

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра «Информационные системы»**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**  
**по дисциплине «Метрология»**  
**ТЕМА: «ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ»**

Студент гр. 8363

\_\_\_\_\_

Соболевская А. А.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Акользин А. И.

Санкт-Петербург

2020

Цель работы – изучение методов экспериментального определения метрологических характеристик цифровых приборов, а также их применения для измерения физических величин и оценка погрешностей результатов измерений.

Задание для лабораторной работы:

1. Ознакомиться с инструкцией по применению исследуемого цифрового измерительного прибора (ЦИП).
2. Определить шаг квантования (квант) исследуемого ЦИП в режиме омметра для различных (по указанию преподавателя) пределов измерения.
3. Экспериментально определить следующие метрологические характеристики цифрового измерительного прибора в режиме омметра:
  - статическую характеристику преобразования; построить график зависимости показания  $R_{п}$  прибора от значений  $R$  измеряемых сопротивлений  $R_{п} = F(R)$ ;
  - погрешности квантования для начального участка статической характеристики преобразования; построить график погрешности квантования;
  - инструментальную погрешность по всему диапазону измерений для выбранного предела измерений; построить график инструментальной погрешности, определить аддитивную и мультипликативные составляющие инструментальной погрешности.
4. Измерить сопротивления ряда резисторов и оценить основную погрешность результатов измерения.

## Обработка результатов

### 1. Статическая характеристика преобразования

Номер измерения	$R_{\Pi}$ , кОм	$R$ , кОм	$\Delta R$ , кОм
1	0.01	0.01300	-0.00300
2	0.02	0.02444	-0.00444
3	0.03	0.03450	-0.00450
4	0.04	0.04425	-0.00425
5	0.05	0.05458	-0.00458
6	0.05	0.05470	-0.00470
7	0.04	0.04437	-0.00437
8	0.03	0.03536	-0.00536
9	0.02	0.02468	-0.00468
10	0.01	0.01383	-0.00383

$$\Delta R = R_{\Pi} - R$$

График зависимости показания  $R_n$  прибора от значений  $R$  измеряемых сопротивлений  $R_n = F(R)$ ;

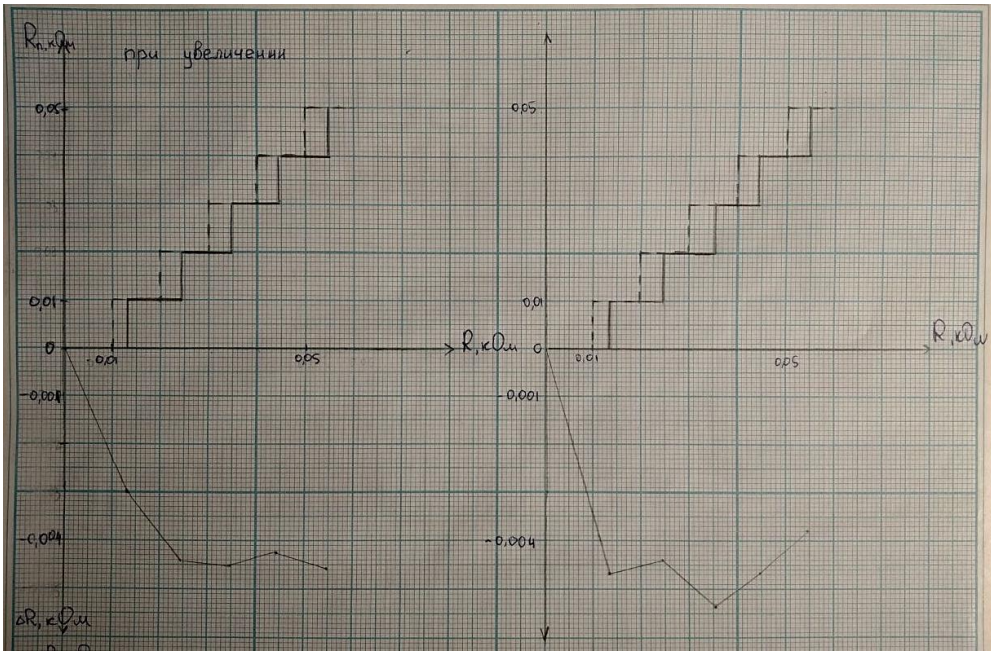
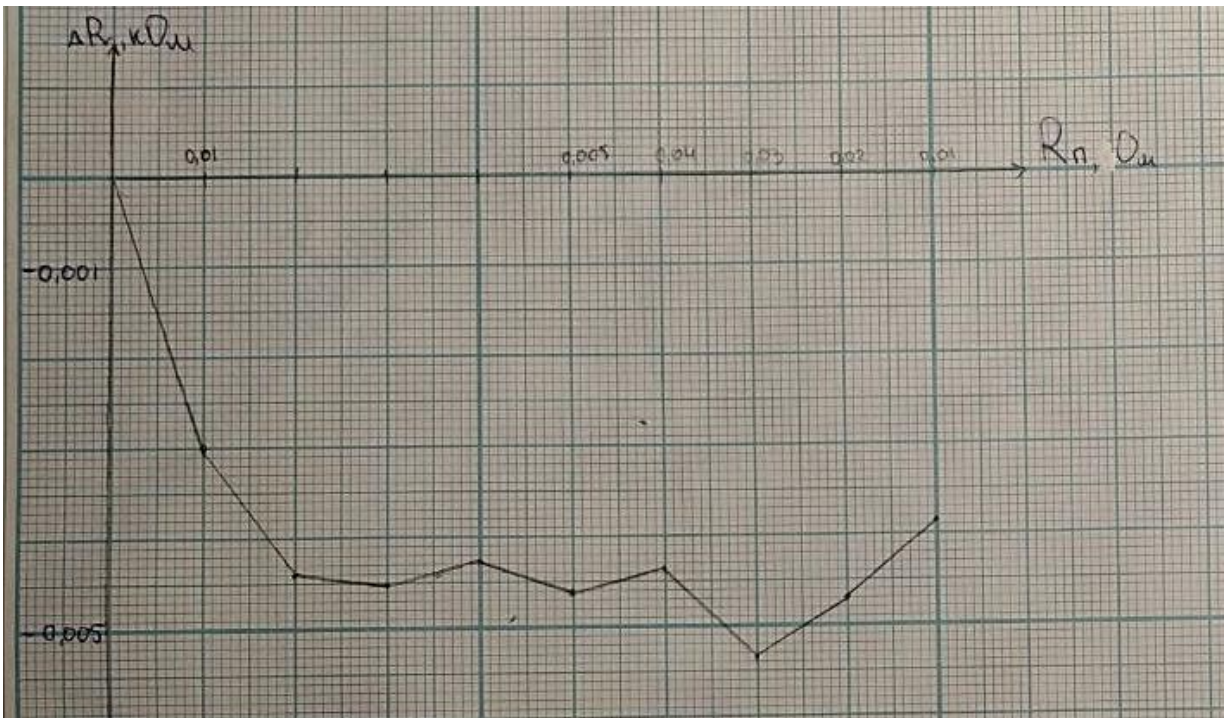


