

**КИЇВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ
ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ
ВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ**

**КАФЕДРА
ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ПІДГОТОВКИ**

**ПРЕДМЕТ:
ЕКСПЛУАТАЦІЯ І ПОВІРКА
ВІЙСЬКОВИХ ЗАСОБІВ
ВИМІРЮВАННЯ**

ТЕМА 3.

ПОВІРКА ГЕНЕРАТОРІВ СИГНАЛІВ

ЗАНЯТТЯ 2.

**ПОВІРКА ГЕНЕРАТОРІВ СИГНАЛІВ
ВИСОКОЧАСТОТНИХ**

НАВЧАЛЬНІ ПИТАННЯ

1. ВИМОГИ НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПО КАЛІБРУВАННЮ. УМОВИ КАЛІБРУВАННЯ.

2. ПРОВЕДЕННЯ КАЛІБРУВАННЯ ГЕНЕРАТОРІВ СИГНАЛІВ ВИСОКОЧАСТОТНИХ.

3. ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КАЛІБРУВАННЯ.

НАВЧАЛЬНА МЕТА

- 1. Ознайомитись з методикою калібрування генераторів високочастотних (Г4).**
- 2. Набути практичних навичок по калібруванню генераторів високочастотних (Г4).**
- 3. Набути практичних навичок в оформленні результатів калібрування.**

ВИХОВНА МЕТА

- 1. Виховувати у студентів цікавість до вивчення вимірювальної техніки.**
- 2. Виховувати у студентів дисциплінованість і культуру поведінки.**
- 3. Виховувати і розвивати творчий підхід при вивченні і практичному відпрацюванні матеріалу.**

ЛІТЕРАТУРА:

1. Р.Ф. Акнаев. Поверка средств измерений электрических и магнитных величин. Изд. стандартов, 1983.
2. В. Д. Кукуш. Электрорадиоизмерения. Радио и связь, 1985.
3. Г.Д. Бурдун, Б.Н. Марков. Основы метрологии. Изд. стандартов, 1985.
4. Метрологічне обслуговування ОВТ Військ ППО. Військвидавництво, 1990.
5. И.Ф. Шишкин. Теоретическая метрология. Изд. стандартов, 1991.
6. ГОСТ 8.118-85, ГОСТ 13473-68, ГОСТ 8.429-81.

ПИТАННЯ 1

**ВИМОГИ НОРМАТИВНО -
ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ
ПО КАЛІБРУВАННЮ.
УМОВИ
КАЛІБРУВАННЯ.**

ОСНОВНІ ОПЕРАЦІЇ КАЛІБРУВАННЯ ГЕНЕРАТОРІВ ВИСОКОЧАСТОТНИХ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ МІЖДЕРЖАВНОГО СТАНДАРТУ ГОСТ 16863 -71

Стандарт розповсюджується на вимірювальні генератори типів Г4-1, Г4-1А, Г4-18, Г4-18А, Г4-42 і встановлює методи і засоби калібрування приладів, які виходять з виробництва і ремонту, а також які знаходяться в експлуатації.

Періодичність калібрування визначається керівними документами відповідного відомства.

Операції калібрування

При калібруванні генераторів високочастотних вимірювальних діапазона частот **0,1-35 МГц** здійснюються наступні операції:

1. Зовнішній огляд і перевірка справності.
2. Визначення основної похибки встановленої частоти сигналу.
3. Визначення короткочасної нестабільності частоти.
4. Визначення основної похибки опорного значення вихідної напруги.

