

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И  
ПОВЕРКА АМПЕРМЕТРА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ  
СИСТЕМОЙ**

Издательство  
Томского политехнического университета  
2014

УДК 006 (076.6)  
ББК30.10я73  
А927

**Атрошенко Ю.К.**

Исследование метрологических характеристик и поверка амперметра с электромагнитной системой. Методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 12 с.

В пособии приведены сведения о амперметрах с электромагнитной системой, показан ход выполнения лабораторной работы. Лабораторная работа содержит индивидуальные варианты заданий. Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлениям 140400 (13.03.02) «Электроэнергетика и электротехника».

**УДК 006 (076.6)**  
**ББК30.10я73**

*Рецензенты*

Доктор технических наук, профессор ТГАСУ

*Мамонтов Г.Я.*

Доцент ФГОУ ДПО «Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная)»

*Волошенко А.В.*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014  
© Атрошенко Ю.К., Кравченко Е.В.  
© Обложка. Издательство Томского политехнического университета, 2014

## Введение

Цель работы заключается в изучении принципа действия вольтметра с электромагнитной системой, символьных обозначений электроизмерительных приборов, освоении методики проведения поверки вольтметра.

Задачами лабораторной работы являются:

- изучение основных символьных обозначений, наносимых на электроизмерительные приборы;
- изучение принципа действия вольтметра с электромагнитной системой;
- проведение поверки вольтметра.

### Принцип действия амперметра

Конструкция электромагнитного амперметра включает в себя неподвижную катушку и подвижную пластину, изготовленную из магнитомягкого материала, укрепленную на оси. Ток, протекая по катушке, возбуждает магнитное поле, которое намагничивает ферромагнитную пластину, вследствие чего она втягивается внутрь катушки. При этом возникает вращающий момент  $M_{вр}$ , который воздействует на подвижную часть прибора, при чем, момент  $M_{вр}$  пропорционален квадрату измеряемого тока. Под действием вращающего момента подвижная часть прибора перемещается, пока он не уравнивается создаваемым с помощью спиральных пружин или растяжек при их закручивании противодействующим моментом  $M_{пр}$ . Величина противодействующего момента пропорциональна углу поворота подвижной части  $\alpha$ :

$$M_{пр} = k \cdot \alpha, \quad (1)$$

где  $k$  – удельный противодействующий момент пружины или растяжки.

Таким образом в установившемся состоянии вращающий и противодействующие моменты будут равны:

$$M_{пр} = M_{вр}. \quad (2)$$

Устройство подвижной части измерительного механизма показано на рис. 1. Противодействующий момент создается спиральными пружинами 5 и 6. При этом пружина 6 одним концом крепится к поводку корректора 4, а другим – к оси 2. Корректор, состоящий из винта 9 с эксцентрично расположенным пальцем 8, вилки 7 с поводком 4 предназначен для установления стрелки прибора на нуль в выключенном состоянии. Для уравнивания подвижной части служат грузики-

противовесы 10. Ось 2 заканчивается кернами, опирающимися на подпятники 1. Стрелка 3 жестко закреплена с осью.

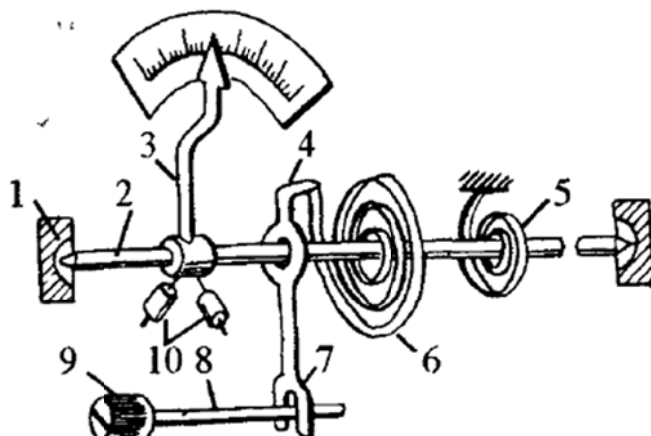


Рис. 1. Устройство подвижной части амперметра:  
1 – подпятники; 2 – ось; 3 – стрелка; 4 – поводок корректора; 5, 6 – спиральные пружины; 7 – вилка; 8 – палец; 9 – винт; 10 – противовесы

Электромагнитные амперметры применяют для измерения в цепях постоянного и переменного тока. Недостатками этих приборов является невысокая точность, большое собственное потребление энергии, ограниченный частотный диапазон, чувствительность к внешним магнитным полям.

