

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
по курсу «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ»**

**для студентов специальности 7.09.1302
"Метрология и измерительная техника"
дневного и заочного обучения**

Утверждено
редакционно-издательским
советом университета,
протокол № 1
от 20.01. 2005 г.

Харьков НТУ «ХПИ» 2005

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Актуальні проблеми метрологічного забезпечення» для студентів спеціальності «Метрологія та вимірювальна техніка» денної та заочної форми навчання / Укл. В.К. Гусельніков, О.Є. Тверитникова, Т.Б. Белікова, В.В. Лисенко - Харків: НТУ «ХП», 2005 – 56 с. –Рос. мовою.

Укладачі: В.К. Гусельніков
О.Є. Тверитникова
Т.Б. Белікова
В.В. Лисенко

Рецензент: В.І. Дякін

Кафедра вимірювально-інформаційної техніки

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей метрологического обеспечения и поверки средств измерительной техники (СИТ) является достижение единства и высокой точности измерений, что обеспечивается передачей физических величин от государственных эталонов соответствующим рабочим эталонам и далее рабочим СИТ. Поверка средств измерительной техники проводится в соответствии с утвержденными Госпотребстандартом Украины методиками поверки и государственными, ведомственными и локальными поверочными схемами.

Настоящие методические указания имеют цель ознакомить студентов с современными образцовыми установками, приборами и методиками поверки наиболее распространенных средств измерений электрических величин таких как: стрелочные электроизмерительные приборы, электронные аналоговые приборы, электронно-лучевые осциллографы и цифровые электронные приборы.

При разработке методических указаний учтены требования Закона Украины “О метрологии и метрологической деятельности” № 113/98 от 11. 02. 1998 года и Закона Украины “О внесении изменений в Закон Украины “О метрологии и метрологической деятельности” № 1765-IV от 15. 06. 2004 года.

Темы лабораторных работ представляют интерес для будущей практической деятельности выпускников и соответствуют программе курса “Актуальные проблемы метрологического обеспечения” для студентов специальности “Метрология и измерительная техника”.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ПОВЕРКА АНАЛОГОВЫХ ВОЛЬТМЕТРОВ И АМПЕРМЕТРОВ

Цель работы – изучить методику поверки аналоговых вольтметров и амперметров на поверочной установке У–300.

Опыт 1. Изучение поверочной установки У-300,

внешний осмотр и опробование поверяемого прибора

Установка У–300 представляет собой регулируемый источник стабильного постоянного и переменного (50 Гц) тока ($I=$, $I\sim$) и напряжения ($U=$, $U\sim$), предназначенный для питания амперметров и вольтметров класса точности 1,0 и менее точных при их поверке. Установка подключается к сети переменного тока 220 В, 50 Гц и работает при температуре от +10 °С до +35 °С. На верхней и передней панелях установки находятся:

- тумблер «СЕТЬ» и лампа, сигнализирующая о включении установки;
- зажимы для подключения эталонного (ЭП) и поверяемого (ПП) приборов;
- регулятор выходных сигналов (плавная регулировка осуществляется ручкой регулятора меньшего диаметра);
- тумблер «1000 V» для включения высоковольтного блока;
- зажимы « \sim 300 A» для подключения сильноточных приборов;
- сигнальная лампа для информации о перегрузке;
- низковольтный переключатель пределов регулирования;
- высоковольтный переключатель пределов регулирования;

Установка У-300 содержит: стабилизатор питания 1, регулятор выходных сигналов 2, выпрямитель 3 и блок переключателей вида выходных сигналов 4. Упрощенная структурная схема У-300 приведена на рис. 1.1.

Установка У-300 обеспечивает: регулируемое постоянное и переменное напряжение от 0,01 до 1000 В при токе до 100 мА; регулируемый постоянный ток до 50 А при напряжении не менее 2 В; регулируемый переменный ток до 50 А при напряжении не менее 5 В и до 300 А при напряжении 0,5 В. Коэффициент переменной составляющей постоянного напряжения и тока не превышает 1 %. Коэффициент

нелинейных искажений переменного напряжения и тока не превышает 2 %. Плавность регулирования выходных сигналов не более 0,1% от предела регулирования (регулировка на каждом диапазоне двухступенчатая). Изменение выходного тока и напряжения У-300 при изменении напряжения питающей сети 220 В, 50 Гц на $\pm 10\%$ не превышает $\pm 1\%$.

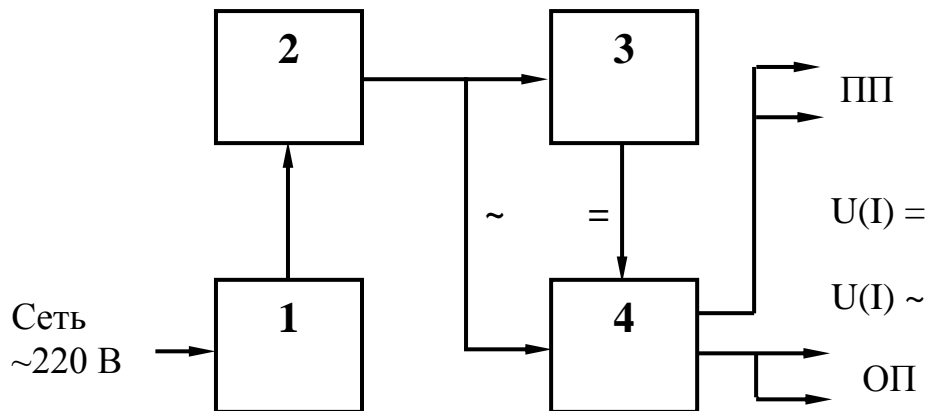


Рисунок 1.1 – Структурная схема установки У-300

При внешнем осмотре поверяемого прибора должно быть установлено:

- отсутствие повреждений прибора и повреждений покрытия шкалы;
- четкость всех надписей на шкале и корпусе прибора;
- надёжность крепления зажимов;
- отсутствие посторонних предметов внутри прибора.
- укомплектованность прибора вспомогательным оборудованием, необходимыми для проведения его поверки;

**Если данные требования не соблюдаются, то прибор признаётся непригодным и поверке не подлежит. Оформляется справка о непригодности.*

Перед началом поверки необходимо установить нормальные условия работы средств измерения определяющими из которых являются:

- температура окружающего воздуха:
 - (20 ± 2)°С – для приборов класса точности 0,05–0,5;
 - (20 ± 5)°С – для приборов класса точности 1,0–5,0;
- относительная влажность воздуха 30–80 %;

- атмосферное давление (100 ± 6) кПа.

После установления нормальных условий необходимо собрать поверочную схему, приведенную на рис. 1.2, выполнив перечисленные ниже действия:

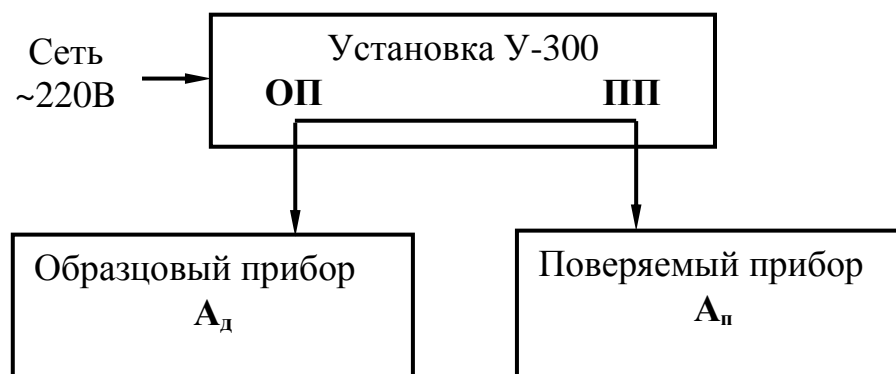


Рисунок 1.2 – Поверочная схема

1.1 Тумблер «СЕТЬ» поверочной установки У-300 перевести в положение «ВЫКЛЮЧЕНО».

1.2 Установить переключатели пределов и ручки грубой и плавной регулировки в крайние левые положения.

1.3 Подключить поверяемый прибор (ПП) к соответствующим зажимам поверочной установки с соблюдением полярности.

1.4 Выбрать и подключить к установке эталонный прибор (ЭП).

1.5 Подготовить приборы к работе в соответствии с требованиями инструкций по эксплуатации.

1.6 Установить поверяемый и эталонный приборы в нормальные рабочие положения.

При опробовании поверяемого прибора необходимо включить установку У-300 тумблером «СЕТЬ», подать измеряемую величину (например, ток при поверке амперметра) на зажимы ПП и убедиться, что его стрелка отклоняется пропорционально значению этой величины. При этом значение измеряемой величины не должно превышать значения установленного предела измерения ПП.

**Если поверяемый прибор не реагирует на наличие и плавное изменение измеряемой величины или его стрелка перемещается скачками он бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Опыт 2. Определение времени установления показаний ПП

Для проведения этого опыта следует: включить тумблером «СЕТЬ» установку У-300; установить, регуляторами У-300 стрелку поверяемого прибора на отсчетное деление расположенное примерно на середине его шкалы; отключить питание с помощью тумблера «СЕТЬ» и снова включить его, измерив секундомером время установления стрелки прибора против выбранного отсчётного деления.

Опыт проделать 3 раза и занести полученные результаты в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Результаты определения времени установления показаний ПП

№ п.п.	Тип ПП	Значение измеряемой величины $A_{п}$	Время установления показаний $t_{п}$, с	Предельно-допустимое время $t_{д}$, с
1				
2				
3				

Ни одно из полученных значений времени установления показаний ПП не должно превышать предельно-допустимого значения, указанного в его нормативно-технической документации (для большинства приборов $t_{д} = 4с$). То есть должно выполняться условие:

$$t_{п} \leq t_{д} .$$

**Если это условие не выполняется ПП бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Опыт 3. Определение погрешности от изменения рабочего положения ПП

При выполнении этого опыта (данный опыт не проводится для ПП, снабжённых встроенным уровнем) используется специальное поверочное

приспособление, показанное на рис 1.3, представляющее собой плоскость с углом наклона 5° , которое устанавливают на горизонтальной поверхности поверочного стенда или стола.

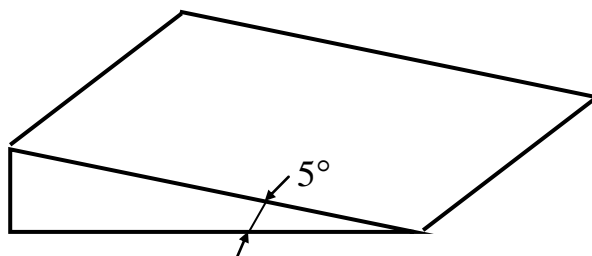


Рисунок 1.3 – Поверочное приспособление

Далее необходимо выполнить следующие операции:

3.1 Собрать поверочную схему приведенную на рис. 1.2.

3.2 Включить поверочную установку У-300.

3.3 Изменяя значение измеряемой величины, установить стрелку ПП, находящегося в рабочем положении на отсчетное деление $A_{\text{ис}}$ расположенное приблизительно в середине шкалы, отметив при этом показания образцового прибора, т.е. действительное значение измеряемой величины $A_{\text{дс}}$.

3.4 Отклонить ПП от нормального рабочего положения с помощью поверочного приспособления (вправо, влево, вверх, вниз) и в этих положениях, устанавливая стрелку ПП на тоже отсчетное деление, определить четыре значения $A_{\text{д}}$ по показаниям ЭП.

3.5 Определить абсолютную и приведенную погрешности при каждом отклонении ПП по следующим формулам и занести полученные результаты в табл.1.2.

$$\Delta_{\text{нак}} = |A_{\text{д}} - A_{\text{дс}}| ;$$

$$\gamma_{\text{нак}} = \frac{\Delta_{\text{нак}}}{A_{\text{н}}} \cdot 100\%$$

где $A_{\text{н}}$ – номинальное значение измеряемой величины по шкале ПП.

