

1 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПОВІРКА ГЕНЕРАТОРІВ СИГНАЛІВ НИЗЬКОЇ ЧАСТОТИ

Мета роботи – придбання навичок дослідження основних метрологічних характеристик (МХ) засобів вимірювальної техніки, практичне засвоєння методики повірки генераторів сигналів низької частоти (ГНЧ), закріплення знань з принципів побудови та застосування повірочного обладнання.

1.1 Організація самостійної роботи

1.1.1 Завдання на самостійну підготовку до роботи

Вивчити:

- перелік основних нормованих МХ ГНЧ, які визначаються під час повірки;
- методи визначення МХ ГНЧ, вимоги до робочих еталонів;
- мету, програму, порядок виконання роботи, схеми повірки.

Підготувати бланк звіту, який повинен містити:

- назву, мету, програму роботи;
- схеми повірки для визначення нормованих МХ;
- незаповнену форму протоколу повірки (згідно п.п. 1.1.2).

Ознайомитися з лабораторною установкою та змістом нормативного документу [1].

Вивчити особливості виконання основних операцій повірки, зміст методики визначення нормованих МХ ГНЧ, типовий склад комплекту робочих еталонів і допоміжного обладнання.

1.1.2 Методичні вказівки до самостійної підготовки

Методику повірки ГНЧ розглядатимемо на прикладі нормативного документа [1].

Періодична повірка ГНЧ передбачає здійснення зовнішнього огляду, випробування, а також визначення таких МХ: похибка установки частоти по шкалі частот, нестабільність частоти, похибка установки вихідної напруги, похибка вихідного регулятора напруги, коефіцієнт гармонік вихідної напруги.

Для визначення МХ застосовуються робочі еталони, похибка яких не повинна перевищувати $1/3$ межі допустимої похибки відповідного параметра ГНЧ, що повіряється.

Повірка ГНЧ здійснюється при максимальній вихідній напрузі (за винятком операції визначення похибки вихідного регулятора напруги) та при номінальному навантаженні, тобто при тих значеннях напруги і навантаження, при яких здійснювалося градування відлікових пристроїв ГНЧ під час його випуску з виробництва.

Похибка установки частоти по шкалі частот та нестабільність частоти визначаються методом прямих вимірювань частоти, яка відтворюється ГНЧ, за допомогою частотоміра електронно-лічильного. Похибка установки вихідної напруги визначається методом прямих вимірювань вихідної напруги ГНЧ за допомогою вольтметра. Похибка вихідного атенюатора визначається непрямим методом за результатами вимірювань вихідної напруги ГНЧ вольтметром з наступним розрахунком дійсного значення ослаблення. Коефіцієнт гармонік вихідної напруги визначається методом прямих вимірювань за допомогою вимірювача нелінійних викривлень.

Форма протоколу повірки ГНЧ має наступний вигляд.

Протокол повірки

Найменування приладу, що повіряється:

Тип: ПЗ-109

Зав. №: 34789M

Робочі еталони: 23-54, В7-34А, С6-7

Умови повірки: нормальні

Результати повірки:

1. Зовнішній огляд.

Висновок: Комплектист ПЗ-109 відповідає технічній док-ції на прилад, механічні пошкодження відсутні, корозії немає

2. Випробування.

Висновок: на нуль встановлюється, перемикачі та ручки настройки працюють, їх коження відповідає каписам

3. Визначення метрологічних характеристик.

3.1. Похибка установки частоти по шкалі частот:

Під-діа-пазон	Контрольована позначка	Дійсне значення частоти		Дійсне значення похибки, %		Допустима похибка, %
		зліва	справа	зліва	справа	
I	100 Гц	99,21 Гц	99,30 Гц	0,79	розраховано	1
II	1 кГц	0,96	1,01	...	...	1
IV	150 кГц	148,80	151,01	...	...	1

(кількість рядків таблиці визначити самостійно)

Висновок: зробити ...

3.2. Нестабільність частоти: 50 Гц

Допустиме значення нестабільності частоти $\pm 10^{-3}$

Час з початку вимірювань, хв..	00:00	01:00	02:00	03:00	05:00	09:00	12:00	15:00
Результат вимірювань	50,0002 Гц	50,0006	5,0005	5,0003	5,0006	50,0008	5,0005	50,0010

Нестабільність частоти визначити ...

Висновок: зробити ...

3.3. Похибка установки вихідної напруги:

Опорна частота 400 Гц

Час-тота	Контрольована позначка	Дійсне значення напруги		Дійсне значення похибки		Допустима похибка, %
		зліва	справа	зліва	справа	
400	1 В	0,8 В	0,9 В	...	...	5
400	10 В	10,1 В	10,4 В	...	...	5
400	15 В	15,3 В	15,5 В	...	...	5

(кількість рядків таблиці визначити самостійно)

Висновок: зробити ...