### Порядок выполнения работы

Для экспериментального определения метрологических характеристик электромагнитного амперметра необходимо собрать схему, приведенную на рис. 1.6.

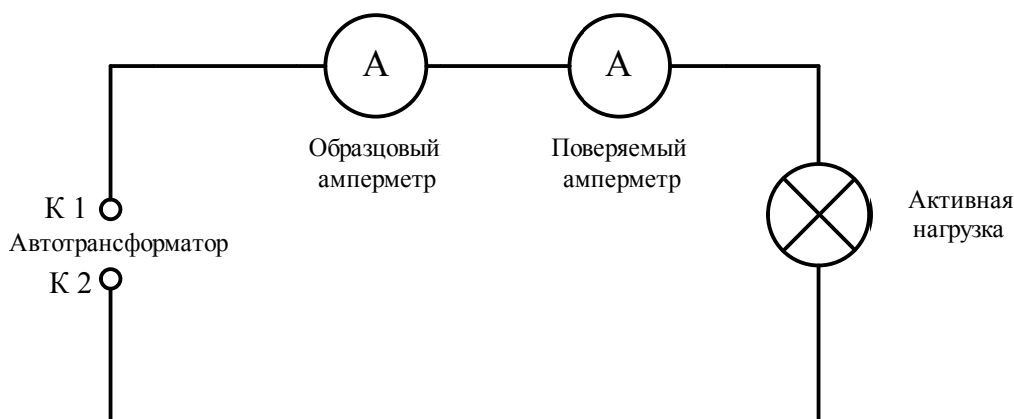
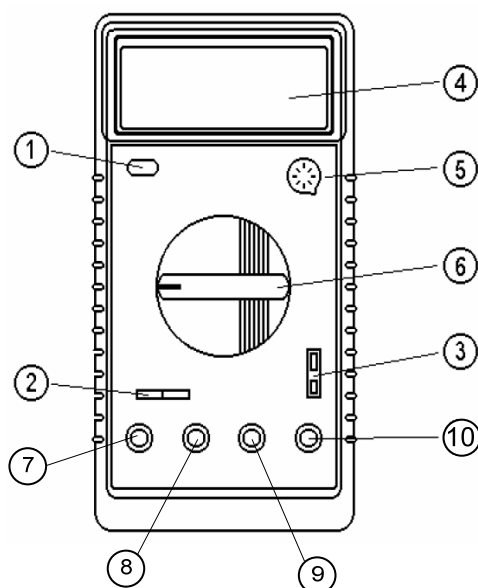


Рис. 2. Схема экспериментальной цепи



*Рис. 3. Схема лицевой панели цифрового мультиметра Mastech MY64:  
 1 – кнопка включения питания; 2 – гнездо для измерения подключения электрических конденсаторов; 3 – гнездо для измерения температуры; 4 – ЖК дисплей; 5 – гнездо подключения транзисторов; 6 – переключатель функций; 7 – гнездо для подключения щупа при измерении силы тока до 10 А; 8 – гнездо для подключения щупа при измерении силы тока до 200 мА; 9 – гнездо COM; 10 – гнездо для подключения щупа при измерении напряжения, частоты, сопротивления*

Порядок сборки схемы экспериментальной цепи:

**Внимание! Все коммутации осуществлять при выключенном электропитании лабораторной установки с помощью сетевых автоматов АВ1 и АВ2 блока питания.**

1. Повернуть регулятор Автотрансформатора против часовой стрелки до упора (установить указатель на отметку 0 В).
2. Установить переключатель режима работы мультиметра в положение измерения переменного тока, предел измерения 200 мА.
3. Соединить проводником контакт К1 выхода автотрансформатора с гнездом 8 мультиметра (рис. 3).
4. Соединить проводником гнездо 10 мультиметра (рис. 3) с измерительным контактом К1.1 поверяемого амперметра панели «Приборы магнитоэлектрические».
5. Соединить проводником измерительный контакт К2.1 выхода поверяемого амперметра панели «Приборы магнитоэлектрические» с контактом К1.1 активной нагрузки панели «Блок нагрузок».
6. Соединить проводником контакт К2.1 активной нагрузки панели «Блок нагрузок» с общим контактом К2 Автотрансформатора.

