

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.И.  
ГЕРЦЕНА»



Направление подготовки

09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

Профиль «Технологии разработки программного обеспечения»

Лабораторная работа №1

«Классификация погрешностей измерения»

Работу выполнили студенты 2 курса 2-1 группы:

Зухир Амира

Крючкова Анастасия

Стецук Максим

Максимова Ангелина

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Отчет Зухир Амиры	2
Отчет Крючковой Анастасии	10
Отчет Стецук Максима	17
Отчет Максимовой Ангелины	24

## Лабораторная работа №1

### Классификация погрешностей измерения

*Цель лабораторной работы:* вычислить погрешности

*Инструменты:* Excel, PyCharm.

В рамках данной лабораторной работы, был использован язык программирования Python 3.10

Использованные формулы:

- 1- Среднее значение:

$$\bar{x} = x_0 + \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)$$

- 2- Среднеквадратичная погрешность (дисперсия):

$$\Delta S^2 = \frac{1}{n(n-1)} \left( \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 - n(\bar{x} - x_0)^2 \right)$$

- 3- Стандартное отклонение:

$$\Delta S = \sqrt{\Delta S^2}$$

- 4- Абсолютная погрешность:

$$X = \bar{x} \pm \Delta x$$

$$\Delta x = t_{\alpha} \cdot \Delta S$$

- 5- Относительная погрешность:

$$\frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$$

#### Задание 1:

В таблице представлены результаты измерений диаметра цилиндра. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. В качестве  $d_0$  выбрать удобное для вычисления значение, например 14.80. Результаты оформить в виде таблицы.

В качестве  $d_0$ , было взято значение 14.80.

Таблица:

n	d, мм	$d_i - d_0$	$(d_i - d_0)^2$	Среднее d	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	14,85	0,05	0,0025	14,818	0,000134	0,011576	0,0297	0,201%
2	14,80	0	0					
3	14,79	-0,01	0,0001					
4	14,84	0,04	0,0016					
5	14,81	0,01	0,0001					
$d_0$	14,8							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  dMas = [14.85, 14.80, 14.79, 14.84, 14.81]
4  d0 = 14.8
5
6  print('Значения:', dMas, '\n')
7  print('d0 =', d0, '\n')
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (dMas[i]-d0)
12 sred = d0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее d: %.3f\n' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (dMas[i]-d0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-d0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f\n' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f\n' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f\n' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```

Значения: [14.85, 14.8, 14.79, 14.84, 14.81]

d0 = 14.8

Среднее d: 14.818

Средне-квадратическая погрешность: 0.000134

Стандартное отклонение: 0.011576

Абсолютная погрешность: 0.029750

Относительная погрешность: 0.201 %

```

## Задание 2:

В результате определения содержания алюминия в сплаве получены следующие значения (в % масс): 7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.50. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. Результаты оформить в виде таблицы. В качестве  $m_0$  выбрать 7.48.

Таблица:

n	m, % масс	mi - m0	(mi - m0)^2	Среднее m	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	7,48	0,00	0,0000	7,492	0,000074	0,008602	0,0221	0,295%
2	7,49	0,01	0,0001					
3	7,52	0,04	0,0016					
4	7,47	-0,01	0,0001					
5	7,50	0,02	0,0004					
m0	7,48							

Программа:

```
1  from math import sqrt
2
3  mMas = [7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.5]
4  m0 = 7.48
5
6  print('Значения:', mMas)
7  print('m0 =', m0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (mMas[i]-m0)
12 sred = m0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее m: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (mMas[i]-m0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-m0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog,'%')
```

Вывод программы:

```
Значения: [7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.5]
m0 = 7.48
Среднее m: 7.492
Средне-квадратическая погрешность: 0.000074
Стандартное отклонение: 0.008602
Абсолютная погрешность: 0.022108
Относительная погрешность: 0.295 %
```

### Задание 3:

При взвешивании образца анализируемого вещества получены следующие результаты: 47,12; 47,08; 47,13 г. Оценить истинную массу образца и определить точность этой оценки для доверительной вероятности 0,95.

n	m, г	$m_i - m_0$	$(m_i - m_0)^2$	Среднее m	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	47,12	0,01	0,0001	47,110	0,000233	0,015275	0,0486	0,103%
2	47,08	-0,03	0,0009					
3	47,13	0,02	0,0004					
do	47,11							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  mMas = [47.12, 47.08, 47.13]
4  m0 = 47.11
5
6  print('Значения:', mMas)
7  print('m0 =', m0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(3):
11     summa += (mMas[i]-m0)
12 sred = m0 + (1/3)*summa
13 print('Среднее m: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(3):
17     summa2 += (mMas[i]-m0)**2
18 sred2 = (1/(3*2))*(summa2 - 5*(sred-m0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 3.182
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```

Значения: [47.12, 47.08, 47.13]
m0 = 47.11
Среднее m: 47.110
Средне-квадратическая погрешность: 0.000233
Стандартное отклонение: 0.015275
Абсолютная погрешность: 0.048606
Относительная погрешность: 0.103 %

```

#### Задание 4:

Самостоятельно подобрать задачу, реализовать ее и оформить в лабораторной работе.

Условие задачи: при проведении лабораторной работы по физике были записаны результаты измерений силы тока в цепи разными амперметрами. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. Результаты оформить в виде таблицы. В качестве  $I_0$  выбрать 10.6.

n	I, A	$I_i - I_0$	$(I_i - I_0)^2$	Среднее I	Средне-квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	10,58	-0,02	0,0004	10,610	0,000100	0,010000	0,0257	0,242%
2	10,64	0,04	0,0016					
3	10,60	0,00	0,0000					
4	10,61	0,01	0,0001					
5	10,62	0,02	0,0004					
$I_0$	10,6							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  IMas = [10.58, 10.64, 10.60, 10.61, 10.62]
4  I0 = 10.6
5
6  print('Значения:', IMas)
7  print('I0 =', I0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (IMas[i]-I0)
12 sred = I0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее I: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (IMas[i]-I0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-I0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```

Значения: [10.58, 10.64, 10.6, 10.61, 10.62]
I0 = 10.6
Среднее I: 10.610
Средне-квадратическая погрешность: 0.000100
Стандартное отклонение: 0.010000
Абсолютная погрешность: 0.025700
Относительная погрешность: 0.242 %

```



Вывод:

В данной лабораторной работы, мы посчитали погрешности для различных задач, а также написали для каждой задачи программу. В итоге, результаты вычислений в Excel полностью совпали с вычислениями наших программ.

## Лабораторная работа №1

### Классификация погрешностей измерения

*Цель лабораторной работы:* вычислить погрешности

*Инструменты:* Excel, PyCharm.

В рамках данной лабораторной работы, был использован язык программирования Python 3.10

Использованные формулы:

- 1- Среднее значение:

$$\bar{x} = x_0 + \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)$$

- 2- Среднеквадратичная погрешность (дисперсия):

$$\Delta S^2 = \frac{1}{n(n-1)} \left( \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 - n(\bar{x} - x_0)^2 \right)$$

- 3- Стандартное отклонение:

$$\Delta S = \sqrt{\Delta S^2}$$

- 4- Абсолютная погрешность:

$$X = \bar{x} \pm \Delta x$$

$$\Delta x = t_{\alpha} \cdot \Delta S$$

- 5- Относительная погрешность:

$$\frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$$

#### Задание 1:

В таблице представлены результаты измерений диаметра цилиндра. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. В качестве  $d_0$  выбрать удобное для вычисления значение, например 14.80. Результаты оформить в виде таблицы.

В качестве  $d_0$ , было взято значение 14.80.

Таблица:

n	d, мм	di - d0	(di - d0)^2	Среднее d	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	14,85	0,05	0,0025	14,818	0,000134	0,011576	0,0297	0,201%
2	14,80	0	0					
3	14,79	-0,01	0,0001					
4	14,84	0,04	0,0016					
5	14,81	0,01	0,0001					
d0	14,8							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  dMas = [14.85, 14.80, 14.79, 14.84, 14.81]
4  d0 = 14.8
5
6  print('Значения:', dMas, '\n')
7  print('d0 =', d0, '\n')
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (dMas[i]-d0)
12 sred = d0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее d: %.3f\n' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (dMas[i]-d0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-d0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f\n' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f\n' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f\n' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```

Значения: [14.85, 14.8, 14.79, 14.84, 14.81]

d0 = 14.8

Среднее d: 14.818

Средне-квадратическая погрешность: 0.000134

Стандартное отклонение: 0.011576

Абсолютная погрешность: 0.029750

Относительная погрешность: 0.201 %

```

## Задание 2:

В результате определения содержания алюминия в сплаве получены следующие значения (в % масс): 7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.50. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. Результаты оформить в виде таблицы. В качестве  $m_0$  выбрать 7.48.

Таблица:

n	m, % масс	mi - m0	(mi - m0)^2	Среднее m	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	7,48	0,00	0,0000	7,492	0,000074	0,008602	0,0221	0,295%
2	7,49	0,01	0,0001					
3	7,52	0,04	0,0016					
4	7,47	-0,01	0,0001					
5	7,50	0,02	0,0004					
m0	7,48							

Программа:

```
1  from math import sqrt
2
3  mMas = [7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.5]
4  m0 = 7.48
5
6  print('Значения:', mMas)
7  print('m0 =', m0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (mMas[i]-m0)
12 sred = m0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее m: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (mMas[i]-m0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-m0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')
```

Вывод программы:

```
Значения: [7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.5]
m0 = 7.48
Среднее m: 7.492
Средне-квадратическая погрешность: 0.000074
Стандартное отклонение: 0.008602
Абсолютная погрешность: 0.022108
Относительная погрешность: 0.295 %
```

### Задание 3:

При взвешивании образца анализируемого вещества получены следующие результаты: 47,12; 47,08; 47,13 г. Оценить истинную массу образца и определить точность этой оценки для доверительной вероятности 0,95.

n	m, г	$m_i - m_0$	$(m_i - m_0)^2$	Среднее m	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	47,12	0,01	0,0001	47,110	0,000233	0,015275	0,0486	0,103%
2	47,08	-0,03	0,0009					
3	47,13	0,02	0,0004					
do	47,11							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  mMas = [47.12, 47.08, 47.13]
4  m0 = 47.11
5
6  print('Значения:', mMas)
7  print('m0 =', m0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(3):
11     summa += (mMas[i]-m0)
12 sred = m0 + (1/3)*summa
13 print('Среднее m: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(3):
17     summa2 += (mMas[i]-m0)**2
18 sred2 = (1/(3*2))*(summa2 - 5*(sred-m0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 3.182
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```

Значения: [47.12, 47.08, 47.13]
m0 = 47.11
Среднее m: 47.110
Средне-квадратическая погрешность: 0.000233
Стандартное отклонение: 0.015275
Абсолютная погрешность: 0.048606
Относительная погрешность: 0.103 %

```

#### Задание 4:

Самостоятельно подобрать задачу, реализовать ее и оформить в лабораторной работе.

Условие задачи: при проведении лабораторной работы по физике были записаны результаты измерений силы тока в цепи разными амперметрами. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. Результаты оформить в виде таблицы. В качестве  $I_0$  выбрать 10.6.

n	I, A	$I_i - I_0$	$(I_i - I_0)^2$	Среднее I	Средне-квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	10,58	-0,02	0,0004	10,610	0,000100	0,010000	0,0257	0,242%
2	10,64	0,04	0,0016					
3	10,60	0,00	0,0000					
4	10,61	0,01	0,0001					
5	10,62	0,02	0,0004					
$I_0$	10,6							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  IMas = [10.58, 10.64, 10.60, 10.61, 10.62]
4  I0 = 10.6
5
6  print('Значения:', IMas)
7  print('I0 =', I0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (IMas[i]-I0)
12 sred = I0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее I: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (IMas[i]-I0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-I0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```

Значения: [10.58, 10.64, 10.6, 10.61, 10.62]
I0 = 10.6
Среднее I: 10.610
Средне-квадратическая погрешность: 0.000100
Стандартное отклонение: 0.010000
Абсолютная погрешность: 0.025700
Относительная погрешность: 0.242 %

```

Вывод:

В данной лабораторной работы, мы посчитали погрешности для различных задач, а также написали для каждой задачи программу. В итоге, результаты вычислений в Excel полностью совпали с вычислениями наших программ.



## Лабораторная работа №1

### Классификация погрешностей измерения

*Цель лабораторной работы:* вычислить погрешности

*Инструменты:* Excel, PyCharm.

В рамках данной лабораторной работы, был использован язык программирования Python 3.10

Использованные формулы:

- 1- Среднее значение:

$$\bar{x} = x_0 + \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)$$

- 2- Среднеквадратичная погрешность (дисперсия):

$$\Delta S^2 = \frac{1}{n(n-1)} \left( \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 - n(\bar{x} - x_0)^2 \right)$$

- 3- Стандартное отклонение:

$$\Delta S = \sqrt{\Delta S^2}$$

- 4- Абсолютная погрешность:

$$X = \bar{x} \pm \Delta x$$

$$\Delta x = t_{\alpha} \cdot \Delta S$$

- 5- Относительная погрешность:

$$\frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$$

#### Задание 1:

В таблице представлены результаты измерений диаметра цилиндра. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. В качестве  $d_0$  выбрать удобное для вычисления значение, например 14.80. Результаты оформить в виде таблицы.

В качестве  $d_0$ , было взято значение 14.80.

Таблица:

n	d, мм	di - d0	(di - d0)^2	Среднее d	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	14,85	0,05	0,0025	14,818	0,000134	0,011576	0,0297	0,201%
2	14,80	0	0					
3	14,79	-0,01	0,0001					
4	14,84	0,04	0,0016					
5	14,81	0,01	0,0001					
d0	14,8							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  dMas = [14.85, 14.80, 14.79, 14.84, 14.81]
4  d0 = 14.8
5
6  print('Значения:', dMas, '\n')
7  print('d0 =', d0, '\n')
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (dMas[i]-d0)
12 sred = d0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее d: %.3f\n' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (dMas[i]-d0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-d0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f\n' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f\n' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f\n' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```

Значения: [14.85, 14.8, 14.79, 14.84, 14.81]

d0 = 14.8

Среднее d: 14.818

Средне-квадратическая погрешность: 0.000134

Стандартное отклонение: 0.011576

Абсолютная погрешность: 0.029750

Относительная погрешность: 0.201 %

```

## Задание 2:

В результате определения содержания алюминия в сплаве получены следующие значения (в % масс): 7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.50. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. Результаты оформить в виде таблицы. В качестве  $m_0$  выбрать 7.48.

Таблица:

n	m, % масс	mi - m0	(mi - m0)^2	Среднее m	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	7,48	0,00	0,0000	7,492	0,000074	0,008602	0,0221	0,295%
2	7,49	0,01	0,0001					
3	7,52	0,04	0,0016					
4	7,47	-0,01	0,0001					
5	7,50	0,02	0,0004					
m0	7,48							

Программа:

```
1  from math import sqrt
2
3  mMas = [7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.5]
4  m0 = 7.48
5
6  print('Значения:', mMas)
7  print('m0 =', m0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (mMas[i]-m0)
12 sred = m0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее m: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (mMas[i]-m0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-m0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')
```

Вывод программы:

```
Значения: [7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.5]
m0 = 7.48
Среднее m: 7.492
Средне-квадратическая погрешность: 0.000074
Стандартное отклонение: 0.008602
Абсолютная погрешность: 0.022108
Относительная погрешность: 0.295 %
```

### Задание 3:

При взвешивании образца анализируемого вещества получены следующие результаты: 47,12; 47,08; 47,13 г. Оценить истинную массу образца и определить точность этой оценки для доверительной вероятности 0,95.

n	m, г	$m_i - m_0$	$(m_i - m_0)^2$	Среднее m	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	47,12	0,01	0,0001	47,110	0,000233	0,015275	0,0486	0,103%
2	47,08	-0,03	0,0009					
3	47,13	0,02	0,0004					
do	47,11							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  mMas = [47.12, 47.08, 47.13]
4  m0 = 47.11
5
6  print('Значения:', mMas)
7  print('m0 =', m0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(3):
11     summa += (mMas[i]-m0)
12 sred = m0 + (1/3)*summa
13 print('Среднее m: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(3):
17     summa2 += (mMas[i]-m0)**2
18 sred2 = (1/(3*2))*(summa2 - 5*(sred-m0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 3.182
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```

Значения: [47.12, 47.08, 47.13]
m0 = 47.11
Среднее m: 47.110
Средне-квадратическая погрешность: 0.000233
Стандартное отклонение: 0.015275
Абсолютная погрешность: 0.048606
Относительная погрешность: 0.103 %

```

#### Задание 4:

Самостоятельно подобрать задачу, реализовать ее и оформить в лабораторной работе.

Условие задачи: при проведении лабораторной работы по физике были записаны результаты измерений силы тока в цепи разными амперметрами. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. Результаты оформить в виде таблицы. В качестве  $I_0$  выбрать 10.6.

n	I, A	$I_i - I_0$	$(I_i - I_0)^2$	Среднее I	Средне-квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	10,58	-0,02	0,0004	10,610	0,000100	0,010000	0,0257	0,242%
2	10,64	0,04	0,0016					
3	10,60	0,00	0,0000					
4	10,61	0,01	0,0001					
5	10,62	0,02	0,0004					
$I_0$	10,6							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  IMas = [10.58, 10.64, 10.60, 10.61, 10.62]
4  I0 = 10.6
5
6  print('Значения:', IMas)
7  print('I0 =', I0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (IMas[i]-I0)
12 sred = I0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее I: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (IMas[i]-I0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-I0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')
```

Вывод программы:

```

Значения: [10.58, 10.64, 10.6, 10.61, 10.62]
I0 = 10.6
Среднее I: 10.610
Средне-квадратическая погрешность: 0.000100
Стандартное отклонение: 0.010000
Абсолютная погрешность: 0.025700
Относительная погрешность: 0.242 %
```

Вывод:

В данной лабораторной работы, мы посчитали погрешности для различных задач, а также написали для каждой задачки программу. В итоге, результаты вычислений в Excel полностью совпали с вычислениями наших программ.

## Лабораторная работа №1

### Классификация погрешностей измерения

*Цель лабораторной работы:* вычислить погрешности

*Инструменты:* Excel, PyCharm.

В рамках данной лабораторной работы, был использован язык программирования Python 3.10

Использованные формулы:

- 1- Среднее значение:

$$\bar{x} = x_0 + \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)$$

- 2- Среднеквадратичная погрешность (дисперсия):

$$\Delta S^2 = \frac{1}{n(n-1)} \left( \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 - n(\bar{x} - x_0)^2 \right)$$

- 3- Стандартное отклонение:

$$\Delta S = \sqrt{\Delta S^2}$$

- 4- Абсолютная погрешность:

$$X = \bar{x} \pm \Delta x$$

$$\Delta x = t_{\alpha} \cdot \Delta S$$

- 5- Относительная погрешность:

$$\frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$$

#### Задание 1:

В таблице представлены результаты измерений диаметра цилиндра. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. В качестве  $d_0$  выбрать удобное для вычисления значение, например 14.80. Результаты оформить в виде таблицы.

В качестве  $d_0$ , было взято значение 14.80.



Таблица:

n	d, мм	di - d0	(di - d0)^2	Среднее d	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	14,85	0,05	0,0025	14,818	0,000134	0,011576	0,0297	0,201%
2	14,80	0	0					
3	14,79	-0,01	0,0001					
4	14,84	0,04	0,0016					
5	14,81	0,01	0,0001					
d0	14,8							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  dMas = [14.85, 14.80, 14.79, 14.84, 14.81]
4  d0 = 14.8
5
6  print('Значения:', dMas, '\n')
7  print('d0 =', d0, '\n')
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (dMas[i]-d0)
12 sred = d0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее d: %.3f\n' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (dMas[i]-d0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-d0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f\n' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f\n' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f\n' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```
Значения: [14.85, 14.8, 14.79, 14.84, 14.81]

d0 = 14.8

Среднее d: 14.818

Средне-квадратическая погрешность: 0.000134

Стандартное отклонение: 0.011576

Абсолютная погрешность: 0.029750

Относительная погрешность: 0.201 %
```

### Задание 2:

В результате определения содержания алюминия в сплаве получены следующие значения (в % масс): 7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.50. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. Результаты оформить в виде таблицы. В качестве  $m_0$  выбрать 7.48.

Таблица:

n	m, % масс	mi - m0	(mi - m0)^2	Среднее m	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	7,48	0,00	0,0000	7,492	0,000074	0,008602	0,0221	0,295%
2	7,49	0,01	0,0001					
3	7,52	0,04	0,0016					
4	7,47	-0,01	0,0001					
5	7,50	0,02	0,0004					
m0	7,48							

Программа:

```
1  from math import sqrt
2
3  mMas = [7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.5]
4  m0 = 7.48
5
6  print('Значения:', mMas)
7  print('m0 =', m0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (mMas[i]-m0)
12 sred = m0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее m: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (mMas[i]-m0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-m0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')
```

Вывод программы:

```
Значения: [7.48, 7.49, 7.52, 7.47, 7.5]
m0 = 7.48
Среднее m: 7.492
Средне-квадратическая погрешность: 0.000074
Стандартное отклонение: 0.008602
Абсолютная погрешность: 0.022108
Относительная погрешность: 0.295 %
```

### Задание 3:

При взвешивании образца анализируемого вещества получены следующие результаты: 47,12; 47,08; 47,13 г. Оценить истинную массу образца и определить точность этой оценки для доверительной вероятности 0,95.

n	m, г	$m_i - m_0$	$(m_i - m_0)^2$	Среднее m	Средне- квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	47,12	0,01	0,0001	47,110	0,000233	0,015275	0,0486	0,103%
2	47,08	-0,03	0,0009					
3	47,13	0,02	0,0004					
do	47,11							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  mMas = [47.12, 47.08, 47.13]
4  m0 = 47.11
5
6  print('Значения:', mMas)
7  print('m0 =', m0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(3):
11     summa += (mMas[i]-m0)
12 sred = m0 + (1/3)*summa
13 print('Среднее m: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(3):
17     summa2 += (mMas[i]-m0)**2
18 sred2 = (1/(3*2))*(summa2 - 5*(sred-m0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 3.182
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')

```

Вывод программы:

```

Значения: [47.12, 47.08, 47.13]
m0 = 47.11
Среднее m: 47.110
Средне-квадратическая погрешность: 0.000233
Стандартное отклонение: 0.015275
Абсолютная погрешность: 0.048606
Относительная погрешность: 0.103 %

```

#### Задание 4:

Самостоятельно подобрать задачу, реализовать ее и оформить в лабораторной работе.

Условие задачи: при проведении лабораторной работы по физике были записаны результаты измерений силы тока в цепи разными амперметрами. Вычислить погрешность эксперимента средствами Excel. Результаты оформить в виде таблицы. В качестве  $I_0$  выбрать 10.6.

n	I, A	$I_i - I_0$	$(I_i - I_0)^2$	Среднее I	Средне-квадратическая погрешность	Станд. отклонение	Абсол. погреш.	Относит. погреш.
1	10,58	-0,02	0,0004	10,610	0,000100	0,010000	0,0257	0,242%
2	10,64	0,04	0,0016					
3	10,60	0,00	0,0000					
4	10,61	0,01	0,0001					
5	10,62	0,02	0,0004					
$I_0$	10,6							

Программа:

```

1  from math import sqrt
2
3  IMas = [10.58, 10.64, 10.60, 10.61, 10.62]
4  I0 = 10.6
5
6  print('Значения:', IMas)
7  print('I0 =', I0)
8
9  summa = 0
10 for i in range(5):
11     summa += (IMas[i]-I0)
12 sred = I0 + (1/5)*summa
13 print('Среднее I: %.3f' % sred)
14
15 summa2 = 0
16 for i in range(5):
17     summa2 += (IMas[i]-I0)**2
18 sred2 = (1/(5*4))*(summa2 - 5*(sred-I0)**2)
19 print('Средне-квадратическая погрешность: %.6f' % sred2)
20
21 s0tk1 = sqrt(sred2)
22 print('Стандартное отклонение: %.6f' % s0tk1)
23
24 absPog = s0tk1 * 2.57
25 print('Абсолютная погрешность: %.6f' % absPog)
26
27 otnPog = absPog / sred * 100
28 print('Относительная погрешность: %.3f' % otnPog, '%')
```

Вывод программы:

```

Значения: [10.58, 10.64, 10.6, 10.61, 10.62]
I0 = 10.6
Среднее I: 10.610
Средне-квадратическая погрешность: 0.000100
Стандартное отклонение: 0.010000
Абсолютная погрешность: 0.025700
Относительная погрешность: 0.242 %
```

Вывод:

В данной лабораторной работы, мы посчитали погрешности для различных задач, а также написали для каждой задачи программу. В итоге, результаты вычислений в Excel полностью совпали с вычислениями наших программ.