

**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 3
ПОВІРКА ГЕНЕРАТОРІВ ІМПУЛЬСНИХ
СИГНАЛІВ**

НАВЧАЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Вимоги нормативно-технічної документації по повірці. Умови повірки.

2. Проведення повірки імпульсних генераторів. Засоби повірки.

3. Особливості повірки імпульсних генераторів.

НАВЧАЛЬНА МЕТА

- 1. Ознайомитись з методикою перевірки генераторів імпульсів (Г5).**
- 2. Набути практичних навичок в здійсненні перевірки генераторів імпульсів (Г5).**
- 3. Набути практичних навичок в оформленні результатів перевірки.**

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.**

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.**

Повірка імпульсних генераторів (ІГ) проводиться згідно з вимогами ГОСТ 8.206-76, який розповсюджується на ІГ, які виготовлені згідно ГОСТ 11113-74 класів точності 3, 5, 10, 15 і 20, і встановлює методи і засоби їх первинної і періодичної повірки.

1. Операції і засоби перевірки:

Зовнішній огляді.	п. 3.12	
Опробування	п. 3.13	Електронно-променевий осцилограф С1-70 з підсилювачем
Визначення похибки встановлення частоти (періоду) повторення імпульсів.	п. 3.14.1	Електронно-лічильний частотомір ЧЗ-38 діапазон вимірюваних частот : 10 Гц-200 МГц, нестабільність частоти кварцового генератора за добу $5 \cdot 10^{-9}$, діапазон вимірюваних періодів 1 мкс – 10^4 с, діапазон вимірюваних тривалостей імпульсів і часових інтервалів 0,1 мкс – 10 с.
Визначення похибки встановлення амплітуди імпульсів.	п. 3.14.5	Електронно-променевий осцилограф С1-70 Універсальний вольтметр В7-21 межі вимірювання напруги 1 мкВ – 500 В похибка вимірювання $(0,2-0,02 U_X / U_{\text{ПР}}) \%$, U_X - вимірювана напруга, $U_{\text{ПР}}$ – граничне значення напруги.

<p>Визначення похибки встановлення тривалості імпульсу.</p>	<p>п. 3.14.2</p>	<p>Електронно-променеий осцилограф С1-70 Електронно-лічильний частотомір ЧЗ-38 Високочастотний генератор сигналів Г4-128, діапазон частот 0,312-1,25 ГГц, похибка встановлення частоти 0,5%. потужність вихідного сигналу 10^{-2}-10^{-15} Вт.</p>
<p>Визначення параметрів спотворень.</p>	<p>п. 3.14.3</p>	<p>Електронно-променеий осцилограф С1-70</p>
<p>Визначення похибки встановлення часового зсуву.</p>	<p>п. 3.14.4</p>	<p>Електронно-променеий осцилограф С1-70 Електронно-лічильний частотомір ЧЗ-38 Високочастотний генератор сигналів Г4-128</p>

<p>Визначення похибки встановлення амплітуди імпульсів.</p>	<p>п. 3.14.5</p>	<p>Електронно-променеви́й осцилограф С1-70 Універсальний вольтметр В7-21 межі вимірювання напруги 1 мкВ – 500 В похибка вимірювання $(0,2-0,02 U_X / U_{\text{ПР}}) \%$ U_X - вимірювана напруга, $U_{\text{ПР}}$ – граничне значення напруги.</p>
--	-------------------------	--

3. Умови калібрування

Підготовка приладу до повірки повинна здійснюватись згідно з вимогами відповідного розділу технічного опису.

2.1. При проведенні перевірки повинні бути дотримані наступні умови:

температура повітря $20 \pm 5^\circ\text{C}$;

атмосферний тиск 100000 ± 4000 Па (750 ± 30 мм рт. ст.);

відносна вологість повітря $60 \pm 15\%$;

відхилення напруги мережі живлення від номінального $\pm 2\%$;

частота мережі живлення $50 \pm 0,5$ Гц.

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 ПОВІРКИ
ІМПУЛЬСНИХ
ГЕНЕРАТОРІВ.
ЗАСОБИ ПОВІРКИ.**

3.12. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого генератора следующим требованиям.