7. Включить электропитание лабораторной установки (установить переключатели сетевых автоматов АВ1 и АВ2 вверх), мультиметр.
8. Устанавливая с помощью Автотрансформатора напряжение, соответствующее поверяемым отметкам шкалы, зафиксировать показания эталонного амперметра (мультиметра) и занести их в протокол поверки прибора.

Форма протокола приведена в Приложении 1.

Отсчет производится в сторону увеличения показаний прибора (прямой ход), затем в сторону уменьшения показаний (обратный ход).

Таблица 1

*Варианты индивидуальных заданий*

№ вар.	Поверяемые отметки шкалы, мА						
	1	20	30	40	50	60	70
2	26	36	46	56	66	76	86
3	22	32	42	52	62	72	82
4	24	34	44	54	64	74	84
5	28	38	48	58	68	78	88
6	35	45	55	65	75	85	95
7	21	31	41	51	61	71	81
8	23	33	43	53	63	73	83
9	39	49	59	69	79	89	99
10	27	37	47	57	67	77	87

**Порядок обработки экспериментальных данных**

1. Абсолютная погрешность для прямого и обратного хода соответственно вычисляется по формулам:

$$\begin{aligned} \Delta_{nx} &= I_{nx} - I_{nn}, \\ \Delta_{ox} &= I_{ox} - I_{nn}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $I_{nx}$  – отсчет по рабочему эталону при увеличении показаний прибора (прямой ход);  $I_{ox}$  – отсчет по рабочему эталону при уменьшении показаний прибора (обратный ход);  $I_{nn}$  – значение напряжения, соответствующее отметке шкалы.

2. Вариация прибора вычисляется по формуле:

$$V = I_{nx} - I_{ox}. \quad (4)$$

3. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности определяется по формуле:

$$\Delta_{доп} = \frac{\gamma \cdot (I_{en} - I_{nn})}{100}, \quad (5)$$

где  $\gamma$  – предел допускаемой основной приведенной погрешности,  $I_{\text{ни}}$  – нижний предел измерения поверяемого амперметра;  $I_{\text{вн}}$  – верхний предел измерения поверяемого амперметра.

4. Предел допускаемой вариации прибора численно равен пределу допускаемой основной абсолютной погрешности:

$$V_{\text{доп}} = \Delta_{\text{доп}}. \quad (6)$$

В одной системе координат построить графики зависимостей абсолютной погрешности прямого и обратного ходов от значения измеряемой величины. По характеру зависимостей определить тип погрешности.

В одной системе координат построить графики зависимостей значений тока, полученных с помощью рабочего эталона при прямом и обратном ходах, от значений тока, соответствующих отметкам шкалы поверяемого амперметра, графически показать вариацию прибора в произвольной точке.

Сравнить максимальные и допускаемые значения абсолютной погрешности и вариации прибора. Сделать вывод о метрологической годности прибора.

### Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) описание конструкции и принципа работы амперметра с электромагнитной системой;
- 2) расчетные данные;
- 3) графическое представление определяемых зависимостей;
- 4) ответы на контрольные вопросы.
- 5) протокол поверки (на отдельном листе).

### Контрольные вопросы

1. Чему равен класс точности поверяемого прибора? Какую погрешность он характеризует?
2. Почему шкала прибора неравномерна в области значений, близких к верхнему и нижнему пределу измерений?
3. Как и почему включаются поверяемый и образцовый амперметры в поверочной схеме?

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## ПРОТОКОЛ

Поверки вольтметра типа \_\_\_\_\_. Класс точности прибора \_\_\_\_\_.  
Предел измерения прибора \_\_\_\_\_. Отсчет проводился по рабочему эталону типа \_\_\_\_\_ с пределом измерения \_\_\_\_\_.

Отметки шкалы, В	Отсчет по рабочему эталону, В		Абсолютная погрешность, В		Вариация прибора
	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	

Допускаемая абсолютная погрешность прибора \_\_\_\_\_ В.

Максимальная абсолютная погрешность прибора \_\_\_\_\_ В.

Допускаемая вариация прибора \_\_\_\_\_ В.

Максимальная вариация прибора \_\_\_\_\_ В.

Вывод: \_\_\_\_\_.



Учебное издание

АТРОШЕНКО Юлиана Константиновна  
КРАВЧЕНКО Евгений Владимирович

Подписано к печати 12.11.2013. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.  
Заказ . Тираж 5 экз.


Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru