

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Чернышева А.С., Потапов Г.К. Лабораторная работа «Поверка электромеханических средств измерений» // V-я Всероссийская научно-практическая конференция «Особенности применения образовательных технологий в процессе обучения и воспитания», 01 – 10 декабря 2017 г. – 0,2 п. л. – URL: http://akademnova.ru/publications_on_the_results_of_the_conferences

СЕКЦИЯ: ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Чернышева А. С., Потапов Г. К.

Студенты педагогического института, сотрудники СКБ «Хронос»

ФГБУ ПО Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Научный руководитель: Шарыгин Л. Н.

профессор кафедры технологического и экономического образования

г. Владимир, Владимирская область

Российская Федерация

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«ПОВЕРКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ»

Предлагается лабораторная работа, предназначенная для практикума по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация». Работа прошла апробацию на кафедре технологического и экономического образования педагогического института ВлГУ. Для подготовки к занятиям и проведению эксперимента студенту выдаются развернутые методические указания. Здесь отметим основные положения этого документа.

Цель работы: Ознакомиться с основными параметрами надежности средств измерений, методами их выявления. Освоить практические навыки проведения поверки.

Оборудование:

1. Амперметр Д 566 ($k_{та} = 0,2$).
2. Амперметр Э 86 ($k_{та}=0,5$).
3. Реостат (15 Ом, 10 А).

Теоретическая часть

В этом разделе излагаются теоретические положения по теме исследований. Необходимость данного раздела обусловлена расписанием занятий. Часто оказывается, что студент должен приступить к выполнению лабораторной работы, но при этом в лекциях соответствующий материал не изложен. Отметим некоторые положения, которые войдут в методические указания.

Метрологические характеристики СИ могут изменяться в процессе эксплуатации. В дальнейшем будем говорить о измерениях погрешности $\Delta(t)$, подразумевая, что вместо нее может быть аналогичным образом рассмотрена любая другая МХ.

Следует отметить, что не все составляющие погрешности подвержены изменению во времени. Например, методические погрешности зависят только от используемой методики измерения. Среди инструментальных погрешностей есть много составляющих, практически не подверженных старению, например размер кванта в цифровых приборах и определяемая им погрешность квантования.

Изменение МХ средств измерений во времени обусловлено процессами старения в его узлах и элементах, вызванными взаимодействием с внешней

окружающей средой. Эти процессы протекают в основном на молекулярном уровне и не зависят от того, находится ли СИ в эксплуатации или хранится на консервации. Следовательно, основным фактором, определяющим старение СИ, является календарное время, прошедшее с момента их изготовления, т.е. возраст. Скорость старения зависит, прежде всего, от используемых материалов и технологий. Исследования показали, что необратимые процессы, изменяющие погрешность, протекают очень медленно и зафиксировать эти изменения в ходе эксперимента в большинстве случаев невозможно. В связи с этим большое значение приобретают различные математические методы, на основе которых строятся модели изменения погрешностей и производится прогнозирование метрологических отказов.

Задача, решаемая при определении метрологической надежности СИ, состоит в нахождении начальных изменений MX и построении математической модели, экстраполирующей полученные результаты на большой интервал времени. Поскольку изменение во времени — случайный процесс, то основным инструментом построения математических моделей является теория случайных процессов.

Изменение погрешности СИ во времени представляет собой нестационарный случайный процесс.

В общем виде модель погрешности $\Delta 0,95(t)$ может быть представлена в виде $\Delta 0,95(t) = \Delta 0 + F(t)$, где $\Delta 0$ — начальная погрешность СИ; $F(t)$ — случайная для совокупности СИ данного типа функция времени, обусловленная физико-химическими процессами постепенного износа и старения элементов и блоков. Получить точное выражение для функции $F(t)$ исходя из физических моделей процессов старения практически не

представляется возможным. Поэтому, основываясь на данных экспериментальных исследований изменения погрешностей во времени, функцию $F(t)$ аппроксимируют той или иной математической зависимостью.