3.12.1. Поверяемый генератор должен быть укомплектован всем необходимым для проведения поверки, снабжен техническим описанием и инструкцией по эксплуатации. Допускается отсутствие в составе комплекта тех элементов, которыми укомплектованы используемые средства поверки.

3.12.2. Поверяемый генератор не должен иметь механических повреждений кожуха, лицевой панели, регулировочных и соединительных элементов, отсчетных шкал и устройств; нарушающих работу прибора или мешающих работе поверителя.

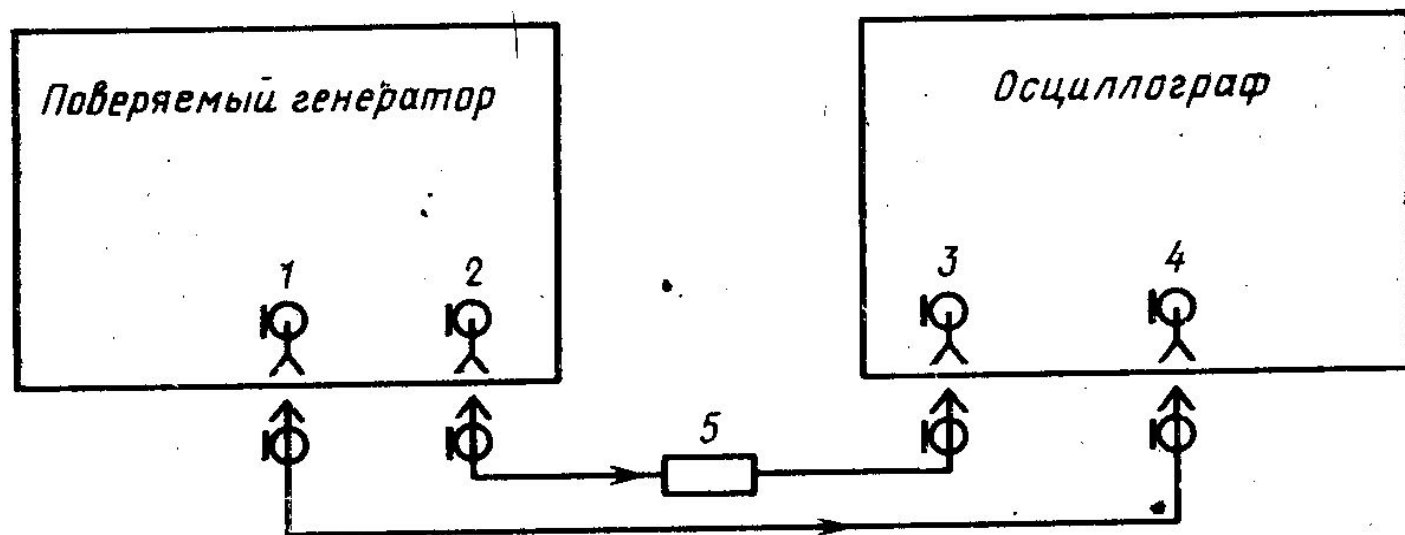
3.13. Опробование

3.13.1. Допускается опробование поверяемого генератора сразу после его включения.

3.13.2. Опробование поверяемого генератора производится электронно-лучевым осциллографом или встроенным осциллографическим индикатором, если он предусмотрен.

3.13.3. Осциллограф должен обеспечивать возможность наблюдения основных импульсов генератора во всем диапазоне устанавливаемых значений длительности, частоты повторения, временных сдвигов и амплитуды. При этом допустимо применение двух и более типов электронно-лучевых осциллографов.

3.13.4. При опробовании поверяемого генератора приборы соединяют в соответствии со структурной схемой на черт. 1.



1—выход синхронизирующих импульсов; 2—выход основных импульсов;
3—вход канала Y; 4—вход синхронизирующих импульсов; 5—аттенюатор

Черт. 1

3.14. Определение метрологических параметров

3.14.1. *Определение погрешности установки частоты (периода) повторения импульсов*

Определение погрешности установки частоты (периода) повторения импульсов производят методом прямого измерения частоты (периода) повторения электронно-счетным частотомером и расчетом погрешности по формуле (1).