Ни одно из полученных значений $\gamma_{\text{нак}}$ не должно превышать значение, наибольшей допускаемой приведенной погрешности $\gamma_{\text{д}}$,

определённой по классу k точности ПП, то есть должно выполняться условие:

$$\gamma_{\text{нак}} \leq |\gamma_{\text{д}}|.$$

**Если данное условие не выполняется, прибор бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Таблица 1.2 – Погрешности от изменения рабочего положения ПП

Положение ПП	Значения погрешностей			
	$A_{\text{д}}$	$A_{\text{дс}}$	$\Delta_{\text{нак}}$	$\gamma_{\text{нак}}, \%$
→				
←				
↑				
↓				
Значения:	$k : \dots ;$		$\gamma_{\text{д}} = \dots, \%$	

Опыт 4. Определение основной погрешности ПП

Для определения основной погрешности ПП необходимо:

4.1 Установить ЭП и ПП в нормальные рабочие положения при нормальных условиях эксплуатации.

4.2 Собрать поверочную схему, приведенную на рис. 1.2 и выбрать поверяемые диапазоны измерения ПП и ЭП.

4.3 Плавнo изменяя регуляторами установки У-300 значение измеряемой величины установить стрелку ПП на первую оцифрованную отметку $A_{\text{п}}$ шкалы при подходе к ней слева и определить при этом действительное значение $\bar{A}_{\text{д}}$ измеряемой величины, отсчитанное по шкале ЭП.

4.4 Вычислить абсолютную погрешность ПП по формуле:

$$\bar{\Delta} = |A_{\text{п}} - A_{\text{д}}|$$

4.5 Определить основную приведенную погрешность поверяемого прибора в этой точке по формуле:

$$\bar{\gamma} = \frac{\bar{\Delta}}{A_{\text{п}}} \cdot 100\%$$

где $\bar{\gamma}$ – основная приведенная погрешность;

A_n – значение измеряемой величины, определяемое по показаниям поверяемого прибора;

\bar{A}_d – действительное значение измеряемой величины, определяемое по показаниям эталонного прибора;

A_n – номинальное значение (условно принятое значение, которое в зависимости от вида ПП может быть равным верхнему пределу измерений, длине шкалы и др.)

4.6 Последовательно проделать три последние операции 4.3, 4.4, 4.5 при подходе к каждой оцифрованной точке ПП слева и справа и занести полученные результаты в табл. 1.3.

Таблица 1.3 – Результаты определения основной погрешности и погрешности от вариации показаний ПП

№	Значение измеряемой величины по шкале ПП, A_n	Показания образцового прибора		Значение абсолютной погрешности ПП		Значение основной погрешности ПП		Погрешность от вариации показаний $\gamma_{\text{вар}}, \%$
		\bar{A}_d	\bar{A}_d	$\bar{\Delta}$	$\bar{\Delta}$	$\bar{\gamma}, \%$	$\bar{\gamma}, \%$	
1								
2								
3								
...								
n								
Значения:				k : ;		$\gamma_d = \dots, \%$.		

Опыт 5. Определение погрешности от вариации показаний ПП

Погрешность от вариации показаний ПП определяют в каждой оцифрованной точке его шкалы по результатам предыдущего опыта 4. Абсолютное значение этой погрешности на проверяемой отметке шкалы определяют как разность действительных значений измеряемой величины при одном и том же показании ПП, полученном при плавном подводе указателя сначала со стороны меньших, а затем со стороны больших значений (слева и справа). Значения приведенной погрешности от вариации в процентах определяют по следующей формуле:

$$\gamma_{\text{вар}} = \frac{|\bar{A}_d - \bar{A}_d|}{A_n}$$

где \bar{A}_d и \bar{A}_d – действительные значения измеряемой величины при подходе стрелки ПП к поверяемой отметке A_n слева и справа;

A_n – номинальное значение шкалы ПП.

Аналогичным образом необходимо определить погрешности $\gamma_{\text{вар}}$ во всех оцифрованных точках шкалы ПП и занести результаты в табл. 1.3.

Ни одно из значений погрешностей γ и $\gamma_{\text{вар}}$, полученных при двух измерениях в каждой оцифрованной точке, не должно превышать значения γ_d предельной допускаемой погрешности ПП, определённой по классу его точности k , т.е. для каждого значения погрешностей должны выполняться условия:

$$\bar{\gamma} \leq |\gamma_d|, \quad \bar{\gamma} \leq |\gamma_d|, \quad \gamma_{\text{вар}} \leq |\gamma_d|.$$

**Если данные условия не выполняются хотя бы в одной поверяемой точке, прибор бракуется.*

Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки должны быть оформлены выдачей свидетельства о поверке по форме, установленной Госстандартом, и нанесением оттиска поверительного клейма в месте, указанном в эксплуатационной документации, исключающем доступ внутрь прибора.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают род тока, на котором прибор поверен, и вариацию показаний прибора (см. приложение 1).

При отрицательных результатах поверки выдаётся справка о непригодности средства измерения с указанием причин (см. приложение 2), клеймо предыдущей поверки гасят, приборы запрещают к выпуску в обращение и применению. Свидетельство о предыдущей поверке аннулируют.

Содержание отчета:

1. Схемы рисунков 1.2, 1.3, 1.4.
2. Таблицы 1.1, 1.2, 1.3.
3. Свидетельство о поверке или справка о непригодности поверяемого прибора.

Контрольные вопросы:

1. Назначение и устройство и характеристики поверочной установки У1-300.
2. Какие основные факторы определяют нормальные условия эксплуатации приборов?
3. Как и зачем проводится внешний осмотр и опробование поверяемого прибора?
4. Как проводится определение времени установления показаний поверяемого прибора?
5. Каким образом и для каких приборов определяется погрешность от изменения рабочего положения от нормального?
6. Что такое основная погрешность поверяемого прибора и как она определяется при поверке?
7. Что такое погрешность от вариации показаний и как она определяется при поверке?

Список литературы

1. ДСТУ 2708 – 99. Поверка средств измерительной техники. – К.: Держстандарт України, 2000.
2. ДСТУ 3834 – 98. Державна повірочна схема для засобів вимрювань електрорушійної сили та постійної напруги. К.: Держстандарт України, 1999.
3. Установка У-300. Инструкция по эксплуатации. М.: Машприборинторг, 1989.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ПОВЕРКА ОММЕТРОВ

Цель работы – изучить методику и средства поверки аналоговых омметров.

Опыт 1. Изучение устройства и метрологических характеристик образцовых и поверяемых приборов

Омметрами называют приборы прямого действия, служащие для непосредственного измерения электрического сопротивления.

Поверка омметров производится по методу непосредственного сличения их показаний с многозначной мерой, в качестве которой используются образцовые магазины сопротивлений классов точности $k = (0,05-0,2)$. Класс точности образцового магазина должен быть в 4-5 раз выше класса точности поверяемого омметра. Образцовый магазин сопротивления должен обеспечивать также достаточную плавность регулирования сопротивления и перекрытие всего рабочего диапазона омметра. Для этого допускается последовательное соединение нескольких образцовых магазинов. В качестве образцового при поверке омметров наиболее часто используется магазин сопротивлений типа Р-33 обеспечивающий в диапазоне температур от 10 °С до 35 °С при относительной влажности до 80 % , следующие характеристики:

- класс точности 0,2;
- диапазон изменения сопротивления (0,1...99999,9) Ом;
- номинальное сопротивление ступени младшей декады 0,1 Ом;
- номинальное сопротивление ступени старшей декады 10000 Ом;
- вариация начального сопротивления магазина не более 0,004 Ом;
- номинальная мощность одной ступени не превышает 0,25 Вт.

Магазин сопротивлений Р-33 содержит шесть декад (R1-R6), его упрощенная схема приведена на рис. 2.1.

При поверке омметров выполняют следующие операции:

- внешний осмотр;
- опробование;
- измерение времени установления показаний;
- определение влияния наклона прибора;

- определение основной погрешности прибора;
- определение погрешности от вариации.

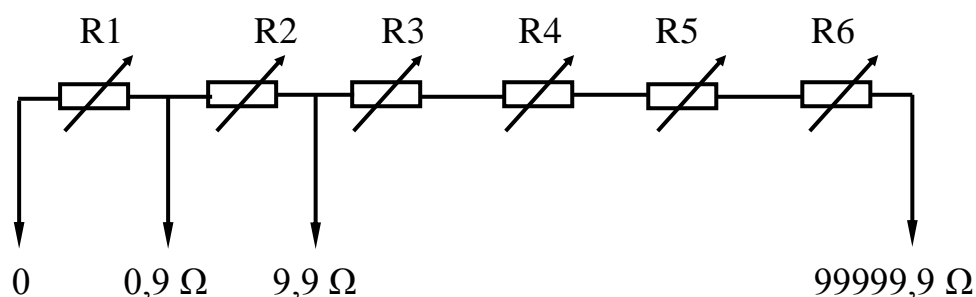


Рисунок 2.1-Схема магазина сопротивлений Р-33

Схема соединения меры (образцового магазина сопротивлений) и поверяемого омметра приведена на рис.2.2.

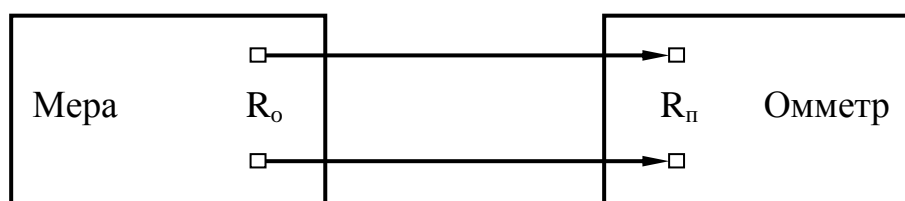


Рисунок 2.2 – Поверочная схема омметра

При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия эксплуатации средств измерения:

- температура окружающей среды $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха (45–80) %.

При поверке изменяя значение сопротивления магазина, устанавливают стрелку омметра на оцифрованную отметку шкалы R_{Π} и отсчитывают действительное значение сопротивления R_0 по положению переключателей магазина. Абсолютное значение погрешности прибора рассчитывают по формуле:

$$\Delta = R_{\Pi} - R_0 \quad (2.1)$$

Погрешность на каждой отметке шкалы определяют дважды: подводя стрелку омметра к поверяемой отметке сначала слева \vec{R}_0 затем справа \vec{R}_0 . Погрешность вариации показаний вычисляют по формуле:

$$\Delta_{\text{вар}} = |\vec{R}_0 - \vec{R}_0| \quad (2.2)$$

При поверке следует учитывать особенности нормирования пределов допускаемой погрешности омметров различных типов. Так в омметрах с равномерной или степенной шкалой, класс точности которых обозначается десятичной дробью (например, 2,5), погрешность нормируется в процентах от верхнего значения R_B диапазона изменений и рассчитывается по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta}{R_B} \cdot 100\% \quad (2.3)$$

В омметрах предел допускаемой погрешности, которых нормируется в процентах от значения измеряемого сопротивления R_i , класс точности обозначается числом помещенном в кружок (например, $\textcircled{2,5}$) и погрешность в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{R_i} \cdot 100\% \quad (2.4)$$

В омметрах с существенно нелинейной шкалой предел допускаемой погрешности нормируется в процентах от длины шкалы или ее рабочей части L в мм. Класс точности таких приборов обозначается числом помещенном между двумя линиями расположенными под углом (например, $\surd 2,5$) и погрешность рассчитывается по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot S}{L} \cdot 100\% \quad (2.5)$$

где S – чувствительность омметра в точке измерения:

$$S = \frac{\Delta L}{\Delta R}$$

где ΔL – расстояние между поверяемой отметкой шкалы и ближайшей к ней, мм;

ΔR – разность показаний омметра соответствующая этим отметкам, Ом.

