

**КИЇВСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ  
ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ  
ВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ**

**КАФЕДРА  
ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
ПІДГОТОВКИ**

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

**ТЕМА 6  
КАЛІБРУВАННЯ ЕЛЕКТРОННО-  
ПРОМЕНЕВИХ ОСЦИЛОГРАФІВ**

**ЗАНЯТТЯ 1  
ПОВІРКА ОСЦИЛОГРАФІВ  
УНІВЕРСАЛЬНИХ**

# **НАВЧАЛЬНА МЕТА**

- 1. Набути практичних навичок у повірці універсальних осцилографів.**
- 2. Набути практичних навичок в оформленні результатів повірки.**

# **ВИХОВНА МЕТА**

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

# НАВЧАЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1. Вимоги нормативно-технічної документації з калібрування.**
- 2, 3. Порядок проведення калібрування осцилографів універсальних. Особливості калібрування осцилографів (повірочна схема, зразкові засоби вимірювань для перевірки універсальних осцилографів. Методи перевірки універсальних осцилографів).**
- 4. Оформлення результатів перевірки.**

# 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 З КАЛІБРУВАННЯ**

## **Параметри коефіцієнта відхилення:**

- діапазон значень;**
- основна похибка;**

## **Параметри перехідної характеристики (ПХ):**

- час наростання;**
- викид;**
- час встановлення.**

## **Параметри входу каналу вертикального відхилення:**

- вхідний активний опір;**
- вхідна ємність;**
- коефіцієнт відбиття або коефіцієнт стоячої хвилі по напрузі;**
- сумарне значення постійної і змінної напруги на закритих входах напруги, яке допускається.**



**Межі переміщення променя по вертикалі.**

**Основна похибка вимірювання часових інтервалів.**

**Параметри коефіцієнта розгортки:**

- діапазон значень;**
- основна похибка.**

**Межі переміщення променя по горизонталі.**

**Параметри синхронізації:**

- діапазон частот;**
- граничні рівні;**
- нестабільність.**

**Параметри, які залежать від електронно-променевої трубки:**

- робоча частина екрану;**
- ширина лінії.**

**Додаткові параметри:**

**Параметри коефіцієнта відхилення:**

- похибка в робочому діапазоні впливаючого фактору.**

**Не лінійність відхилення.**

**Спотворення по постійному струму (для підсилювачів постійного струму).**

**Параметри перехідної характеристики:**

- спадання вершини (при закритому вході).**

**Параметри АЧХ:**

- смуга пропускання;**
- нормальний діапазон;**
- розширений діапазон АЧХ;**
- опорна частота.**

**Параметри, які визначають нестабільність положення променя:**

- довгочасний дрейф;**
- короткочасний дрейф;**
- зміщення променя при зміні напруги живлення;**
- зміщення променя від вхідного струму.**

**Коефіцієнт розв'язування між каналами.**

**Різниця фаз (між каналами вертикального і горизонтального відхилення).**

**Параметри диференційних підсилювачів:**

- коефіцієнт ослаблення синфазних сигналів;**
- діапазон частот і напруга синфазних сигналів.**

**Затримка зображення сигналу.**

**Параметри коефіцієнта розгортки:**

- похибка в робочому діапазоні впливаючого фактору.**

**Нелінійність розгортки.**

**Розтягування розгортки:**

- значення (кратність);**
- основна похибка (окремо значення розтягування або сумарно з похибкою коефіцієнта розгортки).**

**параметри каналу  $Z$ .**

**Осцилографи виготовляються у відповідності з вимогами стандарту ГОСТ 22261-76 по нормативно-технічній документації.**

**Значення параметрів, які визначають метрологічні характеристики осцилографів, в залежності від класу точності не повинні бути гіршими вказаних в табл. 1.**

Назва параметру	Норма для осцилографа класу точності	Норма для осцилогр.	
		1	2
Основна похибка вимірювання напруги, %, не більше		3	5
Основна похибка коефіцієнта відхилення, %, не більше		2,5	4
Основна похибка вимірювання часових інтервалів, %, не більше		3	5
Основна похибка коефіцієнта розгортки, %, не більше <sup>2</sup> ,		2,5	4
Нерівномірність вершини перехідної характеристики, %, не більше		131,5	5