3.4. Похибка вихідного атенюатора:

Опорний рівень вихідної напруги 15 В.

Номінальне значення ослаблення, дБ	Рівень вихідної напруги, В			Дійсне значення ослаблення, дБ			Дійсне значення похибки, дБ			Допустима похибка атенюатора, дБ
	$f_{Гц}$	$кГц$	$кГц$	$f_{Гц}$	$кГц$	$кГц$	$f_{Гц}$	$кГц$	$кГц$	
	$f=20$	$f=20$	$f=200$	$f=200$	$f=20$	$f=200$	$f=200$	$f=20$	$f=200$	
60	0,02	0,03	0,04	57,5	...	...	2,5	...	...	4
30	0,3	0,3	0,2	...	...	...	...	...	...	4
20	1	1	1	...	...	...	...	...	...	4

(кількість рядків таблиці визначити самостійно)

Висновок: ...

3.5. Коефіцієнт гармонік вихідної напруги:

Частота	Дійсне значення коефіцієнта гармонік, %	Допустиме значення коефіцієнта гармонік, %
20 Гц	0,8	1,0
1000 Гц	0,4	0,5
20000 Гц	0,9	1,0

(кількість рядків таблиці визначити самостійно)

Висновок: ...

Загальний висновок: ...

Повірювач: П.І.Б. студента

1.2 Лабораторне завдання

1. Підготувати робоче місце до виконання повірочних робіт.
2. Виконати зовнішній огляд ГНЧ, що повіряється.
3. Виконати випробування ГНЧ, що повіряється.

4. Визначити наступні МХ ГНЧ у ході його періодичної повірки (з протокуванням результатів вимірювань):

- похибка установки частоти по шкалі частот;
- нестабільність частоти;
- похибка установки вихідної напруги;
- похибка вихідного регулятора напруги;
- коефіцієнт гармонік вихідної напруги.

5. Обробити та проаналізувати результати вимірювань, встановити придатності ГНЧ до застосування.

1.3 Опис лабораторної установки

До складу лабораторного робочого місця входять наступні засоби вимірювальної техніки і вимірювальні приналежності:

за ГНЧ, що повіряється, використовується генератор сигналів низькочастотний ГЗ-109;

робочими еталонами є частотомір електронно-лічильний ЧЗ-54, вольтметр В7-34А, вимірювач нелінійних викривлень С6-7.

1.4 Методичні вказівки до виконання лабораторного завдання

Заземлити ГНЧ, що повіряється, і усі засоби повірки.

Переконатися, що на робочому місці виконуються умови повірки, які регламентовані п.2 [2].

Згідно з технічною документацією на повірочне обладнання виконати операції підготовки лабораторної установки до роботи (прогрівання, підключення штатних навантажень та з'єднувальних кабелів тощо).

При виконанні зовнішнього огляду встановити комплектність ГНЧ у відповідності до ТД на прилад, а також відсутність механічних пошкоджень і слідів корозії.

За результатами зовнішнього огляду зробити у протоколі повірки висновки про придатність ГНЧ до застосування.

При виконанні випробування перевірити:

- можливість встановлення на нуль покажчика вольтметра за допомогою механічного коректора.

- вільність переміщення і фіксації у кожному положенні перемикачів, ручок настройки і управління при збігу їх покажчиків з відповідними надписами на панелі приладу.

Після підключення ГНЧ до мережі електроживлення та увімкнення електроживлення:

- перевірити можливість електричного встановлення на нуль покажчика вольтметра;
- переконатися у наявності генерації сигналів без провалів в усьому діапазоні частот;
- перевірити можливість встановлення максимальної напруги в усьому діапазоні частот.

За результатами випробування зробити у протоколі повірки висновок про придатність ГНЧ до застосування.

Для визначення МХ ГЗ-109 слід здійснити наступні операції.

Похибка установки частоти по шкалі частот. Визначити похибку установки частоти по шкалі частот не менше, ніж для 5 числових позначок шкали кожного піддіапазону (включаючи початкову та кінцеву позначки) і не рідше, ніж через 4 числові позначки шкали. Вимірювання виконувати двічі – при підході до позначки збоку менших та збоку більших значень, для кожного з двох результатів вимірювань похибку обчислити окремо. За похибку установки частоти на даній позначці шкали приймати більше з двох отриманих значень.

Результати визначення похибки установки частоти по шкалі частот занести у протокол повірки, порівняти з допустимими значеннями.

За результатами визначення похибки установки частоти по шкалі частот зробити у протоколі повірки висновок про придатність ГНЧ до застосування.

Нестабільність частоти. Через обмеженість часу, відведеного на виконання лабораторної роботи, здійснюється визначення нестабільності частоти ГЗ-109 лише за 15 хвилин роботи (нестабільність частоти за 3 години роботи не визначається).