График абсолютной основной погрешности  $\Delta F(R) = F(R) - F_{л}(R)$ , где  $F_{л}(R) = R_{пл}$  – линейная характеристика идеального (без квантования) ометра в виде прямой линии  $R_{пл} = R$ .



**2. Абсолютная инструментальная погрешность и определение аддитивной и мультипликативной составляющих погрешности**

Номер измерения	$R_{пN}$ , кОм	$R_N$ , кОм	$\Delta R_{иN}$ , кОм
1	2	2.01	-0,015
2	4	4.015	-0,020
3	6	6.019	-0,024
4	8	8.023	-0,028
5	10	10.028	-0,033
6	12	12.033	-0,038
7	14	14.038	-0,043
8	16	16.043	-0,048
9	18	18.047	-0,052
10	20	20.06	-0,065

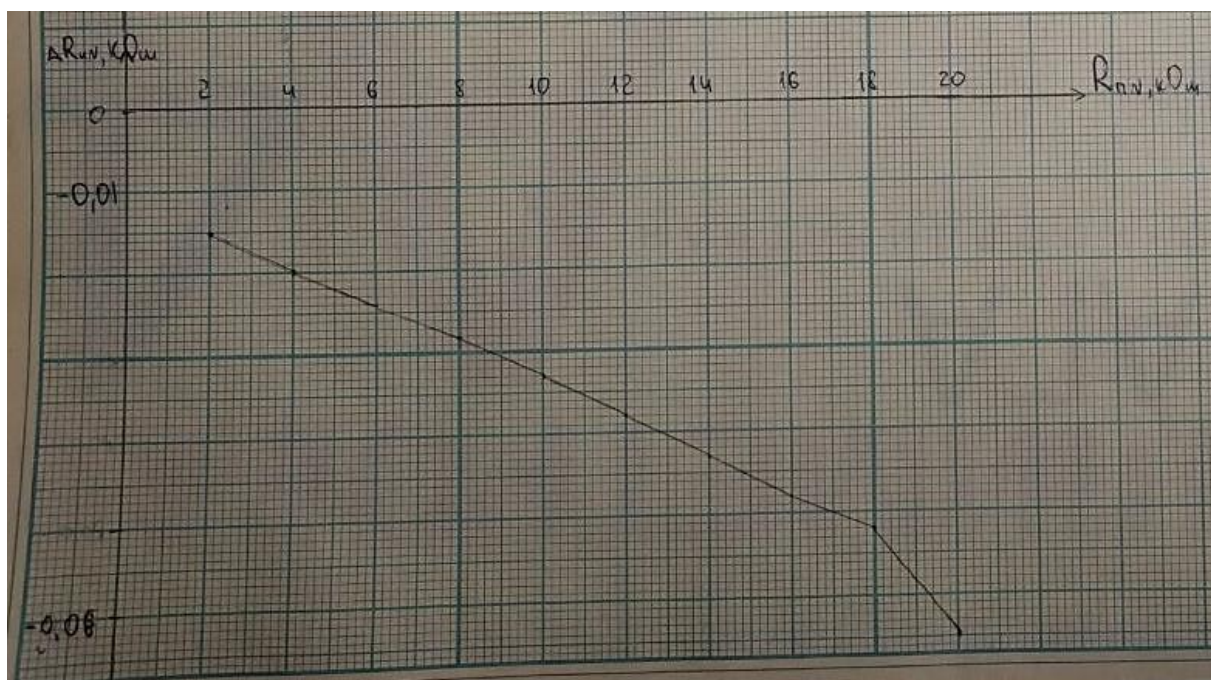
$\Delta R_{иN} = R_{п} - 0,5q - R_N$ , где  $q$ -значение кванта