**Відповідний ряд значень смуги пропускання, яка відповідає тн повинен бути: 1; 5; 10; 50; 100; 250; 350; 500; 700; 100; 3500; 5000; 10000; 1800; 25000 МГц.**

**Допускається випускати осцилографи з смугою пропускання менше 1 МГц.**

**Для осцилографів з смугою пропускання менше 1 МГц, а також для осцилографів з смугою пропускання понад 0,5 ГГц допускається нормувати параметри АЧХ замість параметрів ПХ.**

**В залежності від методу вимірювання для осцилографів нормують або помилки вимірювання напруги і часових інтервалів або похибки коефіцієнтів відхилення і коефіцієнтів розгортки.**

**При різних значеннях похибки по вісі напруги і по вісі часу клас точності осцилографа визначають по більшому значенню похибки.**

**Значення коефіцієнтів відхилення, коефіцієнтів розгортки і регулюємої затримки повинні відповідати ряду**

**$(1-2-5) \cdot 10^n$**

**де  $n$  – одне з чисел: -3, -2, -1, 0, 1, 2.**

**20; 15 пс.**

**Кожна складова похибки вимірювання в свою чергу також може викликатись рядом чинників.**

**Наприклад, методична складова похибки обумовлена :**

- 1. Недосконалістю методу вимірювання.**
- 2. Недостатньою розробкою явищ, покладених в основу вимірювання.**
- 3. Наявністю допущених спрощень при встановленні залежностей, які використовуються для знаходження оцінки вимірюваної величини.**
- 4. Недотриманням встановлених правил вимірювань, відсутністю відліку різних впливаючих величин і т.д.**



**Межі переміщення променя по вертикалі повинні бути не менше двох значень номінального вертикального відхилення.**

**Переміщення променя по горизонталі повинно забезпечувати встановлення початку і кінця робочої частини розгортки в центральну частину екрану. Зв'язок між верхньою граничною частотою смуги пропускання і часом наростання ПХ встановлюють з співвідношення  $f_v = 350 / \tau_n$ ,**

**де  $f_v$  – верхня гранична частота смуги пропускання, МГц;**

**$\tau_n$  – час наростання ПХ, нс.**

**Значення часу наростання ПХ осцилографа треба вибирати з ряду:**

**350; 70; 35; 7-8; 3,5; 1,5; 1; 0,7-0,8; 0,5; 0,35; 0,1 нс, 70; 35; 25; 20; 15 пс**

**Відповідний ряд значень смуги пропускання, яка відповідає тн повинен бути: 1; 5; 10; 50; 100; 250; 350; 500; 700; 100; 3500; 5000; 10000; 1800; 25000 МГц.**

**Допускається випускати осцилографи зі смугою пропускання менше 1 МГц.**

**Для осцилографів зі смугою пропускання менше 1 МГц, а також для осцилографів зі смугою пропускання понад 0,5 ГГц допускається нормувати параметри АЧХ замість параметрів ПХ.**

# ПИТАННЯ 2,3

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ КАЛІБРУВАННЯ  
ОСЦИЛОГРАФІВ УНІВЕРСАЛЬНИХ.  
ОСОБЛИВОСТІ КАЛІБРУВАННЯ  
ОСЦИЛОГРАФІВ. (ПОВІРОЧНА СХЕМА,  
ЗРАЗКОВІ ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ ДЛЯ  
ПОВІРКИ УНІВЕРСАЛЬНИХ  
ОСЦИЛОГРАФІВ.  
МЕТОДИ ПОВІРКИ УНІВЕРСАЛЬНИХ  
ОСЦИЛОГРАФІВ).**

**Повірка осцилографів класу 2,3,4 проводиться згідно ГОСТ 8.311-78 "ОСЦИЛОГРАФИ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІ УНІВЕРСАЛЬНІ. Методи і засоби повірки".**

**Дійсний стандарт поширюється на універсальні електронно-променеві осцилографи за ГОСТ 22737—77 класів точності 2, 3, 4 і встановлює методи і засоби їхньої первинної і періодичної повірок.**