- 5. Визначення основної похибки встановленого послаблення атенюатора.**
- 6. Визначення нестабільності вихідної напруги.**
- 7. Визначення похибки частоти внутрішнього модулятора.**
- 8. Визначення границь регулювання і основної похибки встановленого коефіцієнта глибини амплітудної модуляції.**
- 9. Визначення коефіцієнтів другої і третьої гармонік вихідного сигналу в режимі безперервної генерації.**

Засоби перевірки

- 1. Частотомір електроннолічильний.**
- 2. Електронний вольтметр типу ВЗ-9 або ВЗ-24.**
- 3. Вимірювач послаблення типу Д1-1.**
- 4. Модулометр типу С2-5.**
- 5. Вимірювальний приймач типу П5-9.**

6. Селективний вольтметр типу В6-1.
7. Фотокомпенсаційний мікроамперметр Ф116/1.
8. Детекторна головка з комплекту вимірювальної лінії типу Р1-5А.
9. Генератор типу Г4-18А (для застосування в якості гетеродина при роботі з вимірювачем послаблення типу Д1-1).

Примітка. Допускається застосування іншої апаратури, яка має аналогічні параметри.

Умови калібрування

Підготовка приладу до повірки повинна здійснюватись згідно з вимогами відповідного розділу технічного опису. При проведенні перевірки повинні бути дотримані наступні умови:

1. Температура повітря 20 ± 5 °C;
2. Атмосферний тиск 100000 ± 4000 Па
(750 ± 30 мм рт. ст.);

3. Відхилення напруги мережі живлення від номінального $\pm 2\%$;

4. Частота мережі живлення $50 \pm 0,5$ Гц.

5. Відносна вологість повітря $60 \pm 15\%$;

Еталони і прилади, що калібруються, повинні бути попередньо прогріті протягом часу, зазначеного в нормативно-технічній документації на прилад. Підготовка приладу до калібрування повинна здійснюватись згідно з вимогами відповідного розділу технічного опису.

ПИТАННЯ 2

**ПРОВЕДЕННЯ
КАЛІБРУВАННЯ**

Зовнішній огляд

При зовнішньому огляді генераторів повинно бути встановлено:

- комплектність відповідно до вимог нормативно-технічної документації на прилад, а також наявність паспорта;**
- відсутність механічних ушкоджень і слідів корозії.**

Опробування

Генератори вважають такими що пройшли випробування, якщо забезпечується:

- встановлення на нуль за допомогою механічних коректорів показчиків всіх електровимірювальних приладів, що входять до складу генератора;**
- електричне встановлення на нуль показчиків усіх приладів, що входять до складу генератора;**

- вільне переміщення і фіксація в будь-якому положенні ручок настроювання і керування приладів;
- чітка (без заїдань) фіксація всіх перемикачів у всіх позиціях при збігу покажчика позиції перемикачів, з відповідними написами на панелі приладу;
- генерація сигналів без провалів у всьому діапазоні частот;
- можливість встановлення максимальної напруги на всьому діапазоні частот генератора;
- можливість встановлення нульових биттів у гетеродинних генераторів.

Визначення похибки встановлення частоти по шкалі частот

Похибку визначають вимірюванням частоти електронно-лічильним частотоміром не менш ніж в п'яти числових помітках кожного діапазону і не рідше ніж через чотири числові помітки шкали частот. Числові помітки, що відповідають початку і кінцю кожного діапазону, повинні підлягати перевірці. Вимірювання проводять двічі: при підході до помітки з сторони більших і менших значень.

Похибку визначають при-номінальному навантаженні і максимальній вихідній напрузі.

Для генераторів з діапазонно-кварцевою стабілізацією частоти основну похибку визначають порівнянням з еталонною частотою на одній з частот діапазону.

Відхилення частоти генератора, що перевіряється, від зразкової, яка відтворена стандартом частоти, визначають частотним компаратором.

Абсолютну похибку встановлення частоти генератора у герцах за допомогою показів електронно-лічильного частотоміра визначають за формулою

=

де $f_{ном}$ - номінальне значення частоти, яке встановлене по шкалі частот, Гц;

$f_{д}$ — дійсне значення частоти, Гц.

При порівнянні частот генератора, що перевіряється, і еталону за

допомогою компаратора абсолютну похибку встановлення частоти генератора

одержують безпосередньо.

