**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИИ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**Кафедра метрологии и стандартизации**

**РЕФЕРАТ**

**На тему:**

**«Порядок установки и корректировки МПИ эталонов. Поверка электронных аналоговых и цифровых вольтметров и амперметров»**

**Минск, 2008**

**Порядок установки и корректировки МПИ эталонов**

Этот порядок регламентируется ГОСТ 8.565-99.

Критерии установления МПИ

В качестве критериев для установления МПИ эталонов следует выбирать показатели метрологической надежности или стабильности эталонов. Вид критерия определяется способом поверки эталона.

При первом способе поверки, заключающемся в установлении действительных значений эталона или его градуировки, критерием является предел допускаемых значений доверительных границ нестабильности эталона за МПИ νР при заданной доверительной вероятности Р.

Причем, под νР понимается верхняя и нижняя границы интервала, в пределах которого может изменяться MX эталона за установленный интервал времени с доверительной вероятностью Р.

При втором способе поверки, заключающемся в определении пригодности к применению эталона по критерию стабильности (с забракованием экземпляров, изменение действительного значения или градуировочной характеристики которых за МПИ превышает установленный предел допустимой нестабильности) и последующем установлении его действительного значения или градуировке, критерием является предел допускаемых значений вероятности метрологической исправности эталона в момент поверки РМИ.

Причем, под метрологической исправностью эталона понимается соответствие действительных характеристик его погрешностей установленным нормам.

При третьем способе поверки, заключающемся в определении пригодности эталона к применению по критерию точности, (с забракованием экземпляров, действительные значения погрешностей которых превышают допустимые пределы) критерием также является РМИ.

Численные значения критериев следует устанавливать с учетом значений характеристик погрешностей эталонов, указанных в государственной поверочной схеме (ГПС) измерений данного вида.

Значение нестабильности vp для эталонов, поверяемых первым способом, должно устанавливаться с учетом других составляющих суммарной погрешности эталона так, чтобы СКО суммарной погрешности или доверительная погрешность эталона не превышали предела допускаемых значений, указанного в ГПС. Это означает выполнение следующих неравенств:

1) если в ГПС указывают S∑, то

, (1)



где S – СКО случайной погрешности эталона;

n − число независимых наблюдений.

2) если погрешность эталона нормируют в виде доверительной погрешности эталона δ, то

, (2)



где – суммарная погрешность;



– квантиль распределения суммарной погрешности.



и вычисляются по следующим формулам



, (3)



, (4)



где и S − доверительная граница погрешности аттестации эталона при его сличениях с вышестоящим по поверочной схеме эталоном и ее СКО соответственно;



t − квантиль распределения Стьюдента.

Значение вероятности Р, соответствующее доверительным границам нестабильности vp следует принимать равным значению, указанным в ГПС.

Значение РМИ эталонов, поверяемых вторым способом, рекомендуется принимать равным значению доверительной вероятности, указанной в ГПС.

Значение РМИ для эталонов, поверямых третьим способом, рекомендуется принимать равным 0,90÷0,95.

В обоснованных случаях для подчинённых эталонов допускается применять другие критерии установления межповерочных интервалов, такие как показатели надежности, экономический критерий оптимальности и некоторые другие комплексные показатели. Значения межповерочных интервалов следует выбирать в месяцах из следующего ряда: 1,2, ..., 10, 11, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36 и т.д. через шесть месяцев.

**Требования к исходной информации для установления МПИ Эталонов**

Исходной информацией для установления первоначального значения межповерочного интервала эталонов являются:

1) протоколы исследования эталонов на стабильность, устанавливающие доверительные границы показателей стабильности за заданный интервал и (или) проколы испытаний на надежность, устанавливающие значения показателей метрологической надежности;

2) расчеты межповерочных интервалов с учетом информации, указанной выше и режимов работы эталонов, представляемые организацией разработчиком;

3) данные о межповерочных интервалах эталонов-аналогов.

Исходной информацией для корректировки межповерочных интервалов в процессе эксплуатации эталонов являются:

1) результаты контрольных испытаний на надежность;

2) результаты периодических поверок.

**Порядок установления и корректировки МПИ эталонов**

Первый межповерочный интервал эталонов устанавливают при их утверждении или при проведении испытаний для целей утверждения типа. Этот интервал устанавливают органы ГМС. Если такая информация отсутствует или экспертиза признала ее неудовлетворительной, то временно устанавливают минимальный первый межповерочный интервал. Этот интервал указывают в НД на методику поверки эталона. В процессе эксплуатации эталона первичный межповерочный интервал может корректироваться с учетом режимов и условий их эксплуатации. Основанием для установления новых значений межповерочных интервалов являются результаты их предыдущих поверок и (или) материалы их исследования. Корректировку межповерочных интервалов осуществляют органы ГМС, осуществлявшие их поверку.

