

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

Институт микроприборов и систем управления им. Л.Н. Преснухина

Отчет по лабораторной работе № 2

Поверка вольтметров

(название лабораторной работы)

Метрология и электрорадиоизмерения

(название дисциплины)

Выполнили студенты группы ИВТ-32

Голев Андрей Дмитриевич

(подпись)

(Ф.И.О.)

Жигалов Даниил Владиславович

(подпись)

(Ф.И.О.)

Лазарева Мария Викторовна

(подпись)

(Ф.И.О.)

Проверил преподаватель

Калеев Дмитрий Вячеславович

(подпись)

(Ф.И.О.)

Москва, Зеленоград, 2023 г.

## Оглавление

1. Теоретические сведения .....	3
2. Выполнение работы .....	4
2.1. Поверка вольтметра на постоянном токе .....	4
2.2. Поверка вольтметра на переменном токе.....	5
2.3. Определение дополнительной погрешности от изменения частоты измеряемого напряжения .....	6
3. Выводы .....	7
Приложение А. Протоколы измерений.....	8

**Цель работы:** проведение проверки вольтметра на постоянном и переменном токах.

**Используемое оборудование:** проверяемый вольтметр В7-36, образцовый вольтметр NI PXI-4065, генератор сигналов специальной формы NI PXI-5402, рабочая станция NI ELVIS.

## 1. Теоретические сведения

**Поверка (средств измерений)** – установление официально уполномоченным органом пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.

**Поверочная схема** – иерархическая структура, устанавливающая соподчинение эталонов, участвующих в передаче единицы или шкалы измерений от исходного эталона, средствам измерений.

**Метод непосредственного сличения** – одновременное измерение одной и той же величины поверяемым и образцовым прибором.

**Вольтметр** – измерительный прибор, предназначенный для прямых измерений напряжения постоянного и переменного тока по методу непосредственной оценки.

**Шкала средства измерений** – часть средства измерений, представляющая собой упорядоченный набор меток вместе со значениями соответствующей величины.

**Цена деления** – разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений.

**Вариация показаний** – разность показаний измерительного прибора в одной и той же точке диапазона измерений при плавном подходе к этой точке со стороны меньших и больших значений измеряемой величины.

## 2. Выполнение работы

### 2.1. Поверка вольтметра на постоянном токе

2.1.1. По результатам измерений (Таблица А.2) для каждой отметки шкалы определим основную абсолютную погрешность вольтметра (Таблица А.1) по формуле

$$\Delta U = U_x - U_{\text{обр}}, \quad (1)$$

где  $U_x$  - показания поверяемого вольтметра,  $U_{\text{обр}}$  - показания образцового вольтметра.

2.1.2. Определим вариацию показаний аналогового вольтметра В7-36 по формуле

$$b = \frac{|U_{\text{ув}} - U_{\text{ум}}|}{U_k} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $U_{\text{ув}}$  и  $U_{\text{ум}}$  – показания образцового вольтметра при увеличении и уменьшении величины, соответствующие одному и тому же показанию поверяемого вольтметра,

$U_k$  – нормирующее значение, равное максимальному значению выбранного диапазона измерений.

2.1.3. По результатам поверки построим график зависимости абсолютной погрешности от показаний поверяемого прибора

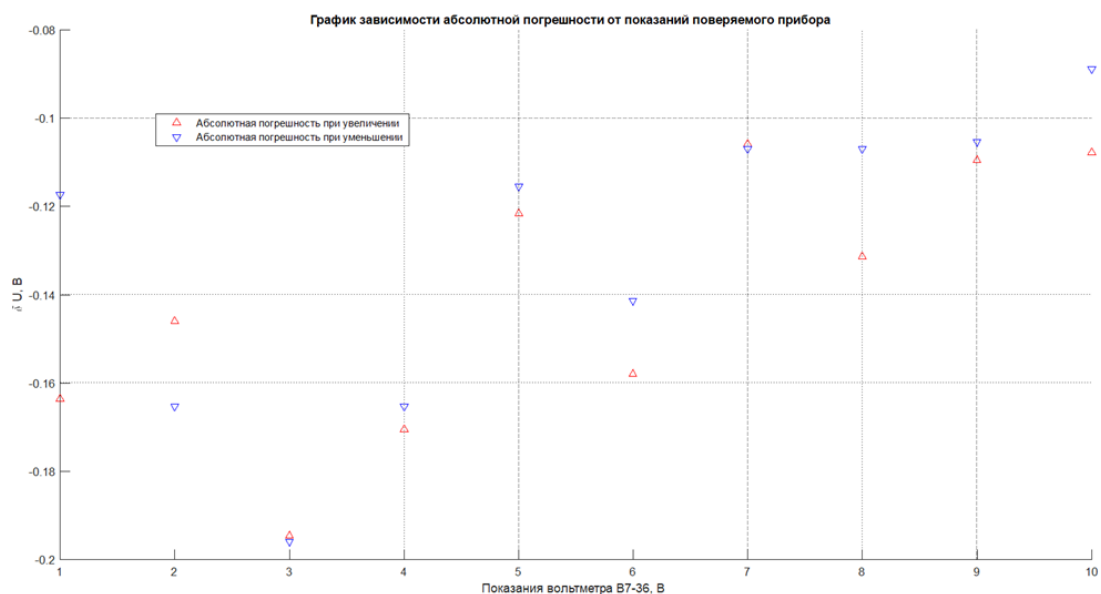


Рисунок 1. – График зависимости абсолютной погрешности от показаний поверяемого прибора при постоянном токе

2.1.4. Определим максимальное значение основной приведенной погрешности для аналогового вольтметра по формуле

$$\gamma = \frac{\Delta U_{max}}{U_k} \cdot 100\%, \quad (3)$$

при том, что  $\Delta U_{max} = 0,19595 \text{ В}$  – максимальное по модулю значение абсолютной погрешности для поверенных отметок шкалы.

$$\gamma = \frac{0,19595}{10} \cdot 100\% = 1,9595 \text{ \%}.$$

## 2.2. Поверка вольтметра на переменном токе

2.2.1. По результатам измерений (Таблица А.3) определим основную абсолютную погрешность вольтметра и вариацию показаний аналогового прибора по формулам (1) и (2) соответственно.

2.2.2. По результатам поверки построим график зависимости абсолютной погрешности от показаний поверяемого прибора

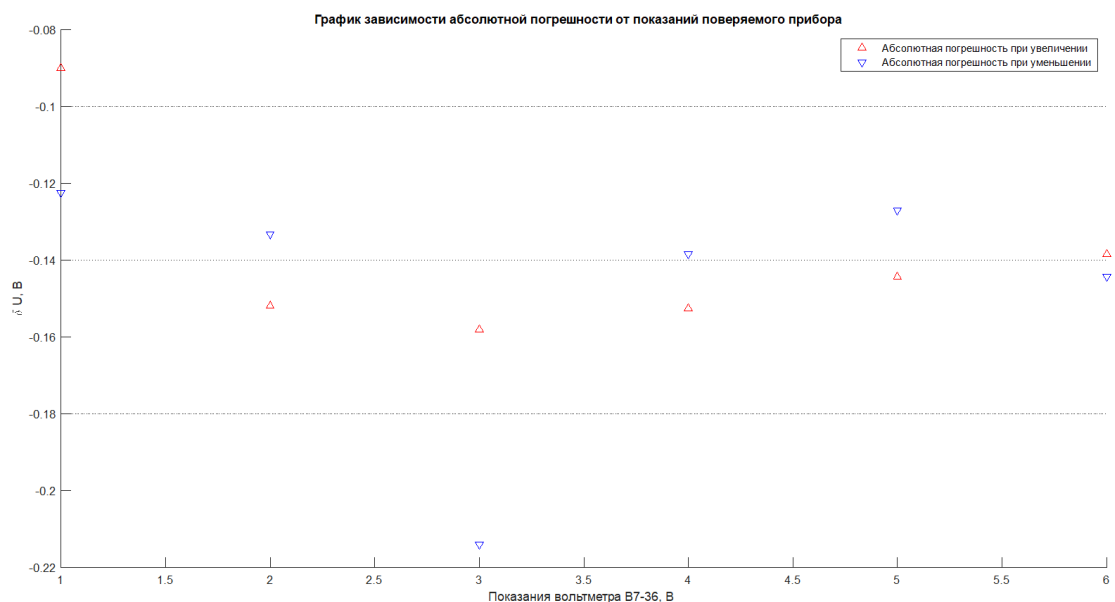


Рисунок 2. – График зависимости абсолютной погрешности от показаний поверяемого прибора при переменном токе