Опыт 2. Внешний осмотр и опробование омметра

При проведении внешнего осмотра прибора должно быть установлено отсутствие следующих дефектов:

- неудовлетворительное крепление контактных зажимов;
- непрочное крепление, трещины, царапины стекла;
- загрязненность антипараллаксного устройства и шкалы;
- грубые механические повреждения наружных частей омметра;
- коробленое, потускневшее или разбитое устройство;
- наличие посторонних предметов внутри омметра.

**При наличии хотя бы одного из перечисленных дефектов омметр бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

При опробовании омметра необходимо:

2.1 Установить поверяемый и образцовый приборы в нормальные рабочие положения с соблюдением нормальных условий их эксплуатации.

2.2 Включить поверяемый омметр и подготовить его к работе (выполнить калибровку) на выбранном диапазоне измерения.

2.3 Подключить омметр к образцовому магазину согласно поверочной схеме приведенной на рис. 2.2.

2.4 Изменяя значение сопротивления магазина убедиться в возможности установки указателя в данном диапазоне на любую отметку шкалы, и в отсутствии затирания подвижной части измерительного механизма омметра.

2.5 Аналогично проверить работоспособность омметра на остальных диапазонах измерения.

**При наличии хотя бы одной из перечисленных неисправностей омметр бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Опыт 3. Определение времени установления показаний

Для определения времени (t_n) установления показаний омметра необходимо выполнить следующие операции:

3.1 Собрать поверочную схему, приведенную на рис. 2.2.

3.2 Установить омметр в нормальное рабочее положение, включив его на произвольно выбранном диапазоне измерений.

3.3 Изменяя сопротивление магазина, выставить стрелку омметра на отметку R_i расположенную приблизительно на середине его шкалы.

3.4 Разорвать электрическую цепь между омметром и магазином сопротивлений.

3.5 Восстановить электрическую цепь и определить, с помощью секундомера, время (t_n) в течение которого стрелка омметра установится против выбранной отметки на середине шкалы.

3.6 Две последние операции 3.4 и 3.5 проделать три раза и занести полученные результаты в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты определение времени установления показаний омметра

№ п.п.	Марка и тип омметра	Значение R_i , Ом	Время установления t_n , с	Предельное значение t_d , с
1				
2				
3				

Ни одно из полученных значений t_n не должно превышать предельного допускаемого значения t_d для поверяемого омметра (для большинства омметров $t_d = 4$ с).

То есть должно соблюдаться условие:

$$t_n \leq t_d .$$

**Если это условие не соблюдается поверяемый омметр бракуется и дальнейшей проверке не подлежит.*

Опыт 4. Определение влияния наклона омметра

Для определения влияния наклона омметра на его показания необходимо:

4.1 Собрать поверочную схему приведенную на рис. 2.2.

4.2 Установить омметр в нормальное рабочее положение, включив его на произвольно выбранном диапазоне измерений с предельным верхним значением R_B .

4.3 Выставить с помощью магазина стрелку омметра на оцифрованную отметку R_i расположенную приблизительно на середине его шкалы, определив при этом значение сопротивления R_0 магазина.

4.4 Отклонить омметр, с помощью специального шаблона, на угол 5 градусов от указанного на его шкале нормального рабочего положения в направлении \uparrow и снова установить стрелку на отметку R_i при новом значении сопротивления R'_0 магазина.

4.5 Определить погрешность от влияния наклона прибора, в зависимости от вида ее нормирования, с учетом выражений (2.3, 2.4, 2.5) по одной из формул:

$$\gamma_{\text{нак}} = \frac{|R'_0 - R_0|}{R_B} \cdot 100\%$$
$$\delta_{\text{нак}} = \frac{|R'_0 - R_0|}{R_i} \cdot 100\%$$
$$\gamma_{\text{нак}} = \frac{S \cdot |R'_0 - R_0|}{L_B} \cdot 100\%$$

4.6 Сопоставить это значение с предельно допустимой погрешностью γ_d (δ_d), определенной по классу точности k омметра.

4.7 Повторить три последние операции 4.4, 4.5, 4.6 последовательно отклоняя омметр в положения \downarrow , \rightarrow , \leftarrow и занести полученные результаты в табл.2.2.

Таблица 2.2 – Определение погрешности от влияния наклона омметра

Положение омметра	Значения R'_0 , Ом	Значения R_0 , Ом	Значения $\gamma_{\text{нак}}(\delta_{\text{нак}})$, %	Значения $\gamma_{\text{д}}(\delta_{\text{д}})$, %
↑				
↓				
→				
←				
Значения:				
k : ; $R_{\text{в}} = \dots$ Ом; $R_{\text{г}} = \dots$ Ом; $L_{\text{в}} = \dots$ мм; $S = \dots$ мм/Ом				

Омметр считается годным к применению, если при всех положениях его отклонения соблюдается условие:

$$\gamma_{\text{нак}} \leq \gamma_{\text{д}} \quad (\delta_{\text{нак}} \leq |\delta_{\text{д}}|).$$

**Если это условие нарушается хотя бы в одном случае, прибор бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Опыт 5. Определение основной погрешности и погрешности от вариации

Для определения основной погрешности омметра необходимо:

- 5.1. Собрать поверочную схему приведенную на рис. 2.2.
- 5.2. Установить и поддерживать нормальные условия эксплуатации образцового и поверяемого средства измерения.
- 5.3. Включить омметр на поверяемый диапазон измерения и произвести градуировку прибора согласно инструкции или по указанию преподавателя.
- 5.4. Выбрать поверяемую оцифрованную отметку на шкале омметра и изменяя сопротивление образцового магазина, установить стрелку прибора на эту отметку при подходе к ней сначала с одной стороны (например, слева), потом с другой (например, справа). При этом стрелка не должна переходить через поверяемую отметку.
- 5.5. Определить два значения абсолютной погрешности $\vec{\Delta}$, и $\tilde{\Delta}$ по формулам:

$$\vec{\Delta} = |R_{\text{п}} - \vec{R}_0| \quad \text{и} \quad \tilde{\Delta} = |R_{\text{п}} - \tilde{R}_0|$$

где R_n – номинальное значение сопротивления, соответствующее проверяемой отметке шкалы;

\vec{R}_0 и \vec{R}_0 – значения сопротивлений образцового магазина при плавном подводе указателя к точке R_n слева и справа.

5.6 Определить основную приведенную или относительную погрешность омметра в поверяемой точке при подходе к ней слева, с учетом выражений (2.3, 2.4, 2.5) по одной из формул:

$$\vec{\gamma} = \frac{\vec{\Delta}}{R_b} \cdot 100\%$$

$$\vec{\delta} = \frac{\vec{\Delta}}{R_i} \cdot 100\%$$

$$\vec{\gamma} = \frac{S \cdot \vec{\Delta}}{L_b} \cdot 100\%$$

5.7 Аналогично, с учетом выражений (2.3, 2.4, 2.5), определить основную приведенную или относительную погрешность омметра в поверяемой точке при подходе к ней справа;

5.8 Последовательно повторяя три последние операции 5.5, 5.6, 5.7, определить значения основных приведенных и относительных погрешностей для всех оцифрованных точек шкалы поверяемого прибора и занести полученные результаты в табл. 2.3.

5.9 По полученным при определении основной погрешности значениям \vec{R}_0 и \vec{R}_0 определить и занести в табл.2.3, погрешности от вариации показаний омметра, в каждой оцифрованной точке его шкалы, по одной из формул:

$$\gamma_{\text{вар}} = \frac{|\vec{R}_0 - \vec{R}_0|}{R_b} \cdot 100\%$$

$$\delta_{\text{вар}} = \frac{|\vec{R}_0 - \vec{R}_0|}{R_i} \cdot 100\%$$

$$\gamma_{\text{вар}} = \frac{S \cdot |\vec{R}_0 - \vec{R}_0|}{L_b} \cdot 100\%$$

Таблица 2.3 – Результаты определения основной погрешности и вариации

$R_0, \text{ Ом}$	$\bar{R}_0, \text{ Ом}$	$\tilde{R}_0, \text{ Ом}$	$\bar{\gamma}(\bar{\delta}), \%$	$\tilde{\gamma}(\tilde{\delta}), \%$	$\gamma_{\text{вар}}, \%$
Значения: $k : \dots ; \quad \gamma_{\text{д}} = \dots ,\% ; \quad \delta_{\text{д}} = \dots ,\%$					

Омметр считается прошедшим поверку и годным к применению если ни одно из значений погрешностей $\bar{\gamma}$, $\tilde{\gamma}$, $\gamma_{\text{вар}}$ не превышает значения его предельно допустимой погрешности $|\gamma_{\text{д}}|$, определенной по классу точности k , то есть:

$$\bar{\gamma} \leq |\gamma_{\text{д}}|; \quad \tilde{\gamma} \leq |\gamma_{\text{д}}|; \quad \gamma_{\text{вар}} \leq |\gamma_{\text{д}}|$$

или

$$\bar{\delta} \leq |\delta_{\text{д}}|; \quad \tilde{\delta} \leq |\delta_{\text{д}}|; \quad \delta_{\text{вар}} \leq |\delta_{\text{д}}|$$

**Если хотя бы одно из полученных значений погрешностей не удовлетворяет этим условиям омметр бракуется, запрещается к применению.*

Оформление результатов поверки

На омметр прошедший поверку ставится клеймо и оформляется свидетельство о поверке действующее на период межповерочного интервала.

Забракованный прибор оформляется справка о непригодности (см. приложения 1 и 2).

Содержание отчета:

- 1.Схемы рисунков 2.1, 2.2
- 2.Таблицы 2.1, 2.2, 2.3.
- 3.Свидетельство о поверке или справка о непригодности поверяемого прибора.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные характеристики и объясните устройство образцовых магазинов сопротивления используемых для поверки омметров.
2. Перечислите и дайте характеристики различных видов омметров
3. Как определяется основная погрешность омметра?
4. Как определяется погрешность от вариации показаний?
5. Какие критерии используются при поверке омметров?
6. Как и для чего производят градуировку омметров перед поверкой?
7. Зачем и каким образом проводят внешний осмотр и опробование омметра?
8. Приведите и объясните формулы для определения основной погрешности различных видов омметров.

Список литературы

1. ДСТУ 2708 – 99. Поверка средств измерительной техники. – К.: Держстандарт України, 2000.
2. ДСТУ 3712 – 98. Державна повірочна схема для засобів вимрювань електричного опору. К.: Держстандарт України, 1998.
3. ДСТУ 3989 – 2000. Калибровка средств измерительной техники . К.: Держстандарт України, 2001.
4. Илюшина К.К. Справочник по электроизмерительным приборам. Л.: Энергоатомиздат, 1983.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ПОВЕРКА ЭЛЕКТРОННЫХ ВОЛЬТМЕТРОВ

Цель работы – Изучить методику поверки электронных стрелочных вольтметров с помощью поверочной установки В1-4.

Опыт 1. Изучение и подготовка к работе установки В1-4

Установка В1-4 предназначена для поверки электронных вольтметров переменного и постоянного тока и имеет следующие технические характеристики:

- диапазон выходного напряжения $U_0 = (10 \text{ мкВ} - 300) \text{ В}$;
- частота переменного напряжения (55, 400, 1000) Гц $\pm 5 \%$;
- пульсации выходного напряжения постоянного тока $\pm 0.05 \%$;
- коэффициент гармоник не более 0,3% от значения напряжения U_0 ;
- погрешность выходного постоянного напряжения $\pm (0.003U_0 + 3 \text{ мкВ})$;
- погрешность выходного переменного напряжения $\pm (0,005U_0 + 3 \text{ мкВ})$;
- питание от сети переменного тока напряжением $220 \pm 0,5 \text{ В}$ с частотой $50 \pm 0,5 \text{ Гц}$.