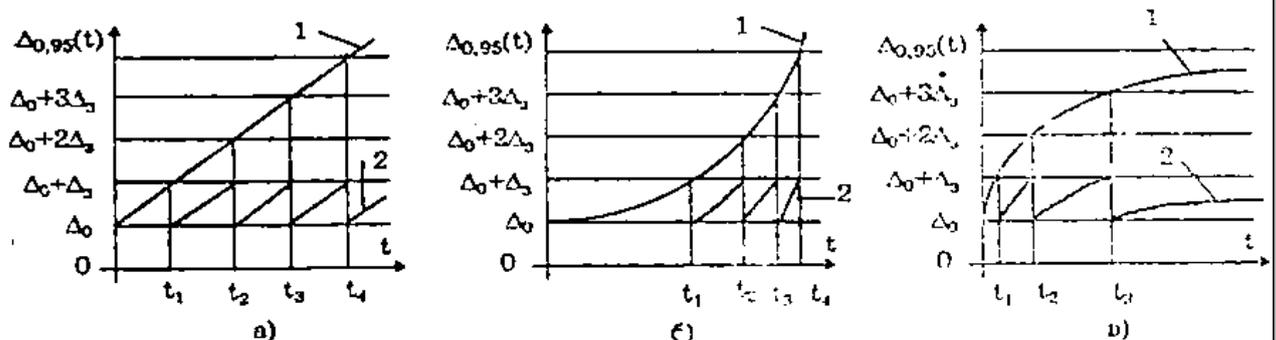
Простейшей моделью изменения погрешности является линейная:

$$\Delta_{0,95}(t) = \Delta_0 + vt, \quad (1)$$

где v — скорость изменения погрешности. Как показали проведенные исследования, данная модель удовлетворительно описывает старение СИ в возрасте от одного до пяти лет.

Рис.1. Линейный (а) и экспериментальный (б, в) законы изменения погрешности

Метрологические отказы возникают периодически. Механизм их периодичности иллюстрирует рис. 1а, где прямой линией 1 показано изменение 95%-ного квантиля при линейном законе. При метрологическом отказе погрешность $\Delta_{0,95}(t)$ превышает значение $\Delta_{пр} = \Delta_0 + \Delta_3$, где Δ_3 — значение запаса нормируемого предела погрешности, необходимого для обеспечения долговременной работоспособности СИ. При каждом таком отказе производится ремонт прибора и его погрешность возвращается к



исходному значению Δ_0 . По прошествии времени $T_p = t_i - t_{i-1}$ опять происходит отказ (моменты t_1, t_2, t_3 и т.д.), после которого, вновь

производится ремонт. Следовательно, процесс изменения погрешности СИ описывается ломаной линией 2 на рис. 1, а, которая может быть представлена уравнением

$$\Delta_{0,95}(t) = \Delta_0 + n\Delta_3, \quad (2)$$

где n — число отказов (или ремонтов) СИ.

Частота метрологических отказов увеличивается с ростом скорости v . Она столь же сильно зависит от запаса нормируемого значения погрешности Δ_3 по отношению к фактическому значению погрешности средства измерений Δ_0 на момент изготовления или окончания ремонта прибора. Практические возможности воздействия на скорость изменения v и запас погрешности Δ_3 совершенно различны. Скорость старения определяется существующей технологией производства. Запас погрешности для первого межремонтного интервала определяется решениями, принятыми производителем СИ, а для всех последующих межремонтных интервалов — уровнем культуры ремонтной службы пользователя.

В реальности для одних приборов межремонтные интервалы уменьшаются, для других — увеличиваются. Это может быть объяснено тем, что погрешность СИ с течением времени экспоненциально возрастает или убывает. При ускоряющемся возрастании погрешности (рис. 1, б) каждый последующий межремонтный интервал короче предыдущего, и частота метрологических отказов $\omega(t)$ с течением времени возрастает. При замедленном возрастании погрешности (рис. 1, в) каждый последующий межремонтный интервал длиннее предыдущего и частота метрологических отказов $\omega(t)$ с течением времени убывает вплоть до нуля.

Для рассмотренных случаев изменения погрешности во времени описываются на основе экспоненциальной модели. В ней частота метрологических отказов

$$\omega(t) = \omega_0 e^{at}$$

(3)

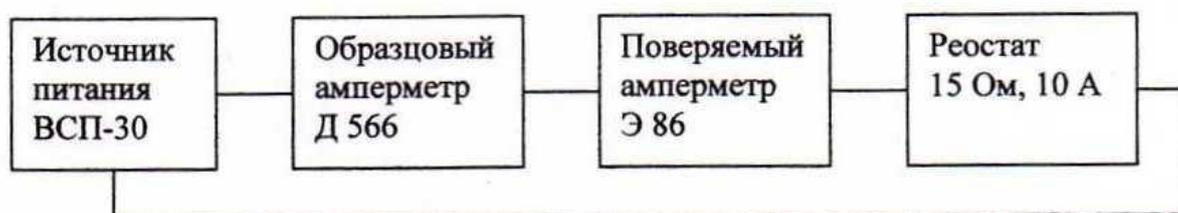
где ω_0 — частота метрологических отказов на момент изготовления средства измерений (т.е. при $t = 0$), год⁻¹; a — положительное или отрицательное ускорение процесса метрологического старения, год⁻¹.

