

## **4. ИСПЫТАНИЯ ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНОГО. Часть 1**

### **4.1. Цель работы.**

4.1.1. Ознакомиться с методами экспериментальной оценки основных технических характеристик генератора сигналов низкочастотного.

4.1.2. Выполнить экспериментальное определение основных технических характеристик генератора.

4.1.3. Используемые приборы:

- генератор сигналов низкочастотный;
- электронно-счетный частотомер;
- цифровой вольтметр переменного тока;
- измеритель нелинейных искажений;
- магазин сопротивлений.

### **4.2. Лабораторное задание.**

Провести экспериментальные исследования генератора сигналов низкочастотного на соответствие его технических характеристик нормированным значениям:

- диапазона генерируемых частот;
- диапазона выходного напряжения;
- погрешности установки частоты;
- кратковременной нестабильности частоты;
- погрешности установки выходного напряжения;
- погрешности ослабления встроенного аттенюатора;

Указания по определению конкретных характеристик генератора дает преподаватель.

### **4.3. Подготовка к работе.**

4.3.1. Изучить по рекомендованной литературе [5-8,11,16] методы экспериментальной оценки указанных в п. 4.2 технических характеристик генератора низкочастотного.

4.3.2. Ознакомиться с порядком выполнения данной работы и методическими указаниями, приведенными в п. 4.4.

4.3.3. Ознакомиться с приборами, используемыми для экспериментальных исследований технических характеристик генератора. Составить таблицу по форме прил. 4.1 к настоящей работе, в которой указать исследуемую характеристику, допускаемую погрешность и приборы для исследования.

4.3.4. Подготовить в рабочей тетради схемы соединений исследуемого генератора и средств измерений, применяемых для определения его технических характеристик в соответствии с заданием преподавателя. Схемы соединений приведены в п. 4.4.

4.3.5. Подготовить формы таблиц для проведения измерений, приведенных в п. 4.4, и формы протоколов, для записи заключения о результате испытаний, приведенных в прил. 4.2.

#### **4.4. Порядок выполнения работы и методические указания.**

4.4.1. Провести операции «Внешний осмотр» и «Опробование».

При проведении операции «Внешний осмотр» необходимо убедиться в отсутствии у генератора внешних механических повреждений, исправности органов управления, четкости фиксации переключателей.

Операция «Опробование» не проводится для генераторов, которые находятся в эксплуатации и являются работоспособными (т.е. используемые в учебной лаборатории).

4.4.2. Определить погрешность установки частоты генератора.

Исследования генератора проводятся в нормальных условиях эксплуатации.

Определение погрешности установки частоты по шкале частот генератора проводится методом непосредственного измерения частоты генератора с помощью электронно-счетного частотомера в соответствии со схемой соединения приборов, приведенной на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Схема соединений приборов для определения погрешности установки частоты генератора

Погрешность установки частоты определяется в трех точках шкалы каждого поддиапазона: в начале, середине и в конце, в каждой точке выполняются 5 измерений.

Установка частоты в каждой точке и ее измерение частотомером производится дважды: при подходе по шкале частот генератора слева  $f'$  и справа  $f''$ . Ни одно из этих значений не должно отличаться от установленного номинального значения более, чем на допускаемую погрешность, указанную в технических данных на прибор.

За действительное значение частоты генератора принимается среднее арифметическое из этих измерений и определяется по формуле:  $f_d = (f' + f'')/2$ .

Относительная погрешность установки частоты определяется по формуле:

$$\delta_f = \frac{f_n - \bar{f}_d}{f_n} \cdot 100\%,$$

где  $f_n$  – номинальное значение частоты, установленное по шкале частот генератора;  $\bar{f}_d$  – среднее арифметическое значение частоты из 5 измерений, измеренное частотомером.

Результаты измерений и вычислений записываются в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Поддиапазон	Установленная частота, Гц	Показания частотомера					$\bar{f}_d$ , Гц	$\delta_f$ , %	$\delta_{f\text{доп}}^*$ , %
		1	2	3	4	5			
I (x 1)	20								
	60								
	200								
II (x 10)	200								
	600								
	2000								
III (x 10 <sup>2</sup> )	2000								
	6000								
	20000								
IV (x 10 <sup>3</sup> )	20000								
	60000								
	200000								

\*  $\delta_{f\text{доп}}$  – пределы допускаемой погрешности установки частоты

Полученные в результате измерений значения погрешностей  $\delta_f$  не должны превышать пределов допускаемой относительной погрешности  $\delta_{f\text{доп}}$ , нормированной для генератора в технической документации.