Условия эксплуатации В1-4:

- температура окружающей среды от $+10$ до $+35^\circ\text{C}$,
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре $+20^\circ\text{C}$.

Структурная схема В1-4 приведена на рис. 3.1.

Установка В1-4 состоит:

- сетевого блока питания 1,
- стабилизатора 2 постоянного напряжения U_0 ,
- генератора 3 переменного гармонического напряжения с фиксированными значениями частоты $f_{\text{н}} = (50, 400, 1000) \text{ Гц}$,
- стабилизатора 4 переменного напряжения U_{\sim} ,
- делителя 5 выходного сигнала, с помощью которого устанавливается требуемое напряжение U_0 , подаваемое на поверяемый вольтметр

• образцового процентного вольтметра 6 с пределами измерения $\pm 5\%$ и $\pm 10\%$ для определения относительной погрешности $\delta_{\text{п}}$ поверяемого прибора.

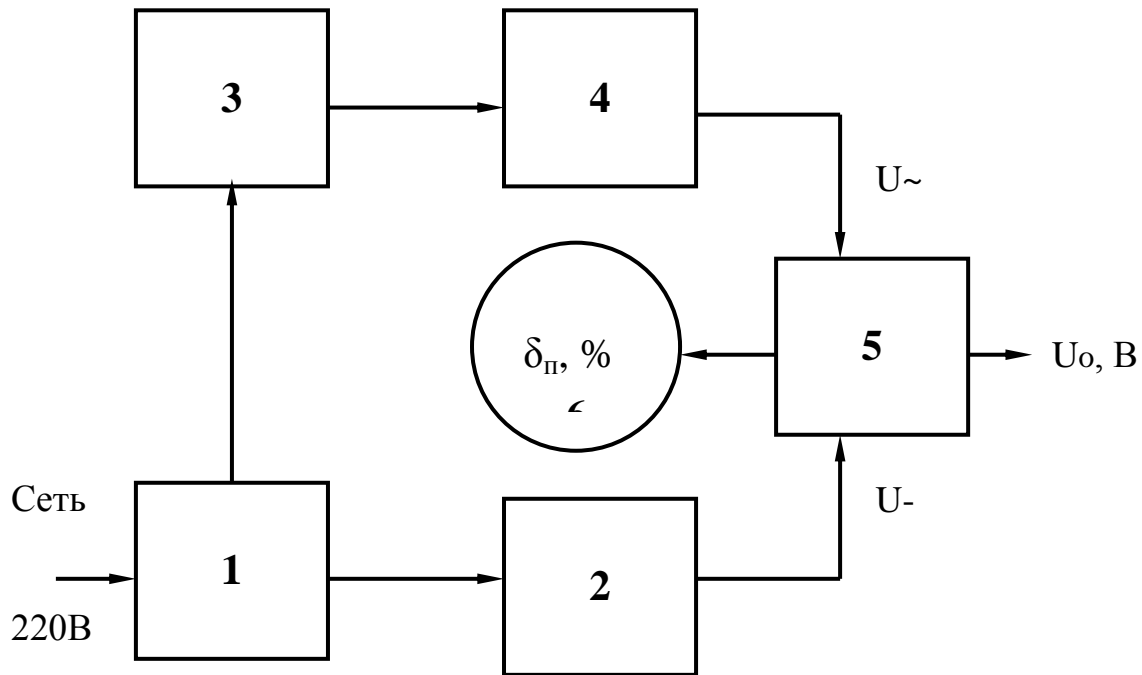


Рисунок 3.1- Структурная схема установки В1-4

Перед включением У1-4 необходимо установить ее переключатели и регуляторы в следующие положения:

- тумблер «СЕТЬ» в нижнее положение (выключено);
- регулятор «РЕГ. НАПРЯЖЕНИЯ» в среднее положение;
- переключатель «ЧАСТОТА Hz» в положение «400 Hz»;
- тумблер «ВНЕШНИЙ ПРИБОР» в левое положение;
- переключатель «ПОВЕРЯЕМЫЕ ТОЧКИ ШКАЛЫ» в положение «0,1»;
- переключатель «ИЗМЕРЕНИЕ 0 КАЛИБРОВКА» в положение «0»;
- переключатель «5% 10%» в положение «10%» ;
- переключатель « U_m 0 U 0 $U_{\text{ср}}$ » в положение «0» ;
- регулятор «УСТ. НУЛЯ U_{\sim} » в среднее положение;
- тумблер «ВХОД ДЕЛИТЕЛЕЙ» в верхнее положение;
- переключатель «МНОЖИТЕЛЬ» в положение «0 mV» ;

- переключатель « $\sim + -$ » в положение « \sim » ;

После выполнения перечисленных действий необходимо:

- включить установку переводя тумблер «СЕТЬ» в верхнее положение;
- установить стрелку процентного вольтметра установки на нулевую отметку регулятором «УСТ. НУЛЯ U_{\sim} » при установке переключателя «5% 10%» в положения сначала «10%», а затем «5%» ;
- перевести переключатель «ИЗМЕРЕНИЕ 0 КАЛИБРОВКА» в положение «КАЛИБРОВКА»;
- перевести переключатель «5% 10%» в положение «10%» и регулятором « $U_{\sim 10\%}$ » установить стрелку образцового вольтметра У1-4 на отметку «-10%»;
- перевести переключатель «5% 10%» в положение «5%» и регулятором « $U_{\sim 5\%}$ » установить стрелку образцового вольтметра на отметку «-5%»;
- выполнить два последних действия при установке переключателя « $\sim + -$ » в положение «+» и «-» ;
- установить переключатель « $\sim + -$ » в положение « \sim »;
- установить переключатель «ИЗМЕРЕНИЕ 0 КАЛИБРОВКА» в положение «0».

После выполнения этих операций установка В1-4 считается подготовленной к проведению поверки электронных вольтметров (ЭВ) по схеме приведенной на рис. 3.2.

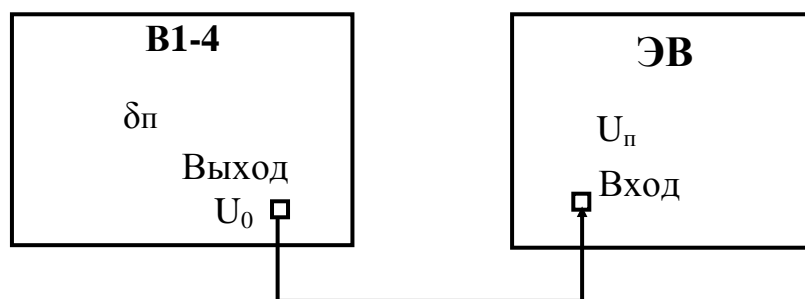


Рисунок 3.2 – Поверочная схема

Опыт 2. Подготовка к поверке электронного вольтметра

В качестве поверяемого выбран вольтметр (милливольтметр) Ф5303 предназначенный для измерения среднеквадратических значений

переменного напряжения от 1mV до 300 V в диапазоне частот от 55 Гц до 10 МГц (частота градуировки – 400 Гц). Допускаемое время установления показаний прибора $t_d = 4$ с. Допускаемая погрешность измерений прибора $\gamma_d = \pm 1\%$ в диапазоне 10 mV – 300V и $\gamma_d = \pm 1,5\%$ в диапазоне (1-3) mV.

Структурная схема вольтметра Ф 5303 приведена на рис. 3.3.

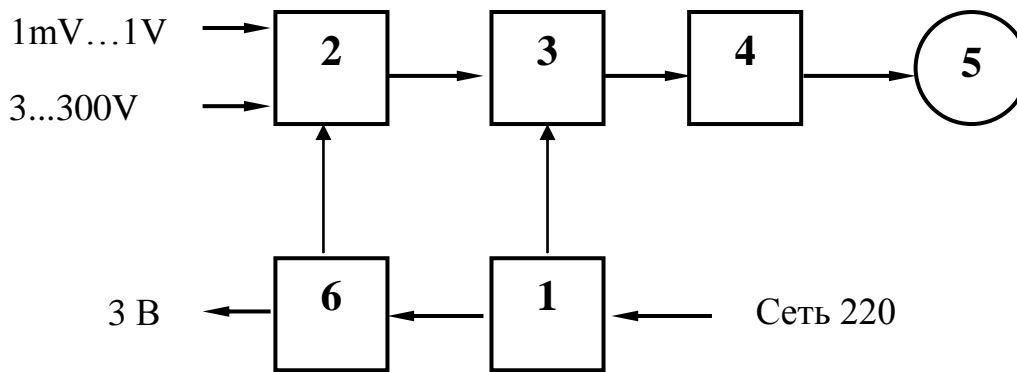


Рисунок 3.3 – Структурная схема вольтметра Ф 5303

Вольтметр Ф 5303 состоит из сетевого стабилизированного блока питания 1, входного делителя напряжения 2 с регулируемым коэффициентом деления и двумя входами 1mV...1V и 3V...300V, усилителя переменного напряжения 3, детектора 4, стрелочного указателя 5 с двумя шкалами 0-10 и 0-30 и калибратора 6.

При проведении поверки Ф 5303 должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха (30–80) %;
- атмосферное давление (84-106) кПа;
- напряжение сети питания $220 \pm 4,4$ В;
- частота сети питания $50 \pm 0,5$ Гц.

Источники вибраций и электромагнитных полей не должны вызывать колебаний указателя Ф 5303, превышающих 0,1 предела его допускаемой погрешности.

После установки нормальных условий следует произвести градуировку вольтметра для чего необходимо:

- установить прибор в нормальное рабочее положение;
- установить все кнопки Ф 5303 в отжатое положение;

- установить механическим корректором стрелку вольтметра на нулевую отметку шкалы;
- подключить прибор к сети 220 В;
- нажать последовательно кнопки «СЕТЬ», «V/mV», «30 mV», «К»;
- установить регулятором «30mV», стрелку прибора на отметку шкалы 30 мВ;
- нажать кнопку «100 mV» и установить регулятором «100 mV» стрелку прибора на отметку 100 мВ;
- нажать кнопку «3V», отжать кнопку «V/mV», соединить вход «3...300V» с гнездом «Вых.3V» на левой стороне вольтметра и установить регулятором «3V», стрелку прибора на отметку шкалы 3В.

Опыт 3. Внешний осмотр и опробование вольтметра Ф 5303

При проведении внешнего осмотра Ф 5303 должно быть установлено что у вольтметра отсутствуют следующие дефекты:

- грубые механические повреждения;
- нечеткость надписей на шкале и панелях;
- неисправность отсчетного устройства;
- неисправности переключателей и световых индикаторов;
- непрочность крепления входных разъемов и зажимов.

**При наличии хотя бы одного из перечисленных дефектов вольтметр бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Для опробования вольтметра Ф 5303 необходимо выполнить следующие операции:

- установить прибор в нормальное рабочее положение;
- установить все кнопки Ф 5303 в отжатое положение;
- соединить вход «3...300V» вольтметра с выходным разъемом установки В1-4 согласно поверочной схеме приведенной на рис. 3.2
- включить вольтметр на предел (0...300) V для чего нажать кнопку «300 V» (кнопки «V/mV», «К» установить в отжатое состояние);
- включить установку В1-4 установив переключатели
 - «МНОЖИТЕЛЬ» в положение «100 V»,
 - «ИЗМЕРЕНИЕ 00 КАЛИБРОВКА» в положение «ИЗМЕРЕНИЕ»;

- изменяя положение переключателя «ПОВЕРЯЕМЫЕ ТОЧКИ ШКАЛЫ» от «0,1» до «3» переместить стрелку поверяемого вольтметра от нулевого деления до конечного;

- переключая последовательно кнопками диапазоны измерения Ф3503 и изменяя соответственно переключателями «МНОЖИТЕЛЬ» и «ПОВЕРЯЕМЫЕ ТОЧКИ ШКАЛЫ» выходное напряжение В1-4, проверить реакцию вольтметра на измеряемую величину.