Электронно-счетный частотомер должен обеспечивать измерение частоты (периода) повторения импульсов поверяемого генератора во всем диапазоне или в части диапазона устанавливаемых значений частоты (периода) повторения и удовлетворять требованию п. 1.4.

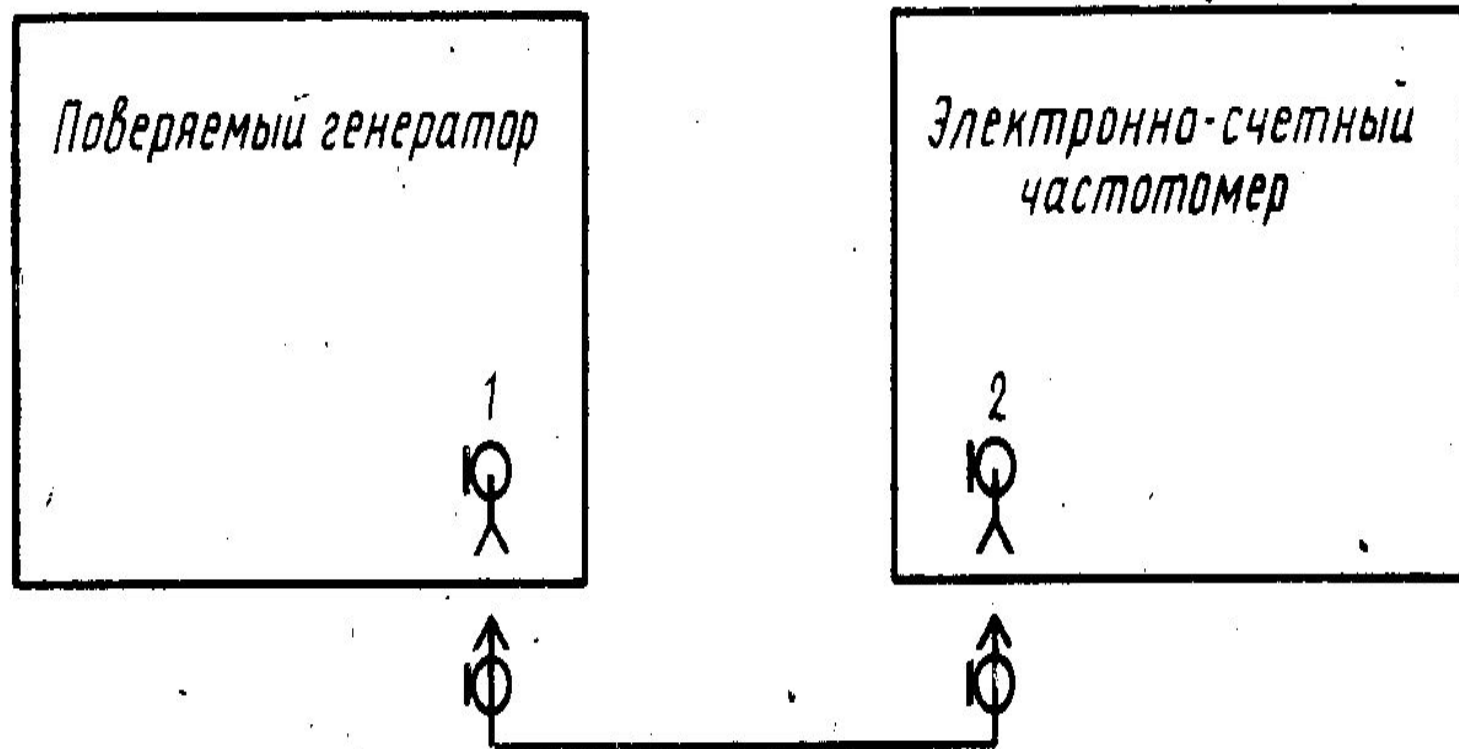
3.6. Относительная погрешность δ_A установленного значения определяемого параметра должна вычисляться по формуле

$$\delta_A = \frac{A_{уст} - A_d}{A_{уст}} 100\%, \quad (1)$$

где $A_{уст}$ — значение определяемого параметра, установленное по отсчетному устройству поверяемого генератора;

A_d — действительное значение определяемого параметра, полученное при измерении образцовым средством проверки.