Число отказов $n(t)$ определяется через частоту отказов $\omega(t)$ и при её экспоненциальном изменении согласно формуле (3), рассчитывается как

$$n(t) = \int \omega(t) dt = \int \omega_0 e^{at} dt = \omega_0/a(e^{at} - 1).$$

Порядок выполнения работы

1. Собрать поверочную схему, соблюдая полярность



2. Установить:

- диапазон измерения Д 566;
- диапазон измерения Э86;
- нулевое положение стрелок, пользуясь корректорами.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

3. Выполнить эксперимент. Предварительно установить ручки регулирования выходного напряжения ВСП-30 ГРУБО и ПЛАВНО в крайнее левое положение.

Включить источник питания ВСП-30. Плавно регулируя выходное напряжение последовательно устанавливать стрелку поверяемого амперметра Э 86 на каждое оцифрованное деление. Результат измерений внести в таблицу.

Таблица

№ п/п	Измерено		Вычислено		
	1,А Э86 X _i	1,А Д566 Q _i	Абсолютная погрешность (X _i - Q _i)	Относительная погрешность σ_{xi}	Допустимая относительная погрешность
1.	0,3				
2.	0,4				
3.	0,6				
4.	0,8				
5.	1				
6.	1,2				

4. Вычислить допустимую относительную погрешность измерения поверяемого амперметра, зная класс точности амперметра Э 86

$$k_{ТА} = 0,5.$$

Допустимая относительная погрешность измерения в произвольной точке X_i шкалы должна быть не более

$$\sigma_{X_k} = \frac{\Delta X_k}{X_i},$$

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

где ΔX - абсолютная погрешность, находится по k_{TA}

$$\Delta X_k = X * k_{TA}/100,$$

где $X = 1,2$ А - верхнее значение диапазона измерения.

5. Вычислить фактическую абсолютную погрешность измерения поверяемым амперметром

$$\Delta = X_i - Q_i,$$

где Q_i - истинное значение тока (показания образцового амперметра).

6. Вычислить относительную погрешность измерения поверяемым амперметром

$$\sigma_{xi} = \frac{\Delta}{X_i}.$$

7. Сформулировать вывод о пригодности поверяемого амперметра для дальнейшей эксплуатации.

Форма отчета

Отчет должен содержать:

1. Поверочную схему.
2. Результаты измерений и вычислений по п. 3 - 6 порядка выполнения работы.
3. Ответы на контрольные вопросы (по указанию преподавателя).

Контрольные вопросы:

1. Что такое поверочная схема и для чего она предназначена? Какие существуют виды поверочных схем?
2. Что такое поверка средств измерений и какими способами она может проводиться?

3. Назовите нормативные документы, в которых рассматриваются вопросы выбора межповерочных интервалов.
4. Сформулируйте определение метрологической исправности средства измерений.
5. Что такое отказ? Чем отличается метрологический отказ от неметрологического?
6. Чем вызвано изменение во времени метрологических характеристик средств измерений? Каким образом могут быть математически описаны эти изменения?
7. Что называется межповерочным интервалом?
8. Какие способы выбора межповерочных интервалов существуют?
9. Что такое метрологическая надежность средств измерений?
10. Сформулируйте определение единицы физической величины. Приведите примеры единицы физических величин, относящихся к дисциплине «Электрорадиоизмерения».
11. Дайте определения системы физических величин и системы единиц физических величин. Приведите примеры основных и производных физических величин и единиц.
12. Что такое класс точности прибора?
13. Назовите основные показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости средств измерений.
14. Что такое линейная модель изменения погрешности во времени?
15. Что такое экспоненциальная модель изменения погрешности во времени?
16. Сформулируйте определения стабильности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости средств измерений.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Список использованной литературы:

1. Сергеев, А. Г. Метрология: Учеб. пособие для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Крохин – М.: Логос, 2000. – 408 с.

2. Аристов, А. И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / А. И. Аристов, Л. И. Карпов, В. М. Приходько, Т.М. Раковщик, - 3-е изд. перераб. – М.: издательский центр «Академия», 2008. – 384 с.

Опубликовано: 07.12.2017 г.

© Академия педагогических идей «Новация», 2017

© Чернышева А.С., Потапов Г.К., 2017