**В случае отсутствия реакции (отклонения стрелки) вольтметра на измеряемую величину хотя бы на одном рабочем диапазоне прибор бракуется.*

Опыт 4. Определение времени установления показаний Ф 5303

Для определения времени установления показаний ($t_{п}$) поверяемого вольтметра необходимо выполнить следующие операции:

- становить прибор в нормальное рабочее положение;
- установить все кнопки вольтметра в отжатые положения и подключить прибор к сети;
- нажать последовательно кнопки «СЕТЬ», «V/mV», «100 mV» (при этом стрелка Ф 5303 должна установиться на нулевую отметку шкалы);
- нажать кнопку «К» и определить с помощью секундомера время $t_{п1}$ с момента нажатия кнопки до установления стрелки поверяемого прибора на конечную отметку шкалы, после чего отжать эту кнопку;
- аналогично, повторяя последнюю операцию, получить значения $t_{п2}$, $t_{п3}$ и занести результаты в табл. 3.1

Таблица 3.1 – Результаты определение времени установления показаний Ф5303

Время установления показаний вольтметра			Допустимое значение времени установления показаний $t_{д}$, с
$t_{п1}$, с	$t_{п2}$, с	$t_{п3}$, с	

Любое $t_{пi}$ из трех полученных значений не должно превышать предельно-допускаемого времени $t_{д}$ установления показаний для вольтметра Ф 5303, то есть должно выполняться условие:

$$t_{пi} \leq t_{д}.$$

**Если это условие не выполняется вольтметр бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Опыт 5. Определение основной погрешности вольтметра

Основная погрешность поверяемого вольтметра определяют методом прямых измерений переменного напряжения, воспроизводимого установкой В1-4 по поверочной схеме приведенной на рис 3.2. При этом значение основной относительной погрешности $\delta_{\text{п}}$ поверяемого вольтметра отсчитывается в процентах по шкалам отсчетного устройства установки. Погрешность $\delta_{\text{п}}$ определяется во всех оцифрованных точках рабочей части шкал основных диапазонов измерения вольтметра: (0...30) mV, (0...100) mV и (0 ...3) V. На остальных диапазонах погрешности $\delta_{\text{п}}$ определяются в трех точках: начальной средней и конечной каждого диапазона. Измерения в каждой точке производя дважды, при подходе к ней слева и справа. По полученным значениям основной относительной погрешности определяется приведенная погрешность $\gamma_{\text{п}}$ значения которой в любой точке не должны превышать предельно допустимого значения $\gamma_{\text{д}}$ установленного для поверяемого прибора.

Для определения основной погрешности Ф 5303 в диапазоне (0...30) mV необходимо выполнить следующие операции:

- установить нормальные условия поверки (смотри опыт 2);
- проверить установку механического нуля отсчетного устройства вольтметра;
- соединить вход «1mV...1V» вольтметра с выходным разъемом установки В1-4 согласно поверочной схеме приведенной на рис. 3.2;
- установить диапазон измерения (0...30) mV вольтметра и включить прибор, для чего нажать кнопки «30 mV» , «V/mV» и «СЕТЬ»;
- установить частоту выходного напряжения поверочной установки 400 Гц, для чего переключатель «ЧАСТОТА Hz» перевести в положение «400 Hz»;
- установить рабочий диапазон (0...30) mV установки В1-4, для чего перевести переключатель «МНОЖИТЕЛЬ» в положение «10 mV»;
- подбирая положение переключателя «ПОВЕРЯЕМЫЕ ТОЧКИ ШКАЛЫ», ручкой «РЕГ. НАПРЯЖЕНИЯ» установить стрелку

поверяемого вольтметра на первое оцифрованное деление рабочей части шкалы при подходе к нему слева;

- определить значение относительной погрешности $\bar{\delta}_{\text{п}},\%$ по одной из шкал отсчетного устройства В1-4 с учетом положения переключателя «5% 10%» и занести результат в табл. 3.2;

- рассчитать и занести в табл. 3.2 значение приведенной погрешности в этой точке по формуле:

$$\bar{\gamma}_{\text{п}} = \bar{\delta}_{\text{п}} \cdot \frac{U_i}{U_k}$$

где U_i – значение напряжения в поверяемой точке, mV,

U_k – конечное значение напряжения диапазона, mV;

- аналогично, определить и занести в табл. 3.2 значения погрешностей при подходе ко всем оцифрованным точкам шкалы (0 – 30) mV слева $\bar{\delta}_{\text{п}},\%$, $\bar{\gamma}_{\text{п}},\%$ и справа $\bar{\delta}_{\text{п}},\%$, $\bar{\gamma}_{\text{п}},\%$.

Таблица 3.2 – Погрешности вольтметра в основном диапазоне 0 – 30 mV

Напряжение в точке	Значения погрешностей			
	$\bar{\delta}_{\text{п}},\%$	$\bar{\delta}_{\text{п}},\%$	$\bar{\gamma}_{\text{п}},\%$	$\bar{\gamma}_{\text{п}},\%$
U_i, mV				

Выполняя операции аналогичные указанным выше определить и занести в табл. 3.3, 3.4 и 3.5, значения погрешностей вольтметра в основных (0...100) mV, (0...3) V и в остальных (указанных преподавателем) рабочих диапазонах прибора.

Таблица 3.3 – Погрешности вольтметра в основном диапазоне 0 – 100 mV

Напряжение в точке	Значения погрешностей			
	$\bar{\delta}_{\text{п}},\%$	$\bar{\delta}_{\text{п}},\%$	$\bar{\gamma}_{\text{п}},\%$	$\bar{\gamma}_{\text{п}},\%$
U_i, mV				

Таблица 3.4 – Погрешности вольтметра в основном диапазоне 0 – 3V

Напряжение в точке	Значения погрешностей			
	$\bar{\delta}_п, \%$	$\bar{\delta}_п, \%$	$\bar{\gamma}_п, \%$	$\bar{\gamma}_п, \%$
U_i, V				

Таблица 3.5 – Погрешности вольтметра в диапазоне _____

Напряжение в точке	Значения погрешностей			
	$\bar{\delta}_п, \%$	$\bar{\delta}_п, \%$	$\bar{\gamma}_п, \%$	$\bar{\gamma}_п, \%$
U_i, V				

Вольтметр Ф 5305 считается прошедшим поверку и годным к применению, если ни одно из значений погрешностей $\gamma_п$, $\gamma_п$ не превышает значения его предельно допускаемой погрешности $|\gamma_д|$, то есть:

$$|\bar{\gamma}_п| \leq |\gamma_д| \text{ и } |\bar{\gamma}_п| \leq |\gamma_д|.$$

**Если хотя бы одно из полученных значений погрешностей не удовлетворяет этим условиям вольтметр бракуется и запрещается к применению.*

Оформление результатов поверки

На вольтметр прошедший поверку оформляется свидетельство о поверке действующее на период межповерочного интервала (см. приложения 1).

На прибор не прошедший поверку оформляется справка о непригодности (см. приложения 2).

Содержание отчета

1. Схемы рисунков 3.1, 3.2, 3.3.
2. Таблицы 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.
3. Свидетельство о поверке или справка о непригодности вольтметра (см. приложения 1 и 2).

Контрольные вопросы

1. Объясните назначение и перечислите основные характеристики установки В1-4.
2. Объясните принцип работы назначение и перечислите основные характеристики вольтметра Ф5303.
3. Изобразите схему поверки вольтметра Ф5303.
4. Перечислите этапы поверки вольтметра Ф5303.
5. Как и для чего производится внешний осмотр и опробование поверяемого вольтметра?
6. Как и для чего калибруется вольтметр перед поверкой?
7. Как определяется время установления показаний вольтметра?
8. Как определяется основная погрешность поверяемого вольтметра?
9. По каким критериям определяются результаты поверки электронного вольтметра?

Список литературы

1. ДСТУ 2708-99 Поверка средств измерительной техники. – К.: Держстандарт України, 2000.
2. ДСТУ 3565-99 Вольтметры переменного тока электронные. Общие технические требования и методы испытаний. – К.: Держстандарт України, 1999.
3. Установка В1-4 для поверки электронны вольтметров. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. –Новосибирск: Полиграфиздат, 1995.
4. Вольтметр переменного тока Ф-5303. Инструкция по эксплуатации.- М.: В/О Машприборинторг, 1997.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ПОВЕРКА ЭЛЕКТРОННОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

Цель работы – изучить методику и средства поверки электронно – лучевых осциллографов с помощью калибратора осциллографов И1 –9.

Опыт 1. Изучение калибратора осциллографов И1 –9

Калибратор осциллографов И1 –9 является образцовым средством измерения и предназначен для поверки и градуировки электронных осциллографов с полосой пропускания до 100 МГц.

Условия эксплуатации калибратора:

- температура окружающей среды от 5 до 40 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 30 °С;
- напряжение питающей сети 220 ± 22 В, частотой $50 \pm 0,9$ Гц;
- атмосферное давление 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм. рт. ст.).

Калибратор выдает сигналы в виде электрического напряжения (U_k) для поверки и калибровки коэффициента отклонения канала вертикального отклонения осциллографов следующих видов: прямоугольные импульсы положительной полярности, частотой повторения 1кГц ± 10 ; положительное и отрицательное напряжение постоянного тока. Напряжения сигналов устанавливаются в диапазоне амплитуд от 30мкВ до 100В с абсолютной погрешностью, не превышающей $\pm (2,5 \cdot 10^{-3} U_k + 3 \text{ мкВ})$.

Калибратор обеспечивает установку девиации (изменения) D_n напряжения U_k в диапазонах $\pm 3 \%$ и $\pm 10 \%$ с абсолютной погрешностью установки, не превышающей $\pm (2,5 \cdot 10^{-2} D_n)$.

Калибратор выдает периодический сигнал (U_T) для поверки и калибровки длительности разверток осциллографов (с возможностью девиации периода следования T_k), параметры которого отвечают следующим требованиям: полярность положительная; размах не менее 1В; диапазон установки периода следования от 100 нс до 10 с с погрешностью не превышающей $\pm 10^{-4} T_k$.

Калибратор обеспечивает установку девиации D_T периода следования сигнала T_K в диапазонах $\pm 3\%$ и $\pm 10\%$ с абсолютной погрешностью установки, не превышающей $\pm (2,5 \cdot 10^{-2} D_T)$.

Калибратор выдает сигнал (U_x) для градуировки переходной характеристики канала вертикального отклонения осциллографов, параметры которого отвечают следующим требованиям: форма прямоугольная; амплитуда плавно регулируется от 0,36 В до 0,44 В; время нарастания не более 1нс; выброс на вершине импульса и неравномерность вершины не более 5 % в течение первых 5нс и не более 2 % от 5 до 10 нс; неравномерность вершины импульса спустя первые 10нс, не более 1 % вершина импульса не имеет спада; диапазон установки периода следования от 1 мкс до 1 с.

Калибратор выдает периодический сигнал (U_c) синхронизации осциллографов, параметры которого отвечают следующим требованиям: полярность положительная; размах не менее 1В; частота повторения 100кГц.

Калибратор выдает периодический сигнал (U_{cc}) с частотой сети для проверки запуска схем синхронизации осциллографов от сети, амплитуда которого плавно регулируется от 0,05В до 1В.

Структурная схема и обозначения выходных сигналов и разъемов калибратора И1 –9 приведены на рис. 4.1.

