

Сумський державний університет  
Кафедра  
Прикладної математики та моделювання складних систем

Звіт з практичної роботи №1  
Дисципліна  
Графові ймовірнісні моделі  
Варіант 8

Студентка:	Пороскун О. О.
Група:	ПМ.м-21
Викладач:	Хоменко О. В.

Суми, Сумська область

2023

## Порядок виконання роботи

### 1. Згенеруємо вихідні дані.

Вихідні дані є вибіркою  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , згенерованою за одним із законів розподілу в залежності від варіанту завдання (Додаток А, Табл. 1.2). Для генерації вихідних даних використовується функція [Генерація випадкових чисел] статистичної надбудови Microsoft Excel.

Згенеровані випадкові числа необхідно округлити до цілих і розмістити в другій стовпчик таблиці. Для цього можна скористатися математичною функцією ОКРУГЛ, що має 2 аргументи: число, що округлюється, і значення десяткового розряду, до якого його потрібно округлити. Число розрядів дорівнює 0 в разі округлення до цілого.

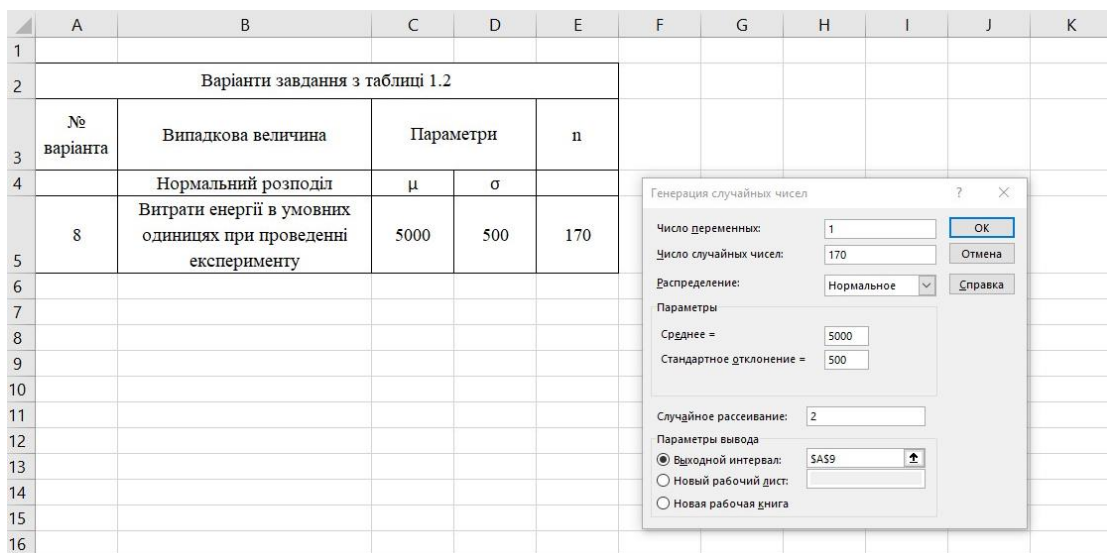


Рис. 1.1. Вибір параметрів генератора нормального розподілу

Витрати енергії в умов. од.	Округлені значення витрат енергії
8	
9	3502.607923
10	5617.618525
11	5319.344053
12	5054.094471
13	5640.228563
14	5126.270834
15	4931.183083
16	5432.78078
17	4775.478727
18	5074.188051
19	4522.10942
20	5540.80374
21	4855.277224
22	3957.055141
23	6040.266397
24	5055.402438
25	5669.91106
26	5726.022336
27	4584.863417
28	5597.218559
29	4789.522462
30	5696.365987
31	5097.519433
32	4611.749217
33	4942.942281
34	5284.546786
165	5049.556093
166	5177.155925
167	5704.219474
168	4600.217961
169	5422.743369
170	5017.27301
171	5465.004177
172	4853.361601
173	4619.050186
174	5211.857696
175	4892.754659
176	5141.256464
177	4505.91473
178	4452.419388
179	

Рис. 1.2. Результати генератора розподілу та його округлені значення

## 2. Обчислимо основні статистичні показники трьома способами:

- За допомогою формул;
- За допомогою статистичних функцій;
- За допомогою статистичної надбудови.

Скористаємося спочатку статистичною надбудовою. Для обчислення показників варіації застосовується функція Описова статистика статистичної надбудови Microsoft Excel. У діалоговому вікні потрібно вибрати *Вхідний інтервал*, *Мітки в першому рядку*, *Вихідний інтервал* і *Підсумкова статистика*.