Визначити нестабільність частоти на верхній частоті діапазону. Для цього фіксувати значення вихідної частоти ГНЧ через кожні 1 ... 3 хвилини протягом 15 хвилин. Абсолютну нестабільність частоти Δf визначити, як різницю між максимальним і мінімальним (із зафіксованих протягом інтервалу часу) значень частот.

Результати вимірювань частоти протягом 15 хвилин та результати визначення нестабільності частоти занести в протокол повірки, порівняти з допустимими значеннями.

За результатами визначення нестабільності частоти зробити у протоколі повірки висновок про придатність ГНЧ до застосування.

Похибка установки вихідної напруги. Для визначення похибки установки вихідної напруги виконати наступні операції:

- обрати номінальне значення опорної частоти ГЗ-109 із таких можливих значень: 60 Гц, 400 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 200 кГц;

- обрати позначки шкали вбудованого вольтметра ГНЧ, які контролюються на опорній частоті (не менше, ніж три позначки шкали, зокрема, крайні та середня);

- занести обрані значення напруг та частоти у таблицю протоколу повірки;

- обрати частоти діапазону, для яких визначатиметься похибка установки вихідної напруги у діапазоні частот (не менше, ніж п'ять частот діапазону ГНЧ, включаючи крайні частоти);

- визначити позначку шкали вбудованого вольтметра ГНЧ, на якій визначатиметься похибка установки напруги у діапазоні частот (позначка, що відповідає номінальному значенню напруги);

- занести обрані значення напруги та частот у таблицю протоколу повірки.

При визначенні похибки установки напруги вимірювання виконувати двічі – при підході до позначки збоку менших та збоку більших значень. Для кожного з двох результатів вимірювань обчислити похибку. За похибку установки вихідної напруги на даній позначці приймати більше з двох отриманих значень.

Результати визначення похибки установки напруги занести в протокол повірки, порівняти з допустимими значеннями.

За результатами визначення похибки установки напруги зробити у протоколі повірки висновок про придатність ГНЧ до застосування.

Похибка вихідного атенюатора. Визначити похибку вбудованого атенюатора на всіх числових позначках на опорній частоті та крайніх частотах діапазону ГНЧ.

Дійсне значення ослаблення для кожної числової позначки атенюатора визначати за виразом

$$n_i = 20 \lg \frac{U_0}{U_i}, \text{ дБ},$$

де U_0 – опорний рівень вихідної напруги (тобто дійсне значення вихідної напруги при нульовому ослабленні);

U_i – рівень напруги, який вимірюється при введеному ослабленні.

Абсолютну похибку вихідного атенюатора для кожної числової позначки визначати за виразом

$$\Delta n_i = n_i - n_{i \text{ ном}},$$

де $n_{i \text{ ном}}$ – номінальне значення ослаблення.

За аналогічною методикою визначити похибку зовнішнього атенюатора із комплекту ГНЧ ГЗ-109.

Результати визначення похибки вихідного атенюатора занести в протокол повірки, порівняти з допустимими значеннями.

За результатами визначення похибки вихідного атенюатора зробити у протоколі повірки висновок про придатність ГНЧ до застосування.

Коефіцієнт гармонік вихідної напруги. Визначити коефіцієнт гармонік вихідної напруги ГНЧ на опорній частоті і не менше, ніж на п'яти інших частотах діапазону, наведених у ТД на ГНЧ, включаючи крайні частоти.

Результати визначення коефіцієнта гармонік вихідної напруги занести в протокол повірки, порівняти з допустимими значеннями.

За результатами визначення коефіцієнта гармонік вихідної напруги зробити у протоколі повірки висновок про придатність ГНЧ до застосування.

Оформити звіт з лабораторної роботи, який повинен містити:

а) Дані та креслення, виконані під час підготовки до виконання роботи;

б) Протокол повірки, в якому вказані:

- тип, назва та заводський номер ГНЧ, що повірявся;

- перелік робочих еталонів (з їх заводськими номерами);

- умови повірки;

- заповнені таблиці з результатами вимірювань та розрахунків МХ ГНЧ;

- висновки за результатами виконання кожної з операцій повірки.

в) Загальні висновки по роботі, у яких вказати, згідно якого НТД виконано повірку, зазначити ускладнення (труднощі), які виникли під час визначення МХ, навести пропозиції з удосконалення методик виконання вимірювань тощо.

1.5 Контрольні запитання та завдання

1. Наведіть перелік операцій повірки ГНЧ.

2. Яким методом та за якою методикою визначають похибку вихідного атенюатора ГНЧ?

3. Чому визначення похибки установки частоти по шкалі частот здійснюється при максимальній вихідній напрузі та номінальному навантаженні ГНЧ?

4. У чому полягає розбіжність між вимогами ТД на ГЗ-109 та ДСТУ ГОСТ 8.314:2008 щодо методики визначення похибки установки частоти по шкалі частот?