Новое значение межповерочного интервала должно быть согласовано с организацией хранителем эталона. В том случае, когда организация-хранитель эталона не согласна с предложением об изменении межповерочного интервала, результаты исследований передаются в государственные научные метрологические центры, которые проводят экспертизу и выносят окончательное решение.

**Поверка электронных аналоговых и цифровых вольтметров и амперметров**

Метрологические характеристики контролируемые при поверке

При поверке вольтметров и амперметров определяют следующие метрологические характеристики:

− диапазон и основную погрешность измерения постоянного напряжения или тока (для вольтметров или амперметров постоянного тока);

− диапазон и основную погрешность в нормальной и расширенной областях частот при измерении переменного напряжения или тока (для вольтметров или амперметров переменного тока);

− основную погрешность в нормальных и в рабочих областях временных параметров импульсов (для импульсных вольтметров).

**Методы, схемы и средства поверки**

Предпочтительным с точки зрения производительности измерений является метод прямых измерений поверяемым электронным вольтметром значений напряжения или тока (постоянного или переменного), воспроизводимых эталонной поверочной установкой или калибратором напряжения и (или) тока.

Схема соединений приборов при использовании этого метода представлена на рисунке 1.

# ПУ

# ПВ

Рисунок 1 − Структурная схема поверки вольтметров методом прямых измерений,

где ПУ – поверочная установка; ПВ – поверяемый вольтметр

При отсутствии поверочных установок соответствующего диапазона частот, форм сигнала и (или) уровней напряжения, а также при необходимости получения более высокой точности поверки, рекомендуется использовать метод непосредственного сличения показаний эталонного и поверяемого вольтметров, подключенных к источнику измеряемого напряжения параллельно или через эталонный делитель напряжения, как показано на рисунках 2 и 3.

## ИГ

### ПВ

#### ЭВ

Рисунок 2 − Структурная схема поверки вольтметров методом

непосредственного сличения, где ИГ – измерительный генератор; ЭВ – эталонный вольтметр

## ИГ

### ЭД

#### ПВ

### ЭВ

Рисунок 3 − Структурная схема поверки вольтметров методом

непосредственного сличения, где ЭД – эталонный делитель

Схема соединения средств измерений при методе непосредственного сличения для поверки высокочастотного электронного вольтметра приведена на рисунке 4.

1

3

5

6

7

8

9

2

4

Uд

Рисунок 4 − Поверка вольтметра методом непосредственного сличения

показаний образцового и поверяемого вольтметров,

где 1 – измерительный генератор; 2 и 4 – коаксиальные кабели; 3 – коаксиальный переключатель; 5 – фильтр; 6 – коаксиальный измерительный соединитель-тройник или образцовый делитель напряжения; 7 – поверяемый вольтметр; 8 – нагрузочный резистор; 9 – эталонный вольтметр

Применение в схеме фильтра объясняется необходимостью подавления в измеряемом напряжении высших гармонических составляющих. Коаксиальный переключатель необходим для отключения от входа вольтметров измеряемого напряжения без выключения генератора при выполнении операции «Установка нуля». В случае применения эталонного делителя напряжения его выходное сопротивление не должно превышать значения, определяемого из выражения:

, (5)



где Rвых – выходное сопротивление образцового делителя напряжения, Ом;

Rвх – входное сопротивление поверяемого вольтметра, Ом;

δдоп – предел допускаемой основной погрешности поверяемого вольтметра, %.

Если входное сопротивление поверяемого прибора имеет реактивную составляющую за счет входной емкости, то выходное сопротивление образцового делителя в Омах не должно превышать значения, определяемого из выражения:

, (6)



где f – частота, на которой производится измерение, Гц;

C – входная емкость поверяемого прибора, Ф.

При использовании эталонных поверочных установок или эталонных калибраторов напряжения, значение погрешности непосредственно отсчитывается по шкалам применяемых эталонных средств. Если же при поверке мы используем эталонные вольтметры, то погрешность определяется по формуле:

. (7)



В случае использования эталонных делителей напряжения, погрешность рассчитывается по формуле:

, (8)



где – коэффициент передачи эталонного делителя.