Одновременно с испытанием на определение погрешности установки частоты проверяется соответствие диапазона частоты генератора нормированному значению.

#### 4.4.3. Определить кратковременную нестабильности частоты генератора.

При испытании используется схема соединения приборов на рис. 4.1.

Измерения проводятся на одной из частот IV поддиапазона в течение 15 мин с интервалом в 1 мин.

По шкале частот генератора устанавливается выбранное значение частоты  $f_n$  и измеряется частотомером. Измеренные значения частоты  $f_d$  записываются в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Частота	Измеренные значения частоты, кГц						Допуск .нестаб $\Delta_n$ , кГц
	1	2	3	4	...	15	
$f_d$ , кГц							

Нестабильность частоты  $\delta_n$  вычисляется по формуле:

$$\Delta_n = f_{d \max} - f_{d \min},$$

где  $f_{d \max}$  и  $f_{d \min}$  – наибольшее и наименьшее показания частотомера.

Определение значения  $\Delta_n$  не должно превышать допускаемого значения кратковременной нестабильности нормированной для генератора.

#### 4.4.4. Определить погрешность установки выходного напряжения генератора.

Определение погрешности установки выходного напряжения генератора проводится сравнением показаний измерителя выходного напряжения генератора с показаниями эталонного вольтметра. Измерения проводятся в трех отметках шкалы «15 V» выходного вольтметра при частотах 20, 1000 Гц и 200 кГц (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Схема соединения приборов для определения погрешности установки выходного напряжения и погрешности ослабления встроенного аттенюатора

Измерения проводятся в следующем порядке: подключить к гнезду «Выход 1» нагрузку 50 Ом, к нагрузке подсоединить эталонный вольтметр В7-27 (В7-16),

установить частоту 1000 Гц, аттенюатор в положение «15 В» и ручкой «Регулировка вых.» выходное напряжение на отметках шкалы в соответствии с табл. 4.3, измерить установленное напряжение вольтметром и записать результаты в табл. 4.3.

Таблица 4.3

$U_n, В$	Измеренное значение напряжения В7-27 (В7-16)			$\gamma_f, \%$	$\gamma_{доп}^*, \%$
	$U'_d, В$	$U''_d, В$	$U_d, В$		
15					
9					
3					

\*  $\gamma_{доп}$  – допускаемая приведенная погрешность

Измерения каждого установленного значения напряжения производятся дважды: при подходе к установленному значению по шкале слева  $U'_d$  и при подходе справа  $U''_d$ . При этом ни одно из измеренных значений не должно отличаться от номинального  $U_n$  более чем на допускаемую приведенную погрешность. Результат измерения  $U_d$  каждого значения определяется как среднее арифметическое из указанных двух измерений, т.е.

$$U_d = \frac{U'_d + U''_d}{2}.$$

Относительная приведенная погрешность установки выходного напряжения определяется по формуле:

$$\gamma_n = \frac{U_n - U_d}{U_k} 100\%,$$

где  $U_k$  – конечное значение напряжения на данном пределе измерения, В.

Ни одно из полученных значений  $\gamma_n$  не должно превышать нормированного значения допускаемой приведенной погрешности установки выходного напряжения.

Одновременно проверяется соответствие диапазона выходного напряжения его нормированному значению.

#### 4.4.5. Определить погрешность ослабления встроенного аттенюатора.

Действительное значение ослабления встроенного аттенюатора определяется непосредственным измерением напряжения на выходе генератора эталонным вольтметром В7-27 на частотах 20 Гц, 1 и 200 кГц.

Структурная схема соединения приборов приведена на рис. 4.2.

Измерения проводятся в следующем порядке:

подключить к гнезду «Выход 1» генератора нагрузку 50 Ом, к нагрузке подсоединить вольтметр В7-27;

установить частоту генератора, на которой будут проводиться измерения (частоту указывает преподаватель);

установить аттенюатор в положение «15 V»;

установить переключатель «Нагрузка Ω» в положение «АТТ»;

установить переключатель пределов измерения вольтметра В7-27 в положение «10 В»;

установить ручкой «Регулировка вых.» выходное напряжение генератора по вольтметру 9 В;

устанавливать аттенюатор и пределы измерения вольтметра в положения, указанные в табл. 4.4 и производить измерения.

Относительная погрешность ослабления встроенного аттенюатора определяется по формуле:

$$\delta_A = \frac{U_n - U_{изм}}{U_{изм}} 100\%,$$

где  $U_n$ ,  $U_{изм}$  – номинальное и измеренное напряжения соответственно.