**Операції і засоби повірки.**

**3.1.Зовнішній огляд.**

**3.2.Опробування.**

**Допускається проводити опробування зараз же після включення.**

**3.2.2 Опробування проводиться за допомогою генератора імпульсів типу Г5-26. Генератор імпульсів повинен видавати на виході напругу, яка забезпечує перевірку працездатності осцилографа при усіх значеннях коефіцієнтів відхилення і розгортки в різних режимах роботи каналів вертикального і горизонтального відхилення. Допускається використання декількох типів генераторів імпульсів, які перекривають необхідні діапазони.**

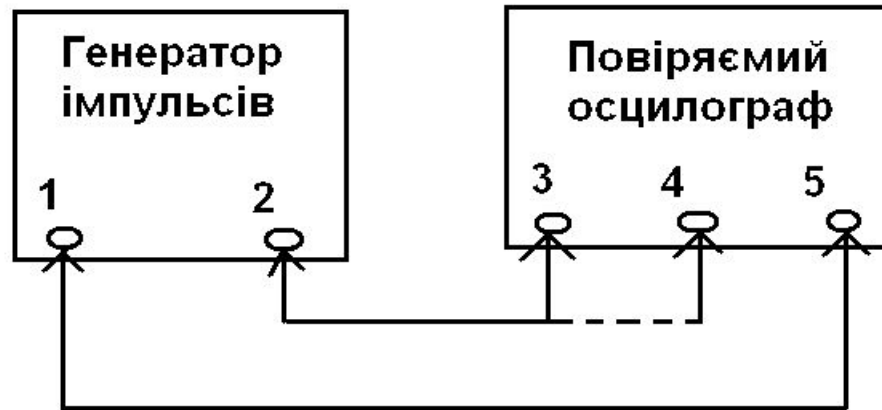
### **3.2.3 Перевірка роботи осцилографа в автоколивальному режимі.**

**Осцилограф переводять в автоколивальний режим і перевіряють:**

- наявність лінії розгортки електронного променя на екрані ЕПТ;**
- регулювання яскравості і фокусування променя;**
- зміщення променя у горизонтальному і вертикальному напрямках.**

**Проводять калібрування коефіцієнтів відхилення і розгортки.**

### **3.2.4 Перевірка роботи органів регулювання коефіцієнта розгортки**



**Рис. 1**

- 1 -вихід синхронізуючих імпульсів;**
- 2 -вихід основних імпульсів;**
- 3 -вхід підсилювача Y;**
- 4 -вихід калібратора осцилографа;**
- 5 -вхід синхронізації;**

## **3.3 ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

- 1. Ширина лінії променя.**
- 2. Похибка коефіцієнта відхилення.**
- 3. Похибка вимірювання напруги.**
- 4. Похибка коефіцієнта розгортки.**
- 5. Похибка вимірювання часових інтервалів.**
- 6. Параметри перехідної характеристики.**
- 7. Амплітудно-частотна характеристики.**

### **3.3.1 Визначення ширини лінії променя.**

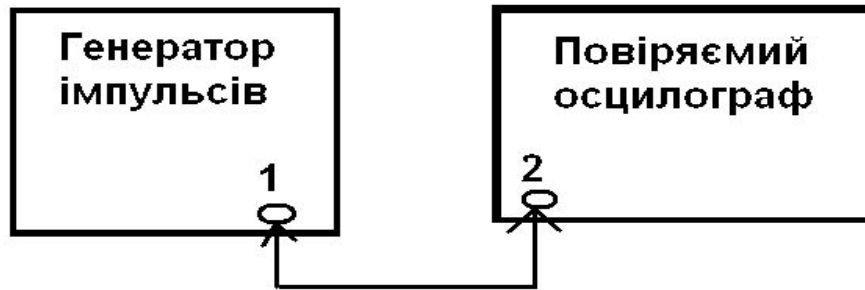
**Ширину лінії променя в вертикальному напрямку визначають методом вимірювання за допомогою генератора імпульсів. рис. 2**

**Повіряємий осцилограф переводять в режим зовнішнього запуску, генератор імпульсів - в режим зовнішнього запуску. органами регулювання досягають стійкого зображення імпульсів на екрані ЕПТ. Збільшуючи фіксоване значення коефіцієнта розгортки, спостерігають зменшення ширини зображення імпульсів на екрані ЕПТ. Перевіряють працездатність повільного регулювання коефіцієнта розгортки.**

**3.2.5 Перевірка роботи осцилографа в режимі внутрішнього запуску. В режимі внутрішнього запуску, зменшуючи амплітуду основних імпульсів до мінімального значення, встановленого для повіряємого осцилографа, спостерігають стійке зображення імпульсу, при цьому не повинно бути зриву синхронізації.**

**3.2.6 Перевірка роботи органів регулювання коефіцієнта відхилення. Після встановлення середнього значення коефіцієнта розгортки, спостерігають амплітуду імпульсу, подаваемого на вхід Y, при змінюванні коефіцієнта відхилення осцилографа дискретно і повільним регулюванням.**





**Рис. 2**

**1 - вихід основних імпульсів;  
2 - вхід підсилювача Y;**

Повіряємий осцилограф переводять в автоколивальний режим розгортки, генератор імпульсів - в режим внутрішнього запуску. Встановлюють коефіцієнт розгортки в межах 2 - 10 мкс/поділ., період надходження імпульсів генератора 40 - 200 мкс, тривалість імпульсів 10 - 50 мкс, амплітуду імпульсів 2 - 5 В, коефіцієнт відхилення 5В/поділ. На екрані ЕПТ спостерігають дві горизонтальні лінії. Органами зміщення по вертикалі зміщують зображення до верхньої границі робочої ділянки екрану ЕПТ. Встановлюють потрібну яскравість і фокусують промінь. Змінюють амплітуду імпульсів до значення  $U_1$ , при якому світлові лінії доторкуються. Ширину лінії променя по вертикалі  $d_B$  обчислюють згідно формули

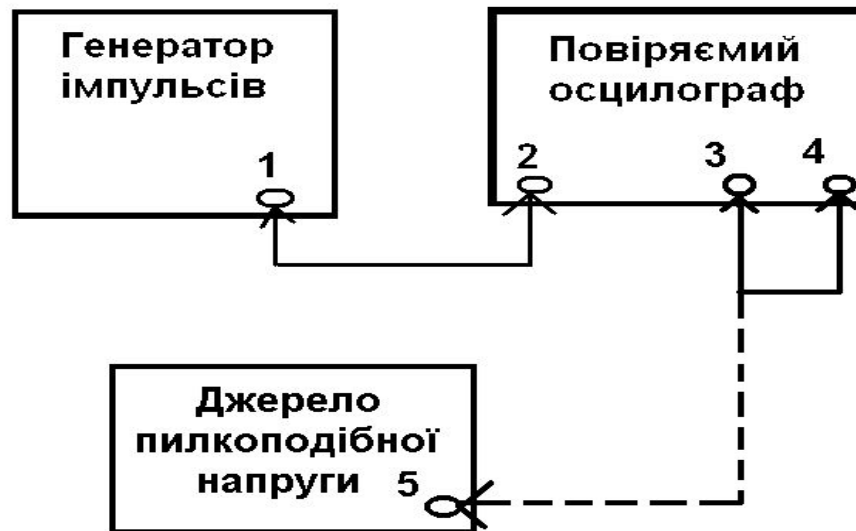
$$d_B = U_1 / a_B,$$

де  $U_1$  - амплітуда імпульсів, В;

$a_B$  - коефіцієнт відхилення по вертикалі, В/діл.

**3.3.1.2** Ширину лінії променя в горизонтальному напрямку визначають методом непрямого

# ВИМІРЮВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕРАТОРА ІМПУЛЬСІВ І ДЖЕРЕЛА ПИЛКОПОДІБНОЇ НАПРУГИ. РИС. 3



- 1 - вихід основних імпульсів;**
- 2 - вхід підсилювача X;**
- 3 - вхід підсилювача Y;**
- 4 - вихід напруги розгортки;**
- 5 - вихід пилкоподібної напруги.**

**При відсутності у повіряемого осцилографа виходу пилкоподібної напруги розгортки допускається використання допоміжного осцилографа, який має такий вихід, або зовнішнє джерело пилкоподібної напруги каліброваної тривалості. На екрані ЕПТ спостерігають дві вертикальні лінії. Змінючи значення коефіцієнта відхилення, встановлюють висоту зображення ліній, можливо близьку до довжини робочої ділянки шкали ЕПТ по горизонталі. Коефіцієнт відхилення по горизонталі  $a_g$  обчислюють згідно формули  $a_g = U_2 / l$ , де  $U_2$  - амплітуда на виході генератора, В;  $l$  - довжина зображення по горизонталі, діл.**

**Змінюючи амплітуду імпульсів до значення  $U_3$ , при якій дві світлі вертикальні лінії доторкуються. Ширину лінії  $d_{\Gamma}$  по горизонталі обчислюють по формулі  $d_{\Gamma} = U_3 / a_{\Gamma}$**

**Ширину лінії променя в вертикальному і горизонтальному напрямку визначають в середині і на границях робочої ділянки ЕПТ.**

**3.3.2 Похибку коефіцієнта відхилення визначають методом непрямого вимірювання дійсного значення коефіцієнта відхилення за допомогою генератора імпульсів або установки для перевірки вольтметрів або методом прямого вимірювання за допомогою імпульсного калібратора осцилографів.**

**Коефіцієнт відхилення визначають для всіх значень висоти, рівної парному числу ділень, а також для найбільшого значення висоти в межах робочої ділянки екрана по вертикалі.**

**Поправка чисельно дорівнює систематичній похибці вимірювання , взятій з протилежним знаком, т.ч.**

$$(4) \quad = \Delta_n \quad \Delta_s$$

**В тих випадках, коли поправки для засобів вимірювань визначені, вони додаються до них у вигляді графіків, таблиць і поправочних множників. Поправочний множник – число, на яке необхідно помножити результат вимірювання з метою виключення систематичної похибки.**

**Результат вимірювання, з якого виключені систематичні похибки (наприклад, шляхом внесення поправок), називають виправленим.**

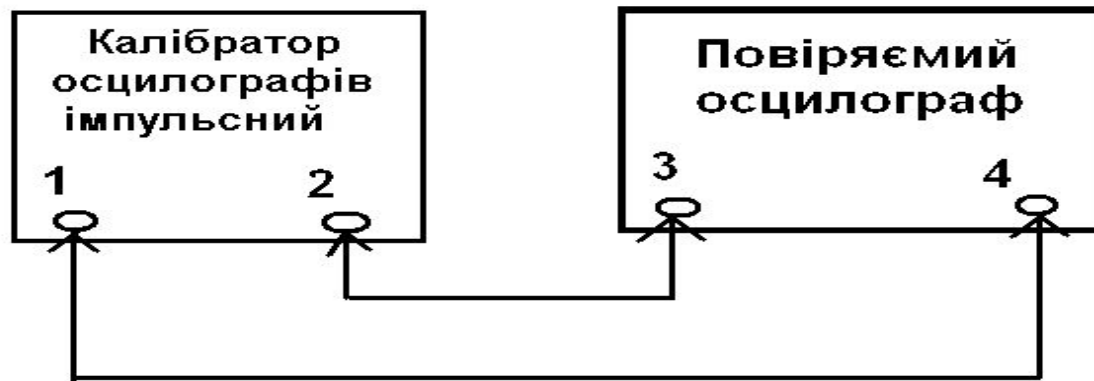
**На практиці намагаються одержати і використати виправлені результати вимірювань шляхом ретельного аналізу можливих причин появи похибок, виявлення і більш повного їх виключення. Однак повністю виключити систематичні похибки неможливо.**

**Систематичну похибку, яка залишається не виключеною з результат вимірювання, називають не виключеною систематичною похибкою результату вимірювання.**

**3.3.3 Похибку вимірювання напруги визначають методом прямого вимірювання напруги, яку можна повільно змінювати за значенням, з генератора імпульсів або установки для перевірки вольтметрів або методом прямого вимірювання за допомогою імпульсного калібратора осцилографів (И1-9).**

**Вимірювання проводять для кожного каналу при всіх значеннях коефіцієнта відхилення не менше ніж на п'яти точках діапазону, включаючи дві крайні.**