Структурная схема соединения приборов при измерении частоты (периода) повторения импульсов представлена на черт. 4.



1—выход основных импульсов; 2—вход сигнала для измерения частоты и периода

Черт. 4

В тех участках диапазона частоты повторения импульсов поверяемого генератора, в которых образцовый частотомер не позволяет производить измерения частоты повторения или не обеспечивает проведение измерений с необходимой точностью, должны проводиться измерения периода повторения импульсов. При этом частоту повторения f_d в герцах вычисляют по формуле

$$f_d = \frac{1}{T_d}, \quad (2)$$

где T_d — действительное значение периода, с.

Соответственно в тех участках диапазона периода повторения импульсов поверяемого генератора, в которых частотомер не позволяет производить измерения периода повторения или не обеспечивает проведение измерений с необходимой точностью, должны проводиться измерения частоты повторения импульсов. При этом период повторения импульсов T_d в секундах вычисляют по формуле

$$T_d = \frac{1}{f_d}. \quad (3)$$

3.14.2. Определение погрешности установки длительности импульсов.

Определение погрешности установки длительности импульсов производят измерением длительности импульсов одним из описанных ниже методов и расчетом погрешности по формуле (1).

Длительность импульсов измеряют электронно-счетным частотомером, работающим в режиме измерения длительности.

Электронно-счетный частотомер должен обеспечивать измерения длительности импульсов поверяемого генератора во всем диапазоне или в части диапазона устанавливаемых значений длительности импульсов и удовлетворять требованию п. 1.4.

Структурная схема соединения приборов при измерении длительности импульсов электронно-счетным частотомером должна соответствовать черт. 4.

В тех участках диапазона длительности импульсов поверяемого генератора, в которых электронно-счетный частотомер не позволяет производить измерения длительности импульсов или не обеспечивает проведение измерений с необходимой точностью, должен быть использован электронно-лучевой осциллограф. Осциллограф должен удовлетворять следующим требованиям:

время нарастания переходной характеристики осциллографа не должно превышать $\frac{1}{2}$ длительности фронта исследуемых импульсов;

коэффициент развертки должен быть калиброванным и иметь такое значение, чтобы ширина изображения импульса на уровне 0,5 амплитуды была не менее 40% рабочего участка развертки;

погрешность калиброванного коэффициента развертки не должна превышать $\frac{1}{3}$ допустимой погрешности установки длительности импульсов поверяемого генератора.

При измерении длительности импульсов по калиброванной развертке осциллографа приборы включают по схеме черт. 1 или 2. Коэффициент развертки осциллографа устанавливают таким, чтобы ширина изображения импульса на уровне 0,5 амплитуды была не менее 40% рабочей части развертки, и калибруют. Соответствующими органами регулировки осциллографа и поверяемого генератора добиваются устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ и по шкале измеряют ширину изображения импульса на уровне 0,5 амплитуды в единицах длины. Действительное значение длительности импульса τ_d рассчитывают по формуле

$$\tau_d = K_p l, \quad (4)$$

где K_p — значение калиброванного коэффициента развертки, единица времени/единица длины;

l — ширина изображения импульса на уровне 0,5 амплитуды, единица длины.

Погрешность метода может быть уменьшена (до 2—3%) при использовании дополнительной калибровки развертки с помощью внешнего источника гармонических сигналов. Установив коэффициент развертки осциллографа, обеспечивающий удобство проведения измерений длительности импульса предложенным выше методом, подают на вход осциллографа гармонический сигнал с выхода генератора сигналов и регулируют частоту сигнала таким образом, чтобы на рабочей части экрана ЭЛТ по оси X наблюдалось число периодов сигнала, равное числу больших делений шкалы по оси X .