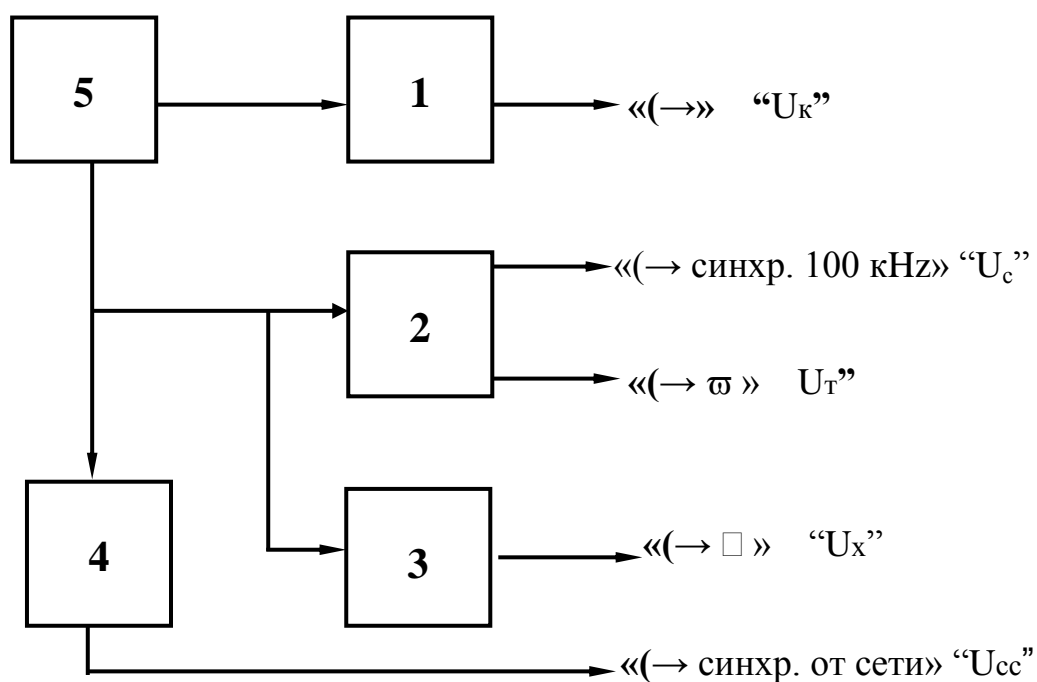


Рисунок 4.1 – Структурная схема калибратора И1 –9

В калибратор входят 5 блоков:

- блок 1 калибровки коэффициента усиления канала вертикального отклонения осциллографов (калибратор напряжения);
- блок 2 калибровки длительности разверток осциллографов;
- блок 3 калибровки переходной характеристики канала вертикального отклонения осциллографов;
- блок 4 проверки синхронизации осциллографов от сети;
- блок 5 питания калибратора.

Опыт 2. Изучение универсального осциллографа

В качестве поверяемого прибора выбран универсальный осциллограф С1 –67.

Условия эксплуатации осциллографа:

- рабочая температура окружающего воздуха от минус 30 до +50°С;
- предельная температура от минус 50 до +65°С;
- относительная влажность воздуха до 98% при температуре до +35°С.

Основные технические характеристики С1-67

Осциллограф обеспечивает:

- наблюдение на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) периодических сигналов в диапазоне частот от 5Гц до 10МГц;
- наблюдение формы импульсов обеих полярностей с длительностью от 0,1мкс до 0,2с и размахом от 5мВ до 200В;
- измерение амплитуд исследуемых сигналов от 28мВ до 140В;
- измерение временных интервалов от 0,4мкс до 0,2с.

Рабочая часть экрана составляет 7 делений (42мм) по вертикали и 10 делений (60мм) по горизонтали. Толщина линии луча не превышает 0,6 мм.

Тракт вертикального отклонения луча имеет следующие параметры:

- полоса пропускания от 0 до 10 МГц при неравномерности частотной характеристики в полосе не более 3 дБ;
- нелинейность амплитудной характеристики не более 5%;

• входное сопротивление усилителя при открытом входе – 1 МОм с параллельной емкостью 40 пФ.

Коэффициенты усилителя вертикального отклонения устанавливаются:

- плавно с перекрытием не менее 1:2,5;
- скачкообразно – от 10 мВ/дел до 20 В/дел.

Погрешность калиброванных коэффициентов отклонения не превышает $\pm 4\%$.

Основная погрешность измерения амплитуд импульсных и синусоидальных сигналов не превышает соответственно $\pm 5\%$ и $\pm 10\%$.

Внутренний источник калибровочного напряжения генерирует П – образные импульсы частотой 2 кГц, амплитудой 0,06 В и 0,6 В с погрешностью установки амплитуды и частоты не более $\pm 2\%$.

Развертка может работать как в ждущем, так и в периодическом режимах и имеет следующие параметры:

- диапазон калиброванных длительностей развертки (калиброванных коэффициентов развертки) от 50 мс/дел до 0,1 мкс/дел;
- погрешность калиброванных коэффициентов разверток не превышает $\pm 4\%$, а при использовании множителя X0,2 развертки $\pm 8\%$.

Основная погрешность измерения временных интервалов не превышает $\pm 5\%$ в диапазоне от 0,4 мкс до 0,2 с и $\pm 10\%$ при использовании множителя развертки X0,2.

Тракт горизонтального отклонения луча имеет следующие параметры:

- неравномерность частотной характеристики не превышает от 4 до 3дБ в диапазоне от 0 до 1 МГц;
- чувствительность не менее 6 мм/В.

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В $\pm 10\%$ частотой 50 Гц $\pm 1\%$ и содержанием гармоник до 5%. Время самопрогрева прибора для нормальной его работы не менее 15 минут.

Перед проверкой необходимо установить и поддерживать нормальные условия работы осциллографа указанные в инструкции по его эксплуатации:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность (65 ± 15) %;

атмосферное давление (750 ± 30) мм. рт. ст.;
напряжение питающей сети ($220 \pm 4,4$) В;
частота сети ($50 \pm 0,1$) Гц.

Опыт 3. Внешний осмотр и опробование осциллографа

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- поверяемый осциллограф не должен иметь механических повреждений кожуха, крышек, лицевой панели, регулировочных и соединительных элементов и устройств, нарушающих его работу;
- должна быть обеспечена четкая фиксация всех переключателей во всех позициях при совпадении указателя позиции с соответствующими надписями на панели прибора.

Перед включением прибора органы управления необходимо установить в следующие положения:

- тумблер «СЕТЬ» – выключено;
- «ЯРКОСТЬ» – в крайнее левое;
- «ФОКУС» – в среднее;
- «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» – в положение « ∇ 6 ДЕЛ.»;
- «УСИЛЕНИЕ» – в крайнее правое;
- регуляторы « \updownarrow » и « \leftrightarrow » – в средние;
- переключатель « \sim , \perp , \approx » – в положение « \approx »;
- «СТАБИЛЬНОСТЬ» – в крайнее правое;
- «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» – «0,5 mS»;
- «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ» – в крайнее правое;
- тумблер «X1, X0,2» – в положение «X1»;
- переключатель вида синхронизации « \square , \square , X» – в положение « \square »;
- переключатель полярности « \approx , \sim , +, -» – в положение « \approx , +»;
- тумблер «П» – в положение «П»;

После выполнения вышеперечисленных операций прибор соединяется с источником питания и включается тумблером «СЕТЬ». При этом должна загореться сигнальная лампа.

Опробование осциллографа заключается в проверке его работоспособности, для чего следует убедиться в наличии сигналов и

возможности проведения операций и регулировок его параметров, перечисленных в табл. 4.1 и заполнить эту таблицу.

Таблица 4.1 – Контролируемые сигналы и операции

№ п.п	Сигналы и операции	Есть	Нет
1	Наличие изображения (точка, линия) на экране		
2	Возможность изменения яркости изображения		
3	Возможность фокусировки изображения		
4	Возможность смещения изображения по вертикальной оси		
5	Возможность смещения изображения по горизонтальной оси		
6	Наличие развертки изображения на всех диапазонах		
7	Наличие сигнала калибровки		
8	Возможность регулировки амплитуды изображения		
9	Возможность синхронизации изображения		

** При отсутствии любого из перечисленных сигналов или невозможности его регулировки осциллограф бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Опыт 4. Градуировка осциллографа

Отрегулируйте яркость и фокусировку линии развертки с помощью ручек «ЯРКОСТЬ» и «ФОКУС». Переместите луч в пределы рабочей части экрана ручками «↑» и «↔». Сбалансируйте тракт вертикального отклонения луча после 15-ти минутного прогрева осциллографа. Выполните для этого следующие операции:

- переведите ручку «ВОЛЬТ/ДЕЛ» в положение «0,05»;
- переместите линию развертки в среднее положение рабочей части экрана ЭЛТ ручкой «↑»;
- переключите ручку «ВОЛЬТ/ДЕЛ» в положение «0,01»;
- возвратите линию развертки в прежнее положение при помощи регулятора «БАЛАНС».

Повторяйте эти операции до тех пор, пока линия развертки не перестанет перемещаться при переключении ручки «ВОЛЬТ/ДЕЛ».

Установите ручку «ВОЛЬТ/ДЕЛ» в положение «▼6 ДЕЛ», а ручку «УСИЛЕНИЕ» вправо до упора. Откалибруйте тракт вертикального отклонения при помощи регулятора «КАЛИБРОВКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ», расположенного с левой стороны прибора. Амплитуда изображения калиброванного напряжения должна быть равна шести делениям вертикальной шкалы ЭЛТ осциллографа. После этого прибор готов для проведения измерений амплитуд.

Для калибровки скорости развертки выполните следующие операции:

- установите ручку «ВРЕМЯ/ДЕЛ» в положение «0,5 mS»;
- проверните ручку «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ» в крайнее правое положение (по часовой стрелке до упора);
- уложите 10 периодов калиброванного напряжения в 10-ти делениях шкалы ЭЛТ при помощи регулятора «КАЛИБРОВКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ X1», расположенного на правой боковой стенке прибора;
- переведите тумблер множителя в положение «X0,2»;
- уложите 2 периода калиброванного напряжения в 10-ти делениях шкалы ЭЛТ при помощи регулятора «КАЛИБРОВКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ X0,2».

После выполнения этих операций прибор готов к работе. При проведении измерений следует помнить, что шкала осциллографа разделена на 7 делений (42 мм) по вертикали и 10 делений (60 мм) по горизонтали и одно деление шкалы составляет 6 мм. На осевых линиях шкалы каждое деление разделено на 5 равных частей по 1,5 мм.

Опыт 5. Определение ширины линии луча в вертикальном направлении

Ширину линии луча в вертикальном направлении определяют методом косвенного измерения по поверочной схеме приведенной на рис. 4.2.



Рисунок 4.2 – Схема проверки канала вертикального отклонения осциллографа
где 1 – выход «(→)» калибратора напряжения И1 –9;

2 – вход усилителя вертикального отклонения осциллографа «(→)».

Проверяемый осциллограф переводят в автоколебательный режим развертки и устанавливают:

- переключатель «~, ⊥, ≈» в положение «≈»;
- переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,5 mS»;
- тумблер «X1, X0,2» в положение «X1»;
- переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «10».

Органы управления калибратора устанавливают в следующие положения:

- кнопку «КАЛИБРАТОР НАПР.» в положение «ВКЛ».
- кнопку «МОД.» в положение «П»;
- кнопки «V/ДЕЛ.» в положение «10»;
- кнопки «ЧИСЛО ДЕЛ.» в положение «5» .

На экране ЭЛТ наблюдают две горизонтальные линии. Органами смещения осциллографа перемещают изображение к верхней границе рабочего участка экрана. Устанавливают удобную для измерений яркость и фокусировку изображения.

Последовательным переключением кнопок «V/ДЕЛ.» изменяют амплитуду выходного сигнала калибратора до значения L'_k , при котором светящиеся линии на экране осциллографа соприкасаются. Ширину D линии луча по вертикали в делениях вычисляют по формуле:

$$D = \frac{L'_k \cdot N}{L_0}$$

где L'_k – положение кнопок «V/ДЕЛ.» калибратора;

L_0 – положение переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» осциллографа;

N – положение кнопок «ЧИСЛО ДЕЛЕНИЙ» калибратора.