Номинальное напряжение  $U_n$  для положений аттенюатора «1,5V», «150 mV», «15 mV» соответственно равно 9/10, 9/10<sup>2</sup>, 9/10<sup>3</sup>В; для положений аттенюатора «5 V», «500 mV», «50 mV» соответственно равно 9/3,16; 9/(3,16·10); 9/(3,16·10<sup>2</sup>)В.

Результаты измерений и расчетов записать в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Положение аттенюатора	Предел измерения вольтметра В7-27	$U_n$ , В	$U_{изм}$ , В	$\delta_A$ , %	$\delta_{доп}^*$ , %
«5 V»	10 В				± 6
«1,5 V»					
«500 mV»	1 В				
«150 mV»					
«50 mV»	100 мВ				
«15 mV»					
* $\delta_{доп}$ – допускаемое значение погрешности					

Полученные в результате измерений значения погрешностей не должны превышать значений допускаемой погрешности аттенюатора.

#### **4.5. Содержание отчета.**

- \* Номер и наименование работы.
- \* Цель работы.
- \* Краткое описание метода определения заданной характеристики.
- \* Таблицы с результатами измерений.
- \* Протоколы по результатам испытаний (форма прил. 4.2).

## **5. ИСПЫТАНИЯ ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНОГО. Часть 2**

### **5.1. Цель работы.**

5.1.1. Изучить методы экспериментальной оценки основных технических характеристик генератора сигналов низкочастотного.

5.1.2. Провести экспериментальные исследования основных технических характеристик генератора.

5.1.3. Используемые приборы:

- генератор сигналов низкочастотный;
- измеритель нелинейных искажений;
- цифровой вольтметр переменного тока;
- магазин сопротивлений.

### **5.2. Лабораторное задание.**

Выполнить экспериментальные исследования генератора сигналов низкочастотного на соответствие их технических характеристик нормированным значениям:

- коэффициента нелинейных искажений;
- неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

Указания по определению конкретных характеристик генератора дает преподаватель.

### **5.3. Подготовка к работе.**

5.3.1. Изучить по литературе [5-8,11,16] методы экспериментальной оценки характеристик генератора низкочастотного, указанных в п. 5.2.

5.3.2. Изучить порядок выполнения данной работы и методические указания, приведенные в п. 5.4.

5.3.3. Ознакомиться с приборами, используемыми для экспериментальной оценки указанных характеристик генератора. Составить таблицу по форме прил. 4.1 с указанием исследуемых характеристик, их допускаемых значений и приборов для исследований.



5.3.4. Подготовить в рабочей тетради схемы соединений приборов при исследованиях. Схемы соединений приведены в п. 5.4.

5.3.5. Подготовить формы таблиц, приведенных в п. 5.4, для записи результатов измерений и формы протоколов по прил. 4.2.

#### 5.4. Порядок выполнения работы и методические указания.

5.4.1. Определить коэффициент нелинейных искажений.

Исследования проводят в нормальных условиях эксплуатации.

Коэффициент нелинейных искажений выходного напряжения определяется с помощью измерителя нелинейных искажений С6-11.

Измерения проводятся на частотах 20 Гц, 1, 20 и 200 кГц на гнезде «Выход 1» и на частотах 20 Гц и 200 кГц на клеммах «Выход 2» при положениях переключателя «Нагрузка  $\Omega$ » 50 и 600 Ом (рис. 5.1).

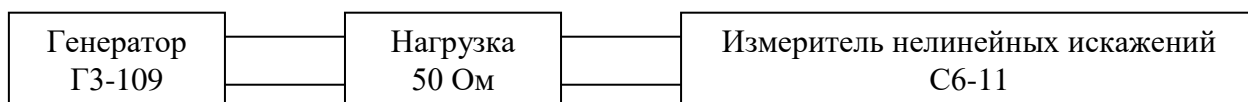


Рис. 5.1. Схема соединения приборов для определения коэффициента нелинейных искажений на выходе 1

Измерения проводятся в следующем порядке:

Установить аттенуатор в положение «15 В»; установить переключатель «Нагрузка  $\Omega$ » в положение «АТТ»; подключить к гнезду «Выход 1» нагрузку 50 Ом; установить частоту генератора 1 кГц и номинальное выходное напряжение 15 В (ручкой «Регулировка выхода») по встроенному индикатору; подключить к нагрузке 50 Ом прибор С6-11 и измерить коэффициент нелинейных искажений.

Измерить коэффициент нелинейных искажений  $K_n$  на всех остальных указанных частотах на гнезде «Выход 1». Результаты измерений записать в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Частота	20 Гц	200 Гц	1 кГц	20 кГц	200 кГц
$K_n$ , %					
$K_{доп}$ , %	1	1	0,5	0,5	1

После измерений отключить приборы от гнезда «Выход 1».