Ручкой регулировки выхода генератора сигналов устанавливают размах изображения сигнала не менее двух больших делений шкалы по оси Y . Ручками подстройки синхронизации осциллографа добиваются на экране ЭЛТ устойчивого изображения сигнала и регулировкой смещения по вертикали устанавливают его в центре рабочей части экрана. Плавно изменяя частоту сигнала генератора и задержку осциллографа, совмещают начало первого и конец последнего видимых на экране периодов сигнала с начальной и конечной рисками шкалы по оси X . Откалибровав таким образом развертку осциллографа, подают на его вход импульсы поверяемого генератора (черт. 1) и производят измерения длительности импульсов предложенным выше методом.

Погрешность установки длительности импульсов определяют при установке двух значений амплитуды импульсов — максимальной (номинальной) и минимальной для импульсов обеих полярностей и для двух значений частоты повторения — минимально и максимально возможных с учетом допустимой скважности. При этом минимальное значение частоты повторения для импульсов длительностью менее 100 нс устанавливается в соответствии с п. 3.15.

Результаты поверки генератора по данному пункту считают положительными и генератор допускают к дальнейшей поверке, если значения длительности, полученные при всех измерениях, удовлетворяют требованиям п. 3.8.

3.14.3. *Определение параметров искажений*

Параметры искажений (длительность фронта и среза, выброс на вершине и в паузе, неравномерность и наклон вершины) основных импульсов генератора определяют методом прямых измерений параметров искажений с помощью электронно-лучевого осциллографа.

Электронно-лучевой осциллограф для измерения параметров искажений импульсов должен удовлетворять следующим требованиям:

время нарастания переходной характеристики не должно превышать $\frac{1}{9}$ длительности фронта (среза) исследуемого импульса при значении выброса на переходной характеристике, не превышающем значения выброса на вершине исследуемого импульса; допускается время нарастания переходной характеристики осциллографа до двух раз меньше длительности фронта (среза) исследуемых импульсов при значении выброса на переходной характери-

стике, не превышающем $1/2$ значения выброса на вершине исследуемых импульсов;

неравномерность вершины переходной характеристики не должна превышать значения неравномерности вершины исследуемых импульсов.

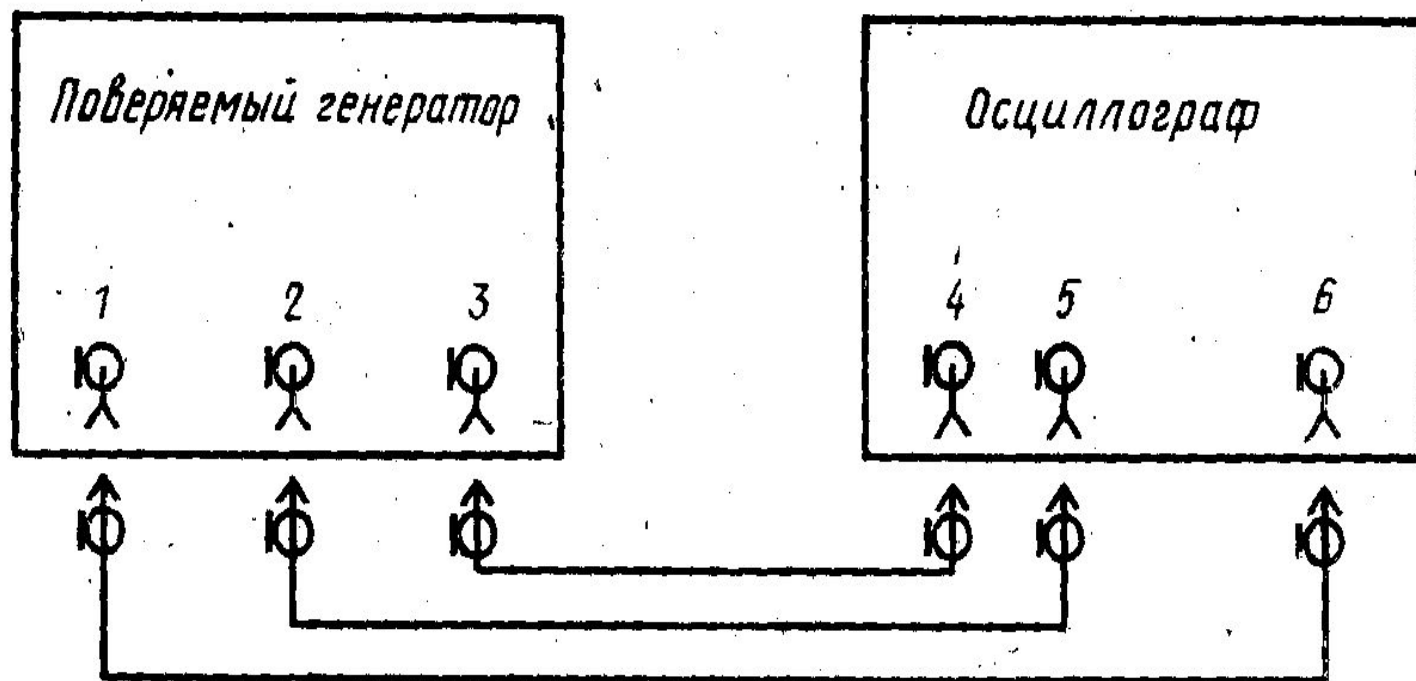
Структурная схема соединения приборов при измерении параметров искажений должна соответствовать черт. 1 или 2.