С учетом того, что одно деление шкалы содержит 6мм, определяют ширину D' линии луча в миллиметрах по формуле: $D' = 6 D$

Ширину линии луча определяют в середине и на границах рабочего участка шкалы осциллографа.

Ширина D' линии луча не должна превышать 0,6 мм, т.е. должно соблюдаться условие:

$$D' \leq 0,6\text{мм}$$

**Если это условие не соблюдается осциллограф бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Опыт 6. Определение погрешности коэффициентов отклонения канала вертикального отклонения

Эту погрешность (δ_k) определяют методом прямого измерения по поверочной схеме, приведенной на рис. 4.3., начиная с диапазона 20 В/дел.

Поверяемый осциллограф переводят в автоколебательный режим развертки, и устанавливают:

- переключатель « \sim, \perp, \approx » в положение « \approx »;
- переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ» – «0,5 мS»;
- тумблер «X1, X0,2» – в положение «X1»;
- переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ» в положение «20».

Перед проверкой осциллограф должен быть откалиброван.

В калибраторе выполняют следующие установки:

- нажимают кнопку "ДЕВИАЦИЯ, КАЛИБРАТОР НАПРЯЖЕНИЯ";
- кнопка "ДЕВИАЦИЯ, КАЛИБРАТОР ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ" должна быть отжата.

• выбирают диапазон измерения погрешности $\pm 10\%$ или $\pm 3\%$, нажав соответствующую кнопку;

- кнопки «V/ДЕЛ.» устанавливают в положение «10»;
- кнопки «ЧИСЛО ДЕЛ.» в положение «5дел. X2»;
- переключатель «МОД.» в положение П.

На экране осциллографа, при этом, должны быть видны две горизонтальные линии, расстояние между которыми примерно равно 5 делений.

Оценка погрешности коэффициента отклонения на пределе 20 В/дел. производится следующим образом:

- вращая ручку «ДЕВИАЦИЯ, КАЛИБРАТОР НАПРЯЖЕНИЯ», добиваются точного совпадения двух горизонтальных линий соответственно с нижним (нулевым) и верхним (пятым) делениями шкалы

осциллографа и отсчитывают при этом погрешность δ_k в процентах непосредственно по шкале измерительного прибора калибратора;

- аналогично, изменяя положение переключателей калибратора, определяют погрешность на всех остальных пределах, устанавливаемых переключателем осциллографа «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Полученные результаты вносят в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Погрешности коэффициентов отклонения канала вертикального отклонения осциллографа

№ п.п.	Положение переключателя осциллографа «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»	Переключатели И1 –9		Погрешность $\delta_k, \%$
		«V /ДЕЛ.»	«ЧИСЛО ДЕЛ.»	
1				
n				

Результат поверки считается удовлетворительным, если каждое из полученных значений погрешности δ не превышает значение предела допускаемой погрешности $\delta_{\text{кд}} = \pm 5\%$, т.е. соблюдается условие:

$$|\delta_k| \leq |\delta_{\text{кд}}|$$

** Если это условие не соблюдается, поверяемый осциллограф бракуется с запрещением его дальнейшей эксплуатации.*

Опыт 7. Определение погрешности коэффициентов развертки осциллографа

Погрешность (δ_T) коэффициентов развертки определяется методом прямых измерений согласно поверочной схеме приведенной на рис. 4.4.



Рисунок 4.3 – Определение погрешности коэффициентов развертки

где 1' – выход «(→ π » калибратора напряжения И1 –9;

2 – вход усилителя вертикального отклонения осциллографа «(→) ».

Поверяемый осциллограф переводят в режим внутреннего запуска, и устанавливают:

- переключатель « \sim , \perp , \approx » в положение « \approx »;
- переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» – «50 mS»;
- тумблер «X1, X0,2» – в положение «X1»;
- переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,5»;
- «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ» – в крайнее правое;
- переключатель полярности « \approx , \sim , +, -» – в положение « \approx , +»;
- переключатель вида синхронизации « \square , \square , X» – в положение « \square »;

Органы управления калибратора устанавливают в следующие положения:

- кнопку «ВКЛ.» калибратора напряжения – в отжатое состояние;
- переключатель « μ s/ДЕЛ., ms/ДЕЛ., s/ДЕЛ.» – в положение «10 mS/ДЕЛ.» и нажимают одновременно две кнопки «X5» и «X10» и кнопку «ДЕВИАЦИЯ, КАЛИБРАТОР ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ»;
- кнопка «ДЕВИАЦИЯ, КАЛИБРАТОР НАПРЯЖЕНИЯ» должна быть отжата;
- выбирают диапазон измерения погрешности $\pm 10\%$ или $\pm 3\%$, нажав соответствующую кнопку.

Измерения производятся следующим образом: вращая ручку «ДЕВИАЦИЯ, КАЛИБРАТОР ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ», регулируют изображение на экране проверяемого осциллографа так, чтобы точно совместить его с 10 калибровочными метками (делениями) горизонтальной шкалы; отсчитывают погрешность δ_r в процентах непосредственно по шкале измерительного прибора калибратора. Аналогично определяют погрешности во всех положениях переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» при установке тумблера «X1, X0,2» в положении «X1» и в трех, четырех произвольно выбранных точках этого переключателя в положении тумблера «X0,2».

Полученные результаты заносят в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Погрешности коэффициентов развертки осциллографа

№ п.п.	Переключатели осциллографа		Переключатели калибратора		Погреш- ность δ_T , %
	«ВРЕМЯ/ДЕЛ»	«X1,X0,2»	s/ДЕЛ,ms/ДЕЛ, μ s/ДЕЛ	«X2,X5»	
1					
2					
3					
...					
n					

Наибольшее из полученных значений погрешностей коэффициентов развертки не должно превышать $\delta_{тд} = \pm 5\%$ при установке переключателя «X1,X0,2» в положение X1 и $\delta_{тд} = \pm 10\%$ при установке этого переключателя в положение X0,2, то есть для всех значений δ_T должно соблюдаться условие:

$$|\delta_T| \leq |\delta_{тд}|.$$

**Если это условие не соблюдаются, осциллограф бракуется и его эксплуатация запрещается.*

Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки на поверяемый осциллограф выдается свидетельство о поверке с указанием результатов поверки подписанных поверителем (см. приложение 1).

При отрицательных результатах поверки прибор признаётся непригодным и на него выдают справку (см. приложение 2) с указанием причины непригодности.

Межповерочный интервал осциллографа С1-67 – один год.

Содержание отчета:

1. Схемы рисунков 4.1, 4.2, 4.3.
2. Таблицы 4.1, 4.2, 4.3.
3. Свидетельство о поверке или справка о непригодности поверяемого осциллографа.

Контрольные вопросы:

1. Назначение и устройство калибратора осциллографов И1 –9.
2. Перечислите метрологические характеристики электронного осциллографа, подлежащие контролю при поверке.
3. Какие условия эксплуатации осциллографа считаются нормальными?
4. Как и для чего осуществляется калибровка осциллографа?
5. Как производится определение ширины линии луча осциллографа?
6. Как определяется погрешность коэффициентов отклонения канала вертикального отклонения?
7. Как определяется погрешность коэффициента развертки?
8. По каким критериям поверяемый осциллограф может быть забракован.

Список литературы:

1. ДСТУ 2708 –99. Поверка средств измерительной техники. – К.: Держстандарт України, 2000.
2. 085.024 ТО. Калибратор осциллографов импульсный. – М.: Машприборинторг, 1995.
3. И 22.044.044 ТО. Осциллограф универсальный С1-67. – М.: Машприборинторг, 1990.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ПОВЕРКА ЦИФРОВЫХ ЧАСТОТОМЕРОВ

Цель работы – изучение методики поверки цифрового частотомера с помощью образцового генератора сигналов ГЗ-110

Опыт 1. Изучение и подготовка к работе генератора сигналов ГЗ-110

Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110 представляет собой источник синусоидальных электрических колебаний с высокой точностью установки и стабильности частоты. Генератор предназначен для поверки и настройки узкополосных устройств для измерения частоты и обеспечивает следующие технические характеристики:

- частота выходного сигнала устанавливается в диапазоне от 0,01 до 1999999,99 Гц с дискретностью установки частоты 0,01 Гц с помощью 9-и декадного переключателя;

- основная относительная погрешность дискретной установки частоты не превышает $\pm 5 \times 10^{-7}$;

- относительная нестабильность частоты в дискретных точках не превышает $\pm 5 \times 10^{-9}$ за любые 15 мин и $\pm 3 \times 10^{-8}$ за 16 ч работы прибора при окружающей температуре, поддерживаемой с точностью ± 1 °С;

- дополнительная погрешность дискретной установки частоты, обусловленная изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С в диапазоне рабочих температур, не превышает $\pm 3 \times 10^{-8}$;

- в приборе обеспечиваются плавная перестройка частоты при включении одной из кнопок задающего генератора «ЧАСТОТА ПЛАВНО»;

- в приборе имеется аттенуатор и встроенный измеритель выходного напряжения ($U_{\text{вых}}$) на разъемах «ВЫХОД I» и «ВЫХОД II».

- основная погрешность установки выходного напряжения по измерителю, приведенная к конечному значению диапазона измерения, не превышает ± 6 %;

- максимальное значение тока в нагрузке, подключенной к гнезду Выход I – 20 мА.

Структурная схема прибора представлена на рисунке 5.2.

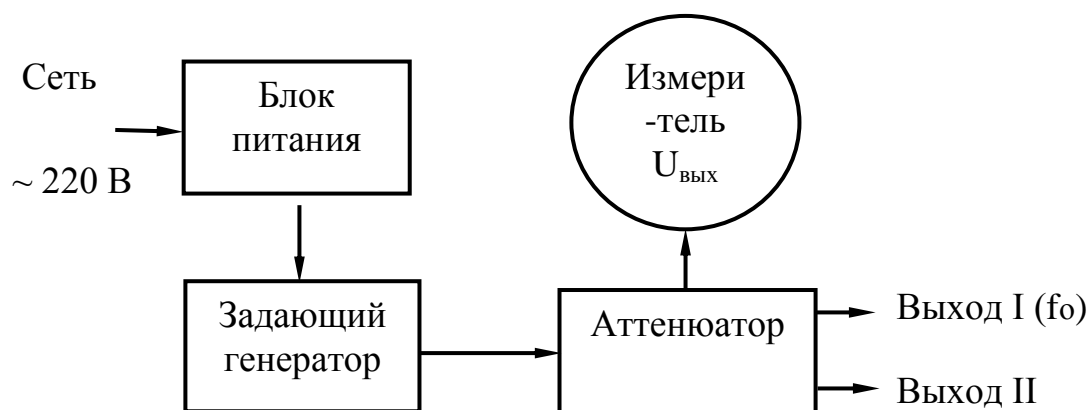


Рисунок 5.2 – Структурная схема генератора Г3-110

Генератор может эксплуатироваться в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- относительная влажность до 95 % при температуре окружающего воздуха 303 К (30 °С);
- атмосферное давление от 60 до 106 кПа (от 460 до 800 мм рт. ст.);
- напряжение питающей сети (220 ± 22) В, частотой (50 ± 0,5) Гц.

Опыт 2. Изучение поверяемого частотомера

В качестве поверяемого прибора выбран, разработанный на кафедре «Измерительно-информационная техника» НТУ «ХПИ», измеритель частоты промышленной сети ИЧПС-1, предназначенный для непрерывного измерения и индикации частоты электрической сети в диапазоне от 45 до 55 Гц .