Измерения на клеммах «Выход 2» проводятся следующим образом:

Устанавливать переключатель «Нагрузка  $\Omega$ » последовательно в положения 50 и 600 Ом; подключить к клеммам «Выход 2» нагрузку по несимметричной схеме

и устанавливать последовательно значения нагрузки в соответствии с указанными положениями переключателя «Нагрузка  $\Omega$ »; подключить прибор С6-11; устанавливать на выходе генератора выходные напряжения 15 и 50 В соответственно для нагрузок 50 и 600 Ом, переключая прибор С6-11 в режим измерения напряжения (режим вольтметра); измерять коэффициент нелинейных искажений  $K_n$  на каждой нагрузке при частотах 20 Гц и 200 кГц. Результаты измерений записать в табл. 5.2.

Таблица 5.2

$R_n$ , Ом	50	600
$U_{\text{вых}}$ , В	15	50
$K_n$ , %	20 Гц	
	200 кГц	

Значения коэффициента нелинейных искажений не должны превышать 2 %.

#### 5.4.2. Определение неравномерности АЧХ.

Неравномерность АЧХ (рис. 5.2), т.е. изменение выходного напряжения при перестройке частоты, определяется в диапазоне частот 20 Гц – 200 кГц по отношению к значению выходного напряжения на частоте 1 кГц: на гнезде «Выход 1» при нагрузке 50 Ом и на клеммах «Выход 2» при одной из нагрузок 5, 50 и 600 Ом (по указанию преподавателя).



Рис. 5.2. Схема соединения приборов для определения неравномерности АЧХ

Измерения проводятся при следующих значениях выходного напряжения для соответствующих нагрузок: 5 Ом – 4,5 В; 50 Ом – 15 В; 600 Ом – 50 В.

Измерения на гнезде «Выход 1» проводят в следующем порядке:

- установить переключатель «Нагрузка  $\Omega$ » в положение «АТТ», переключатель аттенюатора в положение «15 В», переключатель «Множитель частоты» в положение «10», шкалу частот в положение «100»;
- установить нагрузку 50 Ом;
- установить выходное напряжение  $U_0$  на частоте 1 кГц, близкое к номинальному, и измерить его вольтметром В7-27 (В7-16);
- в дальнейшем при измерении частоты, установленный уровень  $U_0$  не изменять;

- устанавливая значения частоты (табл. 5.3), измерить выходное напряжение  $U_f$  вольтметром В7-27 (В7-16) и записать эти значения в таблицу;

- вычислить относительные изменения  $\Delta_U$  напряжения  $U_f$  по отношению к  $U_0$  по формуле

$$\Delta_U = \frac{U_f - U_0}{U_0} 100\%.$$

Таблица 5.3

Поддиапазон	I				II			III			IV		
Частота, Гц	20	40	100	200	200	1000	2000	$2 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$
$U_f$ , В													
$\Delta_U$ , %													

$U_0 =$  \_\_\_\_\_ В

$R_n =$  \_\_\_\_\_ Ом

Изменение напряжения при нагрузке 50 Ом не должно превышать  $\pm 10\%$ .

Измерения на клеммах «Выход 2» проводят в следующем порядке:

- установить переключатель «Нагрузка  $\Omega$ » в положение, соответствующее номиналу подключаемой нагрузки;

- установить переключатель «Множитель частоты» в положение «10», шкалу частот «Hz» в положение «100»;

- подключить к клеммам «Выход 2» требуемую нагрузку;

- установить на частоте 1 кГц соответствующее установленной нагрузке выходное напряжение  $U_0$  и измерить его вольтметром В7-27 (В7-16);

- в дальнейшем, при изменении частоты, установленный уровень  $U_0$  не изменять;

- устанавливая значения частоты (табл. 5.3), измерить выходное напряжение  $U_f$  и записать эти значения в таблицу;

- вычислить относительные изменения напряжения  $\Delta_U$  по указанной в п. 5.4.2 формуле и записать результаты в табл. 5.3.

Изменения напряжения при указанных нагрузках не должны превышать следующих значений:  $\pm 15\%$  для нагрузки 5 Ом,  $\pm 10\%$  для нагрузки 50 Ом,  $\pm 10\%$  для нагрузки 600 Ом.

### 5.5. Содержание отчета.

\* Номер и наименование работы.

\* Цель работы.

\* Краткое описание метода определения заданной характеристики.

\* Таблицы с результатами измерений.

\* Протоколы по результатам испытаний (форма прил. 4.2).