**Відносну похибку встановлення частоти δf
у процентах. визначають за допомогою
формули**

$$\delta f =$$

**За похибку встановлення частоти
приймають максимальне значення
похибки, що не повинне перевищувати
гранично допустимого значення,
зазначеного в нормативно-технічній
документації на прилад конкретного
типу.**

Визначення похибки встановлення частоти по шкалі інтерполяції

Похибку визначають на будь-якій частоті діапазону генератора шляхом вимірювання частоти електронно-лічильним частотоміром на всіх числових помітках шкали інтерполяції.

Похибку встановлення частоти генератора по шкалі інтерполяції, яка тарована у герцах, визначають шляхом вимірювання частоти f_1 при положенні «0» ручки шкали інтерполяції і вимірюванням частоти f_2 в помітці, яка перевіряється, шкали інтерполяції (f_2 — будь-яка зручна для перевірки частота в межах діапазону калібруємого генератора).

Абсолютну похибку встановлення частоти по шкалі інтерполяції $\Delta f_{ш.и.}$ у герцах визначають за допомогою формули

де $f_{ном}$ — номінальне значення зміни частоти по шкалі інтерполяції в точці, що перевіряється, Гц.

Відносну похибку встановлення частоти по шкалі інтерполяції $\delta_{ш.и.}$ у відсотках визначають за допомогою формули

$\delta_{ш.и.} =$

Визначення нестабільності частоти

Нестабільність частоти генератора визначають на частотах, зазначених у нормативно-технічній документації на прилад конкретного типу, вимірюванням електронно-лічильним частотоміром або вимірюванням відхилення частоти генератора від зразкової, яка відтворена стандартом частоти, за допомогою частотного компаратора.

Вимірювання проводять при увімкненому номінальному навантаженні через кожні 1—3 хв протягом 15 хв (при визначенні нестабільності за 15 хв) і через кожні 30 хв протягом 3 год. (при визначенні нестабільності за 3 год.).

Нестабільність частоти Δf_v у герцах визначають за допомогою формули

де f_{rmax} - максимальне значення частоти, виміряне протягом 15 хв. чи 3 год.;

f_{min} -мінімальне значення частоти, виміряне протягом 15 хв. чи 3 год.

Відносну нестабільність частоти δV у відсотках визначають за допомогою формули

де $f_{\text{ном}}$ — номінальне значення частоти, Гц.

Нестабільність частоти не повинна перевищувати гранично допустимого значення, яке зазначене в нормативно-технічній документації на генератор конкретного типу.

Визначення похибки встановлення вихідної напруги

Похибку генератора визначають за допомогою зразкового вольтметра, або термоелектричного компаратора.

Похибку встановлення вихідної напруги генераторів, що мають як індикатор вольтметр зі шкалою, визначають не менш ніж у трьох помітках шкали на кожному діапазоні вольтметра на опорній частоті генератора і в одній помітці шкали, що відповідає номінальній вихідній напрузі, не менш ніж на п'яти інших частотах діапазону, які зазначені у нормативно-технічній документації на прилад конкретного типу, у тому числі на частотах, що відповідають початку і кінцю діапазону.

Похибку встановлення вихідної напруги в генераторів, які мають у якості індикатора вихідної напруги вольтметр з поміткою номінального значення, визначають при встановленні напруги на це значення, що вказують у нормативно-технічній документації для генератора конкретного типу на опорній частоті і на крайніх частотах діапазону.

Похибку встановлення вихідної напруги в генераторів, які мають тарований регулятор вихідної напруги, визначають на опорній частоті і на крайніх частотах діапазону для всіх числових поміток регулятора.

Похибку встановлення вихідної напруги генератора визначають при номінальному навантаженні.

Якщо в нормативно-технічній документації на генератор не зазначене значення опорної частоти, то його вибирають з ряду 60, 400, 1000, 10000, 1000000, 200000 Гц.