$q = \frac{R_{max}}{N_{max}} = \frac{R_{max}}{2 * 10^n}$ , где  $R_{max}$  – предел измерений,

$n$  – число разрядов отсчетного устройства.

$q = \frac{20}{2} = 0,01\text{кОм}$  – значение кванта

График зависимости абсолютной инструментальной погрешности  $\Delta R_{ин}$  от измеряемых сопротивлений  $R_N$ .  $\Delta R_{ин} = F(R_N)$



Погрешность для ЦИП:  $\Delta x = a + bx$ , где  $a$  – аддитивная погрешность,  $bx$  – мультипликативная составляющие погрешности

Можно заметить, что график представляется практически идеальной линейной зависимостью. По определению  $b$ -это тангенс угла наклона касательной, так как у нас линейная функция, то  $b$  найдем следующим образом:

$$b = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{-0,052 - (-0,015)}{18 - 2} = -\frac{0,037}{16} = -0,0023$$

$$a = -bx + \Delta x = 0,0023 * 2 + (-0,015) = -0,0104 \text{ кОм}$$

$a = -0,0104$  кОм – аддитивная составляющая погрешности

$bx = -0,0023x$  – мультипликативная составляющие погрешности

### 3. Измерение сопротивлений

Номер резистора	Диапазон измерения	Значение кванта для диапазона измерения, Ом	Показания ЦИП $R_{\Pi}$ , кОм	Абсолютная погрешность измерения $\Delta R$ , кОм	Относительная погрешность измерения, %	Результат измерения $R_{\Pi} \pm \Delta R$ , кОм
1	200	0.1	118.1	0.23630	0.20	$118.1 \pm 0.2$
1	2000	1	0.117	0.00123	1.05	$0.117 \pm 0.001$
1	20000	10	0.11	0.01020	9.29	$0.11 \pm 0.01$
1	200000	100	0.1	0.11000	110.00	$0.10 \pm 0.11$
1	2000000	1000	0	1.00000	-	-
1	20000000	10000	0	10.00000	-	-
2	200	0,1	-	-	-	-
2	2000	1	-	-	-	-
2	20000	10	8.27	0.02650	0.32	$8.27 \pm 0.03$
2	200000	100	8,3	0.11660	1.40	$8.30 \pm 0.12$
2	2000000	1000	8	1.02000	12.70	$8 \pm 1$
2	20000000	10000	0	10.00000	-	-

Абсолютная погрешность измерения  $\Delta R$  вычисляется:

$0,002R_{\text{изм}} + 1$  ед.мл.разряда для 200 Ом – 2000 кОм

$0,005R_{\text{изм}} + 1$  ед.мл.разряда для 20 Мом

$$q = \frac{200}{2000} = 0,1 \text{ Ом}$$

$$\Delta R = 0.002 * R_{\Pi} + q$$

Относительная погрешность измерения равна:

$$\delta = \frac{\Delta R}{R_{\Pi}} * 100\%$$

**Вывод:** В зависимости от соотношения значений измеряемой величины и диапазона измерений меняется погрешность. Так, чем больше выбранный диапазон не соответствует измеряемой величине, тем больше будет погрешность. Для наших измерений (при росте несоответствия диапазона) абсолютная погрешность росла на порядок. Таким образом, для точности измерений и минимизации погрешностей нужно подбирать правильный диапазон.

То есть, большая погрешность соответствует большему значению измеряемой величины и большему диапазону. Значит для получения более точных результатов стоит проводить измерения на наименьшем пределе измерений. Также, для получения более качественной информации о данных, мы находим абсолютное значение разности действительных значений измеряемой величины при одном и том же показании прибора, полученном при плавном подходе указателя сначала со стороны меньших, а затем со стороны больших значений.