**Выбор поверяемых точек**

Для аналоговых вольтметров (амперметров) постоянного напряжения основную погрешность определяют на каждой числовой отметке шкалы основных пределов измерений поверяемого вольтметра. За основные принимаются пределы, нанесенные на шкалы отсчетного устройства вольтметра при множителе, равном единице.

На остальных пределах измерений основную погрешность определяют на конечных числовых отметках шкал, а также на отметках, на которых ранее были определены наибольшие положительная и отрицательная погрешности (или наибольшая и наименьшая погрешности, если все погрешности одного знака).

Для аналоговых вольтметров переменного напряжения вида В3 и В7 характерны многочисленность диапазонов и широкий диапазон частот с несколькими расширенными областями.

В соответствии с требованиями ГОСТ 8.118-85 при периодической поверке вольтметра переменного напряжения вначале требуется определить их погрешность при частоте градуировки на конечных числовых отметках всех поддиапазонов измерений и на всех числовых отметках основных поддиапазонов измерений, которых устанавливается обычно два.

Затем необходимо определить погрешность на конечных числовых отметках поддиапазонов измерений, где может быть обеспечено высокопроизводительное и высокоточное проведение измерений. Измерения проводят при значениях частот, соответствующих началу и концу всех областей (нормальной и расширенной). Погрешность вольтметров, имеющих несколько расширенных областей частот, определяют в каждой области при крайних значениях частот, на которых не определялась погрешность в смежной области с меньшим значением предела допускаемой погрешности.

Особенности поверки цифровых электронных вольтметров (амперметров) заключаются в дискретности отсчета измеряемого напряжения. Для цифровых вольтметров как основную погрешность, так и погрешность в рабочем диапазоне частот (временных интервалов – для импульсных вольтметров) рекомендуется определять в основном поддиапазоне измерений при его показаниях:



Погрешность на стальных поддипазонах измерений следует проверять при показаниях Х1 и Х5, а также при показаниях, на которых были получены наиболее близкие к пределу допускаемых значений положительные и отрицательные погрешности.

Для цифровых вольтметров постоянного тока измерения проводят при двух полярностях входного напряжения. При этом при отрицательной полярности основную погрешность определяют в трёх точках (начало, середина, конец) основного диапазона измерений и в одной точке (конец диапазона) на каждом из дополнительных диапазонов. Для цифровых вольтметров переменного тока измерения проводят на частотах fmin; 0,25(fmin + fmax); 0,5(fmin + fmax); 0,25(fmin + 3fmax); fmax основного диапазона, а для дополнительных диапазонов – в точках fmin и fmax.

**Особенности поверки импульсных вольтметров**

Погрешность вольтметра определяют в нормальной и рабочей областях временных параметров импульсов при наименьшем и наибольшем значениях временных параметров импульсов этих областей при значениях напряжения (0,9 − 1)Uпр для цифровых вольтметров и на значениях Uпр для аналоговых вольтметров всех поддиапазонов измерения. На каждом из этих значений напряжения измерения проводят при всех следующих сочетаниях временных параметров

(9)



где τ – длительность импульса;

F – частота повторения;

Q – скважность.

На основных диапазонах аналоговых вольтметров поверка выполняется на всех оцифрованных точках, а для цифровых вольтметров – на пяти точках основного диапазона (х1 − х5) при одном из сочетаний временных параметров нормальной области, указанных в (9).

Если какое-либо из рассчитанных значений параметров F, τ и Q выйдет за пределы данной нормальной (рабочей) области или в других обоснованных случаях, то данное сочетание заменяют на два следующим образом:

(10)



где F, τ и Q – любые значения параметров, не выходящие за пределы данной нормальной (рабочей) области.

Если одно из предельных значений временных параметров не указано в технической документации, то его определяют из следующих соотношений:

(11)



При поверке вольтметров и амперметров на постоянном токе используются калибраторы напряжения и тока или установки для поверки вольтметров, эталонные вольтметры соответствующих диапазонов, а также потенциометры.

При поверке вольтметров переменного тока используются калибраторы или установки переменного тока, калибраторы импульсного напряжения, а также эталонный вольтметр.

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Димов Ю.В. метрология, стандартизация и сертификация. Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006.

2 Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник/Ю.И. Борисов, А.С. Сигов и др.; Под ред. А.С. Сигова. – М. Форум:Инфра-М, 2005.

3 Руководство по выражению неопределенности измерения. – ВНИИМ, С-Пб.: 2005.