Похибку встановлення вихідної напруги визначають двічі: при підході до помітки, що перевіряється, з боку більших і менших значень.

Абсолютну похибку встановлення вихідної напруги ΔV у вольтах обчислюють за допомогою формули

$$\Delta V = V_{\text{ном}} - V_{\text{д}}$$

де $V_{НОМ}$ — номінальне значення вихідної напруги по шкалі індикатора або регулятора вихідної напруги, В;

V_D — дійсне значення вихідної напруги, В.

За похибку встановлення вихідної напруги приймають максимальне значення похибки, що не повинне перевищувати гранично допустимого значення, яке, зазначене в нормативно-технічній документації на прилад конкретного типу.

Відносну похибку встановлення вихідної напруги δ' у відсотках обчислюють за допомогою формули

Відносну приведену похибку встановлення вихідної напруги в відсотках визначають за допомогою формули

де $V_{В.П.}$ -верхня межа вимірювань, В.

Визначення похибки вихідного регулятора (послаблювача, подільника) напруги

Значення коефіцієнта поділу вихідного регулятора напруги одержують шляхом вимірювання напруги на виході генератора зразковим вольтметром з наступним підрахунком коефіцієнта поділу методом заміщення за допомогою зразкового подільника напруги. Вихідний регулятор напруги перевіряють на всіх числових помітках на опорній частоті і на крайніх частотах діапазону при номінальному навантаженні. У технічно обґрунтованих випадках допускається здійснювати калібрування на максимальній частоті діапазону.

Похибка регулятора обчислюється за допомогою формули

$$\Delta n = n_{\text{ном}} - n_{\text{д}}$$

де $n_{\text{ном}}$ — номінальне значення коефіцієнта поділу, дБ;

$n_{\text{д}}$ — дійне значення коефіцієнта поділу, дБ.

Відносну похибку регулятора $\delta_{\text{дел}}$ у відсотках обчислюють за допомогою формули

Якщо регулятор складається з декількох самотійних ланок, то перевіряють кожну ланку.

Похибка регулятора (чи кожної його ланки) не повинна перевищувати гранично допустимого значення, яке зазначене в нормативно-технічній документації на прилад конкретного типу.

Визначення коефіцієнта гармонік вихідної напруги

Коефіцієнт гармонік вихідної напруги визначають при номінальній вихідній напрузі і навантаженні на опорній частоті і не менш ніж на п'ятьох інших частотах, зазначених у нормативно-технічній документації на прилад конкретного типу. У числі перевірених повинні бути значення, які відповідають початку і кінцю діапазону частот генератора.

Коефіцієнт гармонік вихідної напруги визначають за допомогою вимірювача нелінійних спотворень, аналізатора гармонік або селективного вольтметра.

Коефіцієнт гармонік вихідної напруги визначають за допомогою вимірювача нелінійних спотворень, аналізатора гармонік або селективного вольтметра.

При використуванні аналізатора гармонік або селективного вольтметра коефіцієнт гармонік K_f у відсотках визначають за допомогою формули де $V_2, V_3... V_n$ — амплітуди 2, 3... n гармонік вихідної напруги;

$V_{вих}$ — напруга генератора, В.

Для визначення коефіцієнтів гармонік менш 0,05% використовують набір режекторних фільтрів на ряд фіксованих частот (див. обов'язковий додаток).

Отримане значення коефіцієнта гармонік не повинне перевищувати гранично допустимого значення, що , зазначене в нормативно-технічній документації на прилад конкретного типу.

ПИТАННЯ 3

ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОВІРКИ

Позитивні результати державної первинної повірки оформляють записом у паспорті і нанесенням на генератори відбитка клейма.

Позитивні результати державної періодичної повірки оформляють нанесенням відбитка клейма і видачею свідоцтва про повірку за формою, яка встановлена Держстандартом з вказівкою на звороті, за вимогою власника приладу, максимальних значень похибок.