Принцип действия прибора основан на измерении длительности нескольких периодов частоты путем подсчета за это время числа колебаний кварцевого генератора опорных импульсов. Частотомер имеет следующие технические характеристики:

- рабочий диапазон, 45 – 55 Гц;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности, $\pm 0,005$ Гц;
- количество разрядов цифрового индикатора (И) – 5;
- цена единицы наименьшего разряда индикатора, – 0,01/0,001 Гц;
- время установления рабочего режима, – 30 с;
- время цикла измерения одного параметра, – 1/3 с;
- параметры измерительного канала – « ~ 2 В», $2^{-0,2+1}$;
- питание от сети переменного тока – (220^{-33+22}) В, (50 ± 5) Гц.

Структурная схема прибора показана на рис. 5.1.

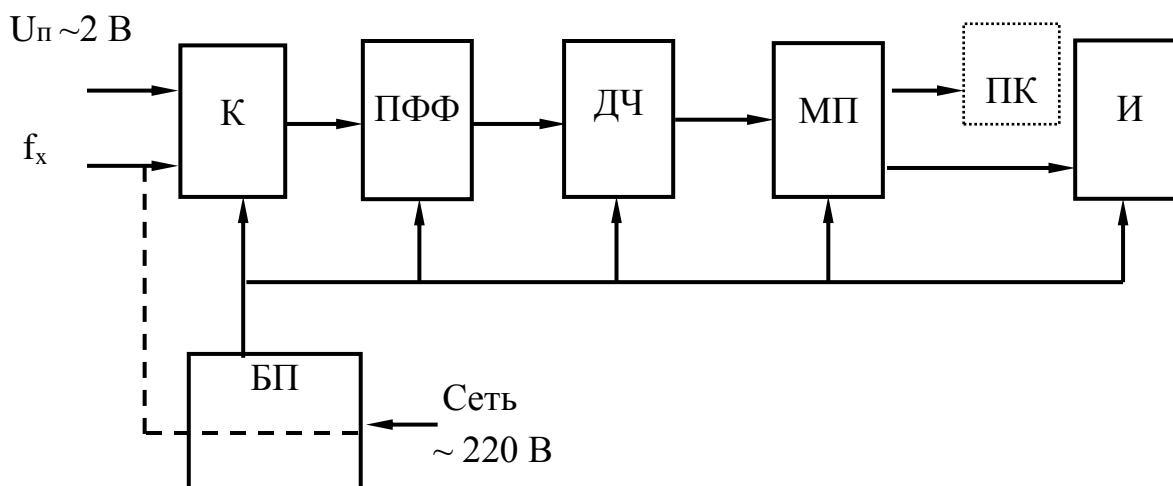


Рисунок 5.1 – Структурная схема ИЧПС -1

Входной сигнал f_x (частота электрической сети 220 В или поверочный сигнал 2 В) через коммутатор К поступает на полосовой фильтр-формирователь ПФФ, предназначенный для повышения точности измерения путем подавления высших гармоник измеряемого сигнала и формирования прямоугольных импульсов с периодом повторения пропорциональным периоду измеряемого сигнала.

Делитель частоты (ДЧ) увеличивает длительность периода измеряемого сигнала, что дает возможность проведения более точных измерений и снижает воздействие импульсных помех.

Микропроцессор (МП) производит вычисление частоты по измеренному значению временного интервала, вычисление среднего значения частоты, подготовку данных для индикатора, выполнение вспомогательных тестирующих функций.

Индикатор (И), обеспечивает отображение измеренных значений частоты.

Блок питания (БП), вырабатывает напряжения, необходимые для работы элементов прибора.

Результаты измерения могут быть переданы на персональный компьютер.

Опыт 3. Внешний осмотр поверяемого прибора и подготовка к поверке

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено отсутствие грубых механических повреждений наружных частей прибора: прочность крепления разъемов и переключателей; четкость надписей и обозначений на рабочих панелях.

**Если любое из перечисленных требований не соблюдается прибор бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Для проведения поверки ИЧПС-1 необходимо установить следующие нормальные условия эксплуатации и составить поверочную схему приведенную на рис. 5.3:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха 30–80 %;
- атмосферное давление $(100 \pm 6)\text{кПа}$.

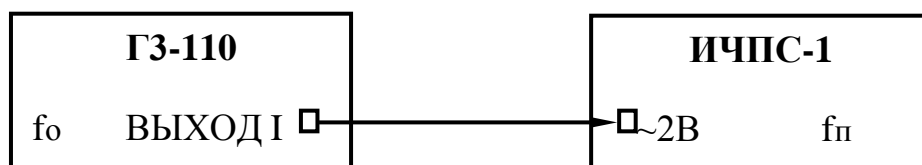


Рисунок 5.3 – Поверочная схема

Опыт 2. Опробование поверяемого прибора

2.1 Для опробования ИЧПС-1 и определения его основной погрешности используется вышеприведенная поверочная схема (см. рис. 5.3.).

При опробовании прибора необходимо выполнить следующие операции:

- подключить сигнальный кабель к ИЧПС-1 к разьему «2 В»;
- подключить сигнальный кабель к разьему «ВЫХОД I» генератора ГЗ-110;
- включить генератор ГЗ-110;
- установить по шкале генератора частоту 50 Гц и амплитуду выходного сигнала $(2 \pm 0,2)$ В;
- включить ИЧПС-1;
- пронаблюдать тест индикации (на ЦОУ отображаются символы 00000, затем «бегущие» числа от 1 до 9) и выбор измерительного сигнала (U-2 для поверочного сигнала напряжением 2 В);
- плавно изменяя частоту генератора в диапазоне от 45 до 55 Гц, убедиться, что в каждом из разрядов индикатора может быть включен любой из предусмотренных в нем символов. Убедиться, что при частоте сигнала меньше $(45 \pm 0,1)$ Гц на индикатор прибора выводится сообщение «---45», а при частоте большей, чем $(55 \pm 0,1)$ Гц – сообщение «55---»;
- установить частоту сигнала (50 ± 1) Гц и снижая выходное напряжение генератора образцовой частоты проверить срабатывание прибора (индикацию «F---0») при напряжении сигнала $(1,8 \pm 0,3)$ В.

**Если при опробовании не выполняется какая-либо из вышеперечисленных операций, то прибор бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.*

Опыт 3. Определение основной погрешности прибора

Основную абсолютную погрешность Δ_n поверяемого прибора определяют путем сличения его показаний $f_{n,i}$ со значениями выходных частот f_{oi} образцового генератора ГЗ-110 в точках 45, 49, 49.5, 49.9, 50, 50.1, 50.5, 51, 55 Гц. Опыты необходимо проделать десять раз в каждой точке в следующей последовательности:

3.1 Установить на шкале ГЗ-110 значение частоты $f_0 = 45$ Гц.

3.2 Отсчитать и занести в таблицу 5.1 десять значений показаний ($f_{п.1}-f_{п.10}$) ИЧПС-1 в точке 45 Гц при этом каждое значение отсчитывают в момент когда на табло высвечивается индикатор отделяющий целую часть результата от дробной.

3.3 Определить среднее арифметическое значение частоты $f_{п.ср}$ по формуле:

$$f_{п.ср} = (f_{п.1} + f_{п.2} + \dots + f_{п.10})/10.$$

3.4 Произвести расчет абсолютной погрешности поверяемого прибора в точке 45 Гц по формуле:

$$\Delta_{п} = f_{п.ср} - f_0, \text{ Гц.}$$

3.5 Аналогично, повторяя операции 3.1-3.4, определить и занести в табл. 5.1, измеренные и расчетные значения погрешностей ИЧПС-1 в остальных, указанных выше поверяемых точках.

Ни одно из полученных значений абсолютной погрешности не должно превышать значение предельной допускаемой погрешности поверяемого прибора, то есть должно соблюдаться условие:

$$|\Delta_{п}| \leq \Delta_{д}.$$

**Если это условие выполняется прибор считается прошедшим поверку, если нет, прибор бракуется и запрещается к применению.*

Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки должны быть оформлены выдачей свидетельства о поверке по форме приведенной в приложении 1. При отрицательных результатах поверки выдаётся справка о непригодности средства измерения с указанием причин (см. приложение 2).

Таблица 5.1 – Результаты расчета основной погрешности ИЧПС-1

Частота f_d , Гц	Показания ИЧПС-1 $f_{пi}$, Гц					Значения $f_{п.ср}$, Гц	Погрешность Δ , Гц
45							
49							
49,5							
49,9							
50							
50,1							
50,5							
51							
55							
Значение предельной допускаемой погрешности: $\Delta_d = \pm \dots$, Гц							

Содержание отчета:

1. Схемы рисунков 5.1, 5.2, 5.3.
2. Таблица 5.1.
3. Свидетельство о поверке или справка о непригодности поверяемого прибора.

Контрольные вопросы

1. Назначение и основные характеристики генератора ГЗ-110.
2. Назначение и основные характеристики измерителя ИЧПС-1.
3. Какие условия эксплуатации являются нормальными для поверки ИЧПС-1
4. Как и зачем производится внешний осмотр и опробование поверяемого прибора?
5. Как определяется основная погрешность ИЧПС-1?
6. По какому критерию определяются результаты поверки ИЧПС-1?
7. Чем отличаются нормальные условия при поверке прибора от рабочих?

Список литературы:

1. ДСТУ 2708 –99. Поверка средств измерительной техники. – К.: Держстандарт України, 2000.
2. Метрологія та вимірювальна техніка. За ред. Поліщука Є. Львів. Вид. "Бескід Біт", 2003. -543 с.
3. Жуйков В.Я., Бойко В.І., Зорі А.А., Співак В.М., Багрій В.В. Схемотехніка електронних систем. Т. 2. Цифрова схемотехніка. Київ. Аверс. 2002. -405 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Форма свидетельства о поверке
рабочего средства измерений

Государственный герб Украины
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ УКРАИНЫ
ПО ВОПРОСАМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И
ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ПОЛИТИКИ

наименование органа государственной метрологической службы

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной поверке средства измерений

№ _____

Действителен до _____

наименование средств измерений

Тип _____

Зав. № _____

Изготовлен (а) _____

предприятие–изготовитель и дата изготовления

Принадлежит _____

На основании результатов государственной поверки средство измерений признаётся годным и допускается к применению согласно

название документа, содержащего требования к метрологическим характеристикам

при необходимости, значения метрологических характеристик

(класс, погрешность, диапазоны измерения и др.)

Государственный поверитель _____

подпись

инициалы, фамилия

Руководитель подразделения _____

подпись

инициалы, фамилия

Место печати или оттиска

Государственного поверочного клейма

« ____ » _____ Г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Форма справки о непригодности средства измерений

Государственный герб Украины
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ УКРАИНЫ
ПО ВОПРОСАМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И
ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ПОЛИТИКИ

наименование органа государственной метрологической службы

СПРАВКА о непригодности средства измерений

№ _____

Действителен до _____

наименование средств измерений

Тип _____

Зав. № _____

Изготовлен (а)

предприятие–изготовитель и дата изготовления

Принадлежит

На основании результатов государственной поверки средство измерений
признать непригодным к применению.

Основания для признания средства измерений непригодным: _____

Руководитель подразделения _____

подпись

инициалы, фамилия

Государственный поверитель _____

подпись

инициалы, фамилия

Место печати или оттиска

Государственного поверочного клейма

«___» _____ г.

Навчальне видання

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу
«Актуальні проблеми метрологічного забезпечення»

для студентів спеціальності 7.091302
"Метрологія та вимірювальна техніка"
денної та заочної форми навчання

Російською мовою

Укладачі: ГУСЕЛЬНИКОВ Віктор Кузьміч
ТВЕРИТНИКОВА Олена Євгенівна
БЕЛКОВА Тетяна Борисівна
ЛИСЕНКО Володимир Валерійович

Відповідальний за випуск В.І. Дякін

Роботу до друку рекомендував О.І. Рогачов

В авторській редакції

План 2005 р., п /___

Підп. до друку .03.05. Формат 60×84 1/16. Папір офсет. Друк – ризографія. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 2,8. Обл. - вид. арк. 3. Тираж 200 прим. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №196 від 10.07.2000р.

Друкарня НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.