**3.3.4 Похибку коефіцієнта розгортки визначають методом непрямого вимірювання дійсного значення коефіцієнта розгортки за допомогою генератора сигналу, генератора імпульсів і електронно-лічильного частотоміра або методом прямого вимірювання за допомогою імпульсного калібратора осцилографів (рис. 4).**



**Рис. 4**

- 1 - вихід калібратора часових інтервалів;**
- 2 - вихід синхронізуючих імпульсів;**
- 3 - вхід синхронізації;**
- 4 - вхід підсилювача Y;**



**Коефіцієнт розгортки визначають для всіх значень довжини, рівної парному числу ділень, а також для найбільшого значення довжини в межах робочої ділянки екрана по горизонталі.**

**Вимірювання проводять для всіх фіксованих значень коефіцієнта розгортки повіряємого осцилографа.**

**3.3.5 Похибку вимірювання часових інтервалів визначають методом прямого вимірювання часових інтервалів, задаваних генератором сигналів або генератором імпульсів або за допомогою імпульсного калібратора осцилографів.**

**3.3.6 Параметри перехідної характеристики визначають методом прямого вимірювання за допомогою генератора випробувальних імпульсів.**

**Параметри перехідної характеристики визначають для всіх фіксованих значень коефіцієнта відхилення кожного вертикального каналу при позитивній і негативній полярностях випробувального сигналу.**

**3.3.7 Амплітудно-частотну характеристики (рис. 5) знімають за допомогою генератора сигналів і вольтметра змінного струму.**

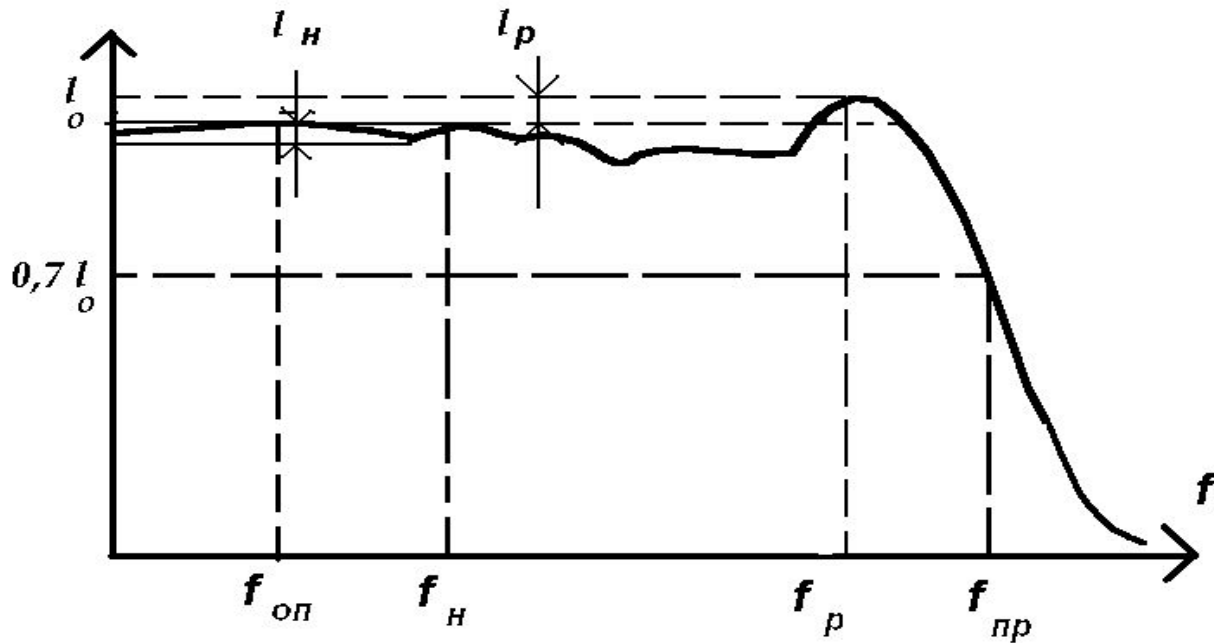


Рис. 5

$f_{оп}$  - опорна частота;

$f_H$  - нормальний діапазон;

$f_p$  - розширений діапазон;

$f_{пр}$  - верхня межа смуги пропускання;

$l_0$  - значення АЧХ на опорній частоті;

$l_H$  - абсолютне значення нерівномірності в нормальному діапазоні;

$l_p$  - абсолютне значення нерівномірності в розширеному діапазоні;

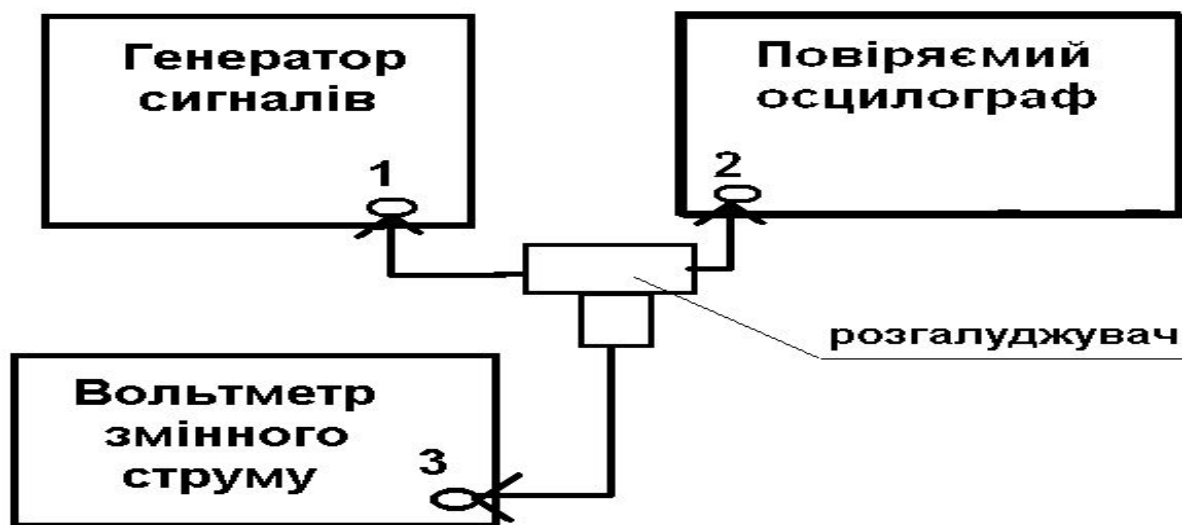
**Повіряємий осцилограф (рис.6) переводять в режим внутрішнього запуску.**

**Встановлюють коефіцієнт відхилення, при якому висота зображення сигналу складає 40-80% робочої ділянки екрану ЕПТ по вертикалі, частоту сигналу генератора, рівну опорній частоті, значення якої встановлюють згідно технічних характеристик осцилографа.**

**Регулюючи коефіцієнт розгортки і синхронізацію, досягають стійкого зображення 8-10 періодів синусоїдального сигналу на екрані ЕПТ.**

**Фіксують покази вольтметра. Змінюючи частоту сигналу генератора і підтримуючи регулюванням амплітуди покази вольтметра постійними, вимірюють амплітуду зображення синусоїдального сигналу на екрані ЕПТ.**

**Кількість точок і дискретність змінювання частоти повинні відповідати технічним характеристикам.**



**рис.6**

**1-вихід генератора сигналів;**

**2-вхід підсилювача  $Y$ ;**

**3-вхід вольтметра змінного струму**

**Параметри АЧХ (смугу пропускання і нерівномірність в нормальному та розширеному діапазоні) визначають у відповідності з ГОСТ 22727-77 та рис.5.**

**Параметри АЧХ визначаються для усіх фіксованих значень коефіцієнта відхилення кожного каналу осцилографа.**

## **ПИТАННЯ 4**

# **ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОВІРКИ**

**Результати первинної повірки при випуску з виробництва і ремонту осцилографів оформляються відміткою в паспорті.**

**На осцилографи, які є придатними при повірці в органах Держстандарту, видаються свідоцтва встановленого зразка.**

**Результати періодичної відомчої повірки оформляють документом, складеним відомчою метрологічною службою.**

**Осцилографи, що відповідають вимогам даного ГОСТУ, до випуску і використання не допускають.**