяльник с защитным заземлением, общим заземлением прибора.

Меры защиты составных частей и элементов от воздействия тепловых и механических перегрузок следующие:

- вентиляционные отверстия в крышках генератора не должны закрываться посторонними предметами;

- использовать паяльник с регулируемой температурой пайки;

- все пайки проводить за минимально возможное время;

- при подсоединении к СВЧ разъемам не допускать вращения присоединяемых разъемов вокруг своей оси, необходимое соединение разъемов должно обеспечиваться только за счет поступательного движения подсоединяемого разъема вдоль оси и накручивания гайки.

## 11 Хранение

11.1 Генераторы должны храниться в закрытых складских помещениях на стеллажах при отсутствии в воздухе кислотных, щелочных и других агрессивных примесей. Генераторы без упаковки следует хранить в отапливаемых хранилищах. Расстояние от отопительной системы до генератора должно быть не менее 1,5 м.

Условия отапливаемого хранилища:

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

- влажность окружающего воздуха при температуре 25 °С, % до 80.

Условия не отапливаемого хранилища для хранения генераторов в упаковке предприятия-изготовителя:

- температура окружающего воздуха, °С от минус 30 до 50;

- влажность окружающего воздуха при температуре 25 °С, % до 98.

## 12 Транспортирование

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

- температура окружающего воздуха, °С от минус 30 до 50;
- влажность окружающего воздуха при температуре 25 °С, % до 98.

12.2 Генератор в укладочно-транспортной таре допускает транспортирование всеми видами транспорта.

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

При авиатранспортировании генератор должен располагаться в герметизированном отапливаемом отсеке.

12.3 Схемы укладочно - транспортной тары генератора, маркировочные и основные надписи и места пломбирования приведены на рисунке 5.1.

### **13 Маркирование и пломбирование**

13.1 Наименование и условное обозначение генератора, знак утверждения типа и товарный знак изготовителя нанесены в верхней части лицевой панели.

13.2 Заводской порядковый номер генератора и год изготовления расположены в нижней части задней панели.

13.3 Все элементы и составные части, установленные на панелях и печатных платах, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии со схемами электрическими принципиальными.

13.4 Генераторы, принятые ОТК, или прошедшие ремонт и поверку, пломбируются мастичными пломбами в местах крепления задних упоров. Нарушение целостности пломб при эксплуатации генератора не допускается.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

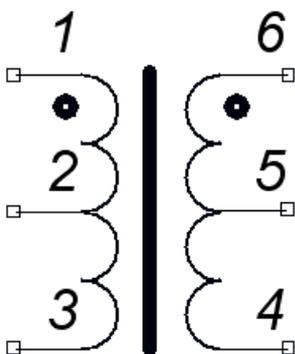


Рисунок А1 – Электрическая схема трансформатора Т1 блока питания

Таблица А1 – Намоточные данные трансформатора Т1

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм	$I_n$ , А
I	1 – 3	38	0,4	0,5
II	6 – 4	38	0,4	0,5

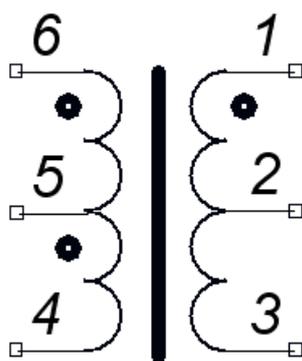


Рисунок А2 – Электрическая схема трансформатора Т2 блока питания

Таблица А2 – Намоточные данные трансформатора Т2

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм	I <sub>н</sub> , А
I	1 – 3	1	0,5	0,5
II	6 – 5	130	0,16	–
	5 – 4	130	0,16	–