3.14.4. *Определение погрешности установки временного сдвига*

Погрешность установки временного сдвига импульсов (основных импульсов генератора относительно импульсов синхронизации, второго импульса пары относительно первого для генераторов парных импульсов, импульса второго и последующих каналов относительно импульса первого канала для многоканальных генераторов) определяют измерением временного сдвига одним из описанных ниже методов и расчетом погрешности по формуле (1).

Структурная схема соединения приборов при измерении временных сдвигов основных импульсов относительно импульсов синхронизации поверяемого генератора представлена на черт. 9.

Синхроимпульсы осциллографа подают на вход внешнего запуска поверяемого генератора (в случае необходимости должен быть использован запускающий генератор). На один из входов



1—вход внешнего запуска; 2—выход синхронизирующих импульсов; 3—выход основных импульсов; 4—вход I канала Y; 5—вход II канала Y; 6—выход импульсов синхронизации

Черт. 9

3.14.5. Определение погрешности установки амплитуды импульсов

Определение погрешности установки амплитуды основных импульсов генератора производят измерением установленного значения амплитуды одним из описанных ниже методов и расчетом погрешности по формуле (1).

Измерение амплитуды импульсов производят с помощью электронно-лучевого осциллографа с калиброванным коэффициентом отклонения. Осциллограф должен удовлетворять следующим требованиям:

время нарастания переходной характеристики вертикально отклоняющего тракта осциллографа должно быть в шесть или более раз меньше наименьшей устанавливаемой длительности импульсов поверяемого генератора;

неравномерность вершины переходной характеристики не должна превышать значения неравномерности вершины импульсов поверяемого генератора;

диапазоны устанавливаемых коэффициентов отклонения и развертки должны обеспечивать возможность получения изображения импульса, занимающего не менее 40% рабочей части экрана по оси Y и рабочей части развертки, соответственно;

погрешность коэффициента отклонения не должна превышать $\frac{1}{3}$ погрешности установки амплитуды импульсов поверяемого генератора.

Измеряют по шкале высоту изображения импульса между основанием и уровнем амплитуды импульса и рассчитывают действительное значение амплитуды U_d по формуле

$$U_d = K_0 h, \quad (7)$$

где K_0 — коэффициент отклонения, единица напряжения/единица длины;

h — высота изображения импульса между основанием и уровнем амплитуды импульса, единица длины.

ПИТАННЯ 3

**ОФОРМЛЕННЯ
РЕЗУЛЬТАТІВ ПОВІРКИ**

Генератори, які визнані придатними при державній або галузевій періодичних повірках, оформляють відміткою у паспорті або видають свідоцтво встановленої форми і наносять відбиток тавра.

Генератори, які не задовольняють вимогам дійсного стандарту, в експлуатацію не допускаються, в паспорт вноситься відмітка і на них видають довідку з вказівкою причин непридатності.