2.2.3. Определим максимальное значение основной приведенной погрешности для аналогового вольтметра по формуле (3) при  $\Delta U_{max} = 0,21400 \text{ В}$

$$\gamma = \frac{0,21400}{10} \cdot 100\% = 2,14\%$$

## 2.3. Определение дополнительной погрешности от изменения частоты измеряемого напряжения

2.3.1. Вычислим среднее значение показаний образцового аналогового вольтметра (Таблица А.4) по формуле

$$U_{cp} = \frac{U_{ув} + U_{ум}}{2},$$

2.3.2. Дополнительную приведенную погрешность от изменения частоты для поверяемых точек шкалы  $0,9f_{ном min}$  и  $1,1f_{ном max}$  аналогового вольтметра рассчитываем по формуле

$$\gamma_f = \frac{U_{cp.f} - U_{cp.н}}{U_k} \cdot 100\%,$$

где  $U_{cp.н}$  – среднее значение показаний образцового вольтметра при номинальном значении частоты  $f_{ном}$ ,

$U_{cp.f}$  – среднее значение показаний образцового вольтметра при отклонении частоты от номинального значения.

### **3. Выводы**

Вольтметр в порядке, очередное подтверждение того, что всё советское – на века!

## Приложение А. Протоколы измерений

*Таблица А.1. – Параметры поверки вольтметров*

Наименование образцового СИ	NI PXI-4065
Предел измерений образцового СИ $D_U$ , В	10
Входное сопротивление образцового СИ, МОм	10
Наименование поверяемого СИ	B7-36
Предел измерения поверяемого СИ, В	10
Входное сопротивление поверяемого СИ, МОм	10

*Таблица А.2. – Протокол измерения на постоянном токе для аналоговых вольтметров*

Показания проверяемого вольтметра $U_x$ , В	Показания образцового вольтметра		Абсолютная погрешность		Вариация показаний b, %
	При увеличении $U_x$ , В	При уменьшении $U_x$ , В	При увеличении $U_x$ , В	При уменьшении $U_x$ , В	
1	1,16360	1,11735	-0,16360	-0,11735	0,4625
2	2,14600	2,16536	-0,14600	-0,16536	0,1936
3	3,19452	3,19595	-0,19452	-0,19595	0,0143
4	4,17051	4,16523	-0,17051	-0,16523	0,0528
5	5,12167	5,11550	-0,12167	-0,11550	0,0617
6	6,15792	6,14137	-0,15792	-0,14137	0,1655
7	7,10595	7,10692	-0,10595	-0,10692	0,0097
8	8,13139	8,10693	-0,13139	-0,10693	0,2446
9	9,10957	9,10532	-0,10957	-0,10532	0,0425
10	10,10772	10,08888	-0,10772	-0,08888	0,1884



Таблица А.3. – Протокол измерения на переменном токе для аналоговых вольтметров

Показания проверяемого вольтметра $U_x, В$	Показания образцового вольтметра		Абсолютная погрешность		Вариация показаний $b, \%$
	При увеличении $U_x, В$	При уменьшении $U_x, В$	При увеличении $U_x, В$	При уменьшении $U_x, В$	
1	1,08999	1,12240	-0,08999	-0,12240	0,3241
2	2,15188	2,13321	-0,15188	-0,13321	0,1867
3	3,15806	3,21400	-0,15806	-0,21400	0,5594
4	4,15265	4,13838	-0,15265	-0,13838	0,1427
5	5,14434	5,12700	-0,14434	-0,12700	0,1734
6	6,13845	6,14432	-0,13845	-0,14432	0,0587

Таблица А.4. – Протокол измерения для оценки дополнительной частотной погрешности аналогового вольтметра

Частота $f$ , Гц	Показания проверяемого вольтметра $U_x, В$	Показания образцового вольтметра		Среднее значение показаний образцового вольтметра $U_{ср}, В$	Дополнительная частотная погрешность $\gamma_f$ , %
		при увеличении $U_{ув}, В$	при уменьшении $U_{ум}, В$		
$f_{ном}$	$0,3 \cdot U_K$	3,16166	3,18435	3,173005	-
	$0,6 \cdot U_K$	6,14713	6,15581	6,151470	-
$0,9f_{ном min}$	$0,3 \cdot U_K$	3,15898	3,17900	3,168990	-0,04015
	$0,6 \cdot U_K$	6,13591	6,19864	6,167275	0,15805
$1,1f_{ном max}$	$0,3 \cdot U_K$	3,06283	3,05864	3,060735	-1,12270
	$0,6 \cdot U_K$	6,01454	6,01421	6,014375	-1,37095