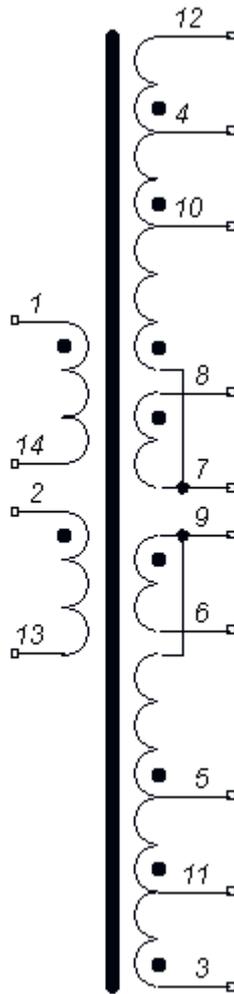


Рисунок А3 – Электрическая схема трансформатора Т3 блока питания

Таблица А3 – Намоточные данные трансформатора Т3

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм	$I_n$ , А
I	1 – 14	6	0,28	0,1
II	2 – 13	37	0,36	0,5
III	12 – 4	11	0,4	0,5
	4 – 10	4	0,4	0,7
	10 – 7	8	0,5	0,7
IV	8 – 7	2	0,5 в три провода	3
V	9 – 6	2	0,5 в три провода	3
VI	3 – 11	11	0,4	0,5
	11 – 5	4	0,4	0,7
	5 – 9	8	0,5	0,7

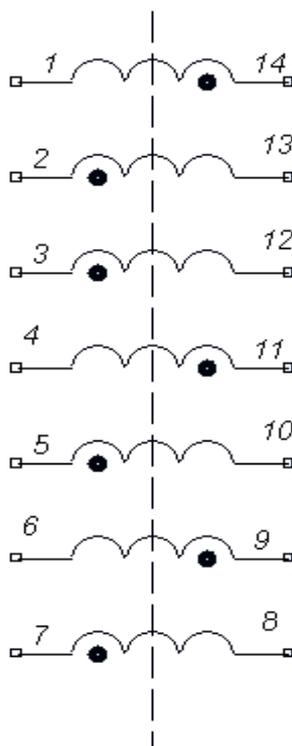


Рисунок А4 – Электрическая схема трансформатора Т4 блока питания

Таблица А4 – Намоточные данные трансформатора Т4

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм	$I_n$ , А
I	1 – 14	24	0,4	0,4
II	2 – 13	24	0,4	0,4
III	3 – 12	16	0,5	0,7
IV	4 – 11	16	0,5	0,7
V	5 – 10	50	0,4	0,5
VI	6 – 9	50	0,4	0,5
VII	7 – 8	4	0,5 в четыре провода	3

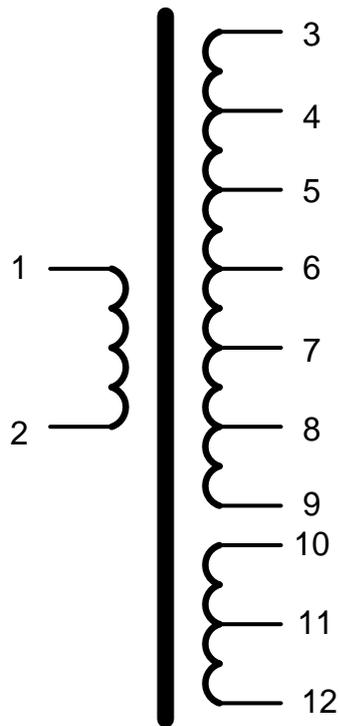


Рисунок А5 – Электрическая схема трансформатора НЧ  
(Тр 1 на общей схеме генератора).  
Сердечник ШЛ 25 X 32, сталь Э3413.

Таблица А5 – Намоточные данные трансформатора НЧ.

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм
I	1 – 2	250	0,5
II	3 – 4	322	0,315
	4 – 5	83	0,5
	5 – 6	56	0,8
	6 – 7	56	0,8
	7 – 8	83	0,5
	8 – 9	322	0,315
III	10 – 11	1370	0,16
	11 – 12	1370	0,16

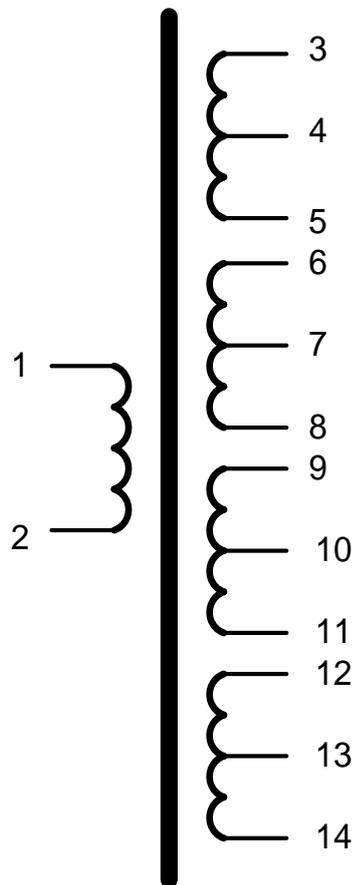


Рисунок А6 – Электрическая схема трансформатора ВЧ  
(Тр 2 на общей схеме генератора).

Сердечник R 102 X 65,8 X 15 N87 B64290 – L84 – X87, с эпоксидным покрытием,  
два кольца.

Таблица А6 – Намоточные данные трансформатора ВЧ

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм
I	1 – 2	21	0,5
II	3 – 4	3	1,0
	4 – 5	3	1,0
III	6 – 7	10	0,5
	7 – 8	10	0,5
IV	9 – 10	34	0,315
	10 – 11	34	0,315
V	12 – 13	97	0,2
	13 – 14	97	0,2

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Таблицы напряжений на электрорадиоэлементах генератора

Таблица Б1.1 – Напряжения на диодах блока питания ПШФИ.436234.006, измеренные относительно вывода 10 D1

Позиция по перечню элементов	Напряжение на аноде, В	Напряжение на катоде, В
VD1	0	$17 \pm 1$
VD7	$18 \pm 1$	$17 \pm 1$
VD12	$17 \pm 1$	$315 \pm 10$
VD16	–	$0,7 \pm 0,3$

Таблица Б1.2 – Напряжения на диодах блока питания ПШФИ.436234.006, измеренные относительно общего провода

Позиция по перечню элементов	Напряжение на аноде, В	Напряжение на катоде, В
VD15	0	$6,8 \pm 0,5$
VD17	0	$14 \pm 0,5$
VD18	0	минус $0,6 \pm 0,3$
VD20	0	$13 \pm 3$
VD22	–	$4 \pm 1$
VD26	–	$17 \pm 1$
VD29	минус $17 \pm 1$	–
VD30	минус $17 \pm 1$	–
VD31	–	$27 \pm 2$
VD32	минус $27 \pm 2$	–
VD33	–	$125 \pm 10$
VD34	минус $125 \pm 10$	–
VD35	–	$27 \pm 2$
VD36	–	минус $27 \pm 2$
VD37	–	$125 \pm 10$
VD38	минус $125 \pm 10$	–
VD39	минус $27 \pm 2$	минус $24 \pm 0,4$
VD40	$24 \pm 0,4$	$27 \pm 2$
VD41	$15 \pm 0,4$	$17 \pm 1$
VD42	$15 \pm 0,4$	$17 \pm 1$
VD43	минус $17 \pm 1$	минус $15 \pm 0,4$

Таблица Б1.3 – Напряжения на транзисторах блока питания ПШФИ.436234.006, измеренные относительно вывода 10 микросхемы D1

Позиция по перечню элементов	Напряжение на базе (затворе), В	Напряжение на эмиттере (истоке), В	Напряжение на коллекторе (стоке), В
VT4	–	–	300 ± 20
VT5	–	0	–

Таблица Б1.4 – Напряжения на транзисторах блока питания ПШФИ.436234.006, измеренные относительно общего провода

Позиция по перечню элементов	Напряжение на базе (затворе), В	Напряжение на эмиттере (истоке), В	Напряжение на коллекторе (стоке), В
VT6	0,6 ± 0,3	0	0,6 ± 0,3
VT7	0,6 ± 0,3	0	14 ± 0,5
VT8	0,6 ± 0,3	0	14 ± 0,5
VT10	13 ± 3	13 ± 3	17 ± 1
VT13	0,6 ± 0,3	0	0,7 ± 0,3

Таблица Б1.5 – Напряжения на микросхемах блока питания ПШФИ.436234.006, измеренные относительно вывода 10 D1

Микро-схемы	Напряжения на выводах микросхем, В								
	1	2	3	8	9	12	13	15	16
D1	2,5±0,2	2,5±0,2	–	5,5±0,5	0,5±0,2	0	17±1	17±1	5,1±0,5
D2	–	0	17±1	–	17±1	–	0	–	–

Таблица Б2.1 – Напряжения на выводах транзисторов  
выходного усилителя ПШФИ.411181.002

Позиция по перечню элементов	Напряжение на базе, В	Напряжение на эмиттере, В	Напряжение на коллекторе, В	Примечание
VT1	минус 10,09	минус 9,49	минус 0,52	Напряжение на выходе генератора 23 В, частота выходного напряжения генератора 1 кГц.
VT2	10,18	9,62	0,55	
VT3	0	минус 0,52	50,7	
VT4	0	0,55	минус 50,2	
VT5	50,7	51,3	0,462	
VT6	минус 50,2	минус 50,8	минус 0,982	
VT7	52,7	52,0	54,3	
VT8	минус 52,2	минус 51,5	минус 54,3	
VT9	0,092	0,006	52,7	
VT10	минус 0,049	0,006	минус 52,2	
VT11	Напряжение на затворе, В 0,462	Напряжение на истоке, В 0,246	Напряжение на стоке, В 54,3	
VT12	Напряжение на затворе, В, минус 0,982	Напряжение на истоке, В, минус 0,233	Напряжение на стоке, В минус 54,3	
VT13	0,65/0	0	0,1/5	

Таблица Б3.1 – Напряжения на выводах транзисторов  
задающего генератора ПШФИ.411656.003

Позиция по перечню элементов	Напряжение на базе (вкл/выкл), В	Напряжение на эмиттере, В	Напряжение на коллекторе (вкл/выкл), В	Примечание
VT1	0,65/0	0	0,1/5	
VT2	0,4	0	1	
VT3	0,65/0	0	0,1/5	
VT4	0,65/0	0	0,1/5	

Таблица Б4.1 – Напряжения на выводах транзисторов  
программируемого фильтра НЧ ПШФИ.434821.002

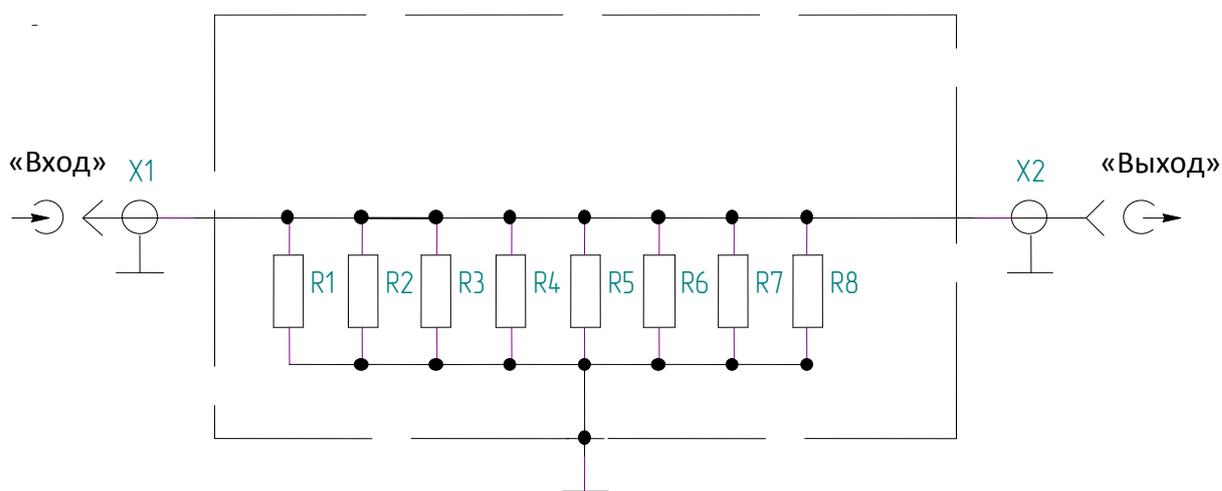
Позиция по перечню элементов	Напряжение на базе (вкл/выкл), В	Напряжение на эмиттере, В	Напряжение на коллекторе (вкл/выкл), В	Примечание
VT1	0,65/0	0	0,1/5	
VT2	0,65/0	0	0,1/5	
VT3	0,65/0	0	0,1/5	
VT4	0,65/0	0	0,1/5	
VT5	0,65/0	0	0,1/5	
VT6	0,65/0	0	0,1/5	
VT7	0,65/0	0	0,1/5	
VT8	0,65/0	0	0,1/5	
VT9	0,65/0	0	0,1/5	
VT10	0,65/0	0	0,1/5	
VT11	0,65/0	0	0,1/5	

Таблица Б5.1 – Напряжения на выводах транзисторов  
платы коммутационной ПШФИ.468340.002

Позиция по перечню элементов	Напряжение на базе (вкл/выкл), В	Напряжение на эмиттере, В	Напряжение на коллекторе (вкл/выкл), В	Примечание
VT1	0,65/0	0	0,1/5	
VT2	0,65/0	0	0,1/5	
VT3	0,65/0	0	0,1/5	
VT4	0,65/0	0	0,1/5	
VT5	0,65/0	0	0,1/5	
VT6	0,65/0	0	0,1/5	
VT7	0,65/0	0	0,1/5	
VT8	0,65/0	0	0,1/5	
VT9	0,65/0	0	0,1/5	

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Схема электрическая принципиальная нагрузки «50 Ом», 10 Вт

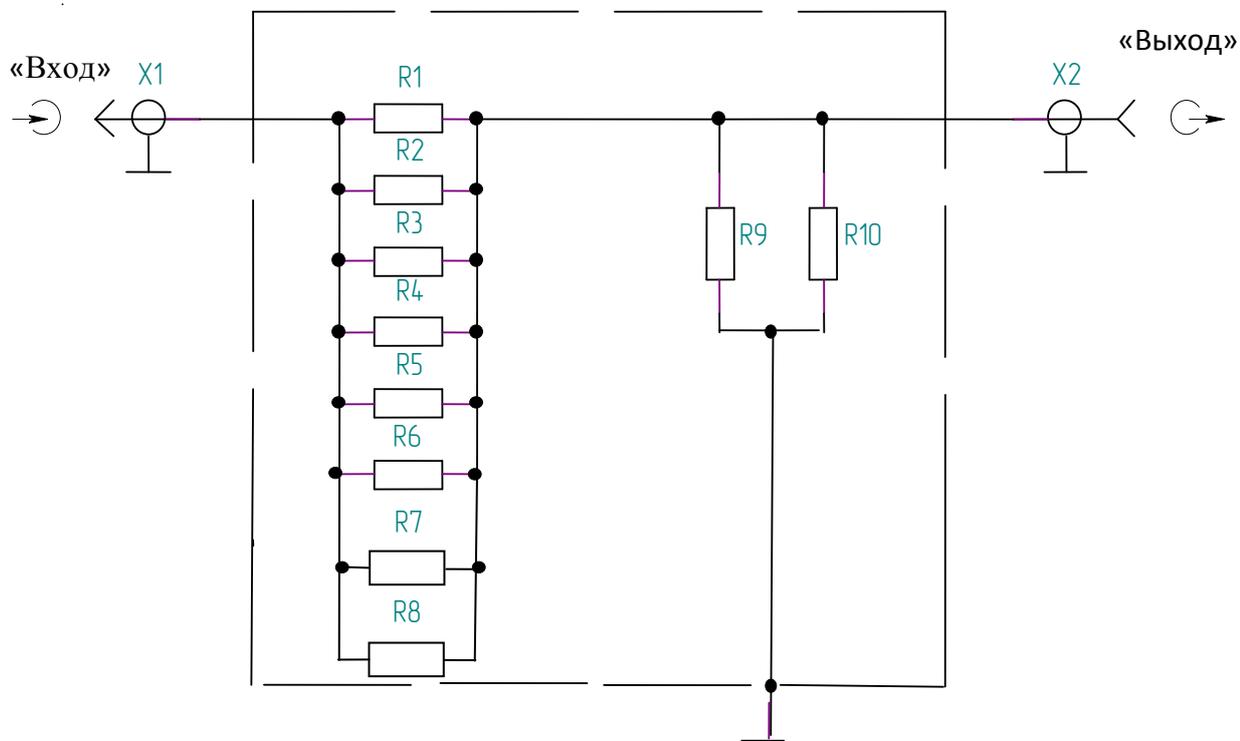


### Перечень элементов схемы электрической принципиальной нагрузки «50 Ом», 10 Вт

Зона	Поз. обозначения	Наименование	Кол-во	Примечание
Резисторы				
	R1 – R7	C2 – 10 – 2,0 – 402 Ом ± 0,5 % – В	6	
	R8, R9	C2 – 10 – 2,0 – 392 Ом ± 0,5 % – В	2	
Разъемы				
	X1	Вилка СР – 50 – 74П	1	
	X2	Розетка СР – 50 – 73ФВ	1	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**Схема электрическая принципиальная делителя «1:100»,  $R_{вх}$  50 Ом, 10 Вт**

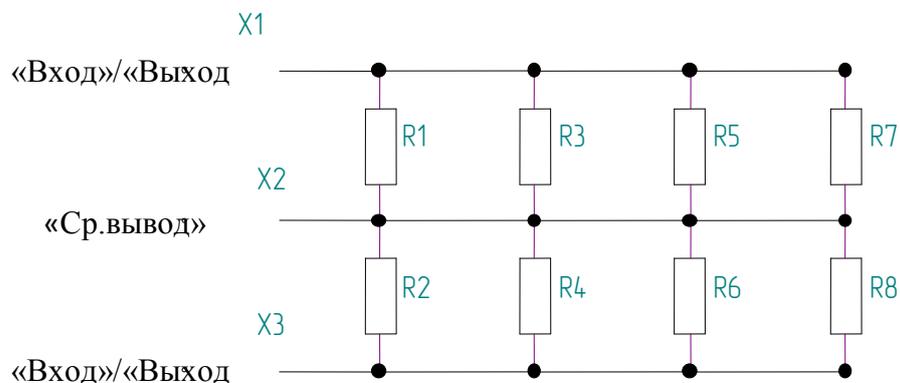


**Перечень элементов схемы электрической принципиальной делителя «1:100»,  $R_{вх}$  50 Ом, 10 Вт**

Зона	Поз. обозначения	Наименование	Кол-во	Примечание
Резисторы				
	R1 – R5	C2 – 10 – 2,0 – 392 Ом ± 0,5 % – В	5	
	R6 – R8	C2 – 10 – 2,0 – 402 Ом ± 0,5 % – В	3	
	R9, R10	C2 – 10 – 0,25 – 1 Ом ± 0,5 % – В	2	
Разъемы				
	X1	Вилка СР – 50 – 74П	1	
	X2	Розетка СР – 50 – 73ФВ	1	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

**Схема электрическая принципиальная нагрузок «5 Ом», «50 Ом» и «5 кОм», 10 Вт  
для измерения параметров на клеммах «↻ 2»**

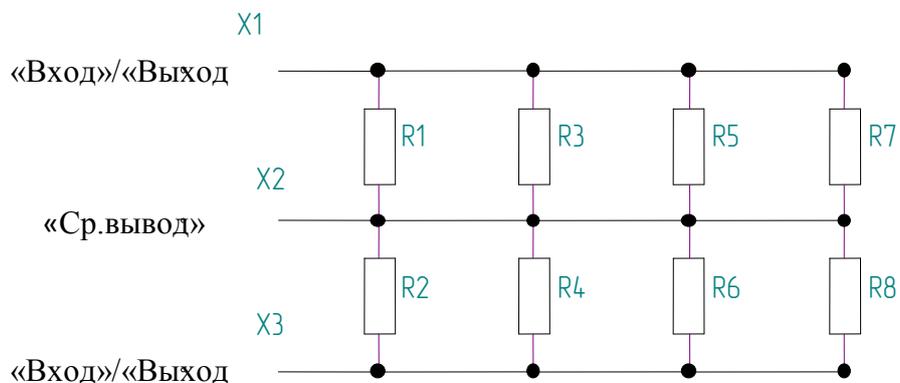


**Перечень элементов схемы электрической принципиальной нагрузок  
«5 Ом», «50 Ом» и «5 кОм», 10 Вт для измерения параметров на клеммах «↻ 2»**

Зона	Поз. обозначения	Наименование	Кол-во	Примечание
Резисторы				
	R1 – R8	C2 – 10 – 2,0 – 10 Ом ± 0,5 % – В	8	Нагрузка 5 Ом
	R1 – R8	C2 – 10 – 2,0 – 100 Ом ± 0,5 % – В	8	Нагрузка 50 Ом
	R1 – R8	C2 – 10 – 2,0 – 10 кОм ± 0,5 % – В	8	Нагрузка 5 кОм

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

**Схема электрическая принципиальная нагрузки «600 Ом», 10 Вт  
для измерения параметров на клеммах «↻ 2»**



**Перечень элементов схемы электрической принципиальной нагрузки  
«600 Ом» 10 Вт для измерения параметров на клеммах «↻ 2»**

Зона	Поз. обозначения	Наименование	Кол-во	Примечание
Резисторы				
	R1, R2	C2 – 10 – 2,0 – 1,18 кОм ± 0,5 % – В	2	
	R3 – R8	C2 – 10 – 2,0 – 1,21 кОм ± 0,5 % – В	6	

### Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ документа	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных					

Итого в руководстве по эксплуатации пронумерованных – 81 страница.

М.П.