	A	B	C	D	E	F
5	8	Витрати енергії в умовних одиницях при проведенні експерименту	5000	500	170	
6						
7						
8	Витрати енергії в умов. од.	Округлені значення витрат енергії				
9	3502.607923	3503				
10	5617.618525	5618				
11	5319.344053	5319				
12	5054.094471	5054				
13	5640.228563	5640				
14	5126.270834	5126				
15	4931.183083	4931				
16	5432.78078	5433				
17	4775.478727	4775				
18	5074.188051	5074				
19	4522.10942	4522				
20	5540.80374	5541				
21	4855.277224	4855				
22	3957.055141	3957				
23	6040.266397	6040				
24	5055.402438	5055				

Описательная статистика

Входные данные  
Входной интервал:    
Группирование: ☒ по столбцам ☐ по строкам  
☒ Метки в первой строке

Параметры вывода  
☒ Выходной интервал:    
☐ Новый рабочий дист.  
☐ Новая рабочая книга  
☒ Итоговая статистика  
☐ Уровень надежности:  %  
☐ К-ый наименьший:   
☐ К-ый наибольший:

Рис. 1.3. Вибір параметрів описової статистики

	C	D	E
8		Описова статистика (з допомогою пакету Аналіз даних)	
9		Округлені значення витрат енергії	
10			
11		Среднее	4974.441176
12		Стандартная ошибка	35.71324861
13		Медиана	5027
14		Мода	4775
15		Стандартное отклонение	465.6437925
16		Дисперсия выборки	216824.1415
17		Экспесс	0.011309245
18		Асимметричность	-0.331411858
19		Интервал	2537
20		Минимум	3503
21		Максимум	6040
22		Сумма	845655
23		Счет	170
24			

Рис. 1.4. Результати описової статистики

Далі розрахуємо показники варіації, вказані в Табл 1.1 (Додаток А) за допомогою вбудованих в Microsoft Excel формул.

	F	G	H
9		Показники варіації згідно з табл. 1.1	
10			
11		Розмах варіації	2537
12		Об'єм вибірки	170
13		Медіана	5027
14		Мода	4775
15		Середнє	4974.441
16		Середнє лінійне відхилення	370.7093
17		Дисперсія	216824.1
18		Середнє квадратичне відхилення	465.6438
19		Коефіцієнт осциляції	51.0007
20		Лінійний коефіцієнт варіації	7.452281
21		Коефіцієнт варіації	9.360726
22		Коефіцієнти асиметрії	-0.32559
23		Коефіцієнт ексцесу	-0.05902

	G	H
9	Показники варіації згідно з табл. 1.1	
10		
11	Розмах варіації	=МАКС(\$B\$9:\$B\$178)-МИН(\$B\$9:\$B\$178)
12	Об'єм вибірки	=СЧЁТ(\$B\$9:\$B\$178)
13	Медіана	=МЕДИАНА(\$B\$9:\$B\$178)
14	Мода	=МОДА(\$B\$9:\$B\$178)
15	Середнє	=СРЗНАЧ(\$B\$9:\$B\$178)
16	Середнє лінійне відхилення	=СРОТКЛ(\$B\$9:\$B\$178)
17	Дисперсія	=ДИСП(\$B\$9:\$B\$178)
18	Середнє квадратичне відхилення	=СТАНДОТКЛОН(\$B\$9:\$B\$178)
19	Коефіцієнт осциляції	=\$H\$11/\$H\$15 * 100
20	Лінійний коефіцієнт варіації	=\$H\$16/\$H\$15 * 100
21	Коефіцієнт варіації	=\$H\$18/\$H\$15 * 100
22	Коефіцієнти асиметрії	=СУММ(((\$B\$9:\$B\$178 - \$H\$15)^3)/(\$H\$12*(\$H\$18^3)))
23	Коефіцієнт ексцесу	=СУММ(((\$B\$9:\$B\$178 - \$H\$15)^4)/(\$H\$12*(\$H\$18^4))) - 3

Рис. 1.5. Результати показників варіації за допомогою вбудованих формул

Далі розрахуємо деякі показники варіації без застосування вбудованих формул, використаємо формули з Рис. 1.6.

Назва показників варіації	Розрахункові формули	
	Незгруповані дані	Згруповані дані
1. Розмах варіації	$R = X_{\max} - X_{\min}$	
2. Середнє лінійне відхилення	$\bar{d} = \frac{\sum  x - \bar{x} }{n}$	$\bar{d} = \frac{\sum  x - \bar{x}  f}{\sum f}$
3. Середнє квадратичне відхилення	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 f}{\sum f}}$
4. Дисперсія	$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}$	$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2 f}{\sum f}$ $\sigma^2 = \overline{x^2} - (\bar{x})^2$
5. Коефіцієнт варіації	$V_{\sigma} = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$	
6. Лінійний коефіцієнт варіації	$V_d = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \cdot 100$	
7. Коефіцієнт осциляції	$V_R = \frac{R}{\bar{x}}$	

Рис. 1.6. Показники варіації та формули для їх обчислення

	G	H	I	J	K	L	M
9	Показники варіації згідно з табл. 1.1			Деякі величини розраховані без використання вбудованих формул			
10							
11	Розмах варіації	2537					
12	Об'єм вибірки	170					
13	Медіана	5027					
14	Мода	4775					
15	Середнє	4974.441					
16	Середнє лінійне відхилення	370.7093	~	370.7093			
17	Дисперсія	216824.1	~	215548.7			
18	Середнє квадратичне відхилення	465.6438	~	464.2722			
19	Коефіцієнт осциляції	51.0007	~	51.0007			
20	Лінійний коефіцієнт варіації	7.452281	~	7.452281			
21	Коефіцієнт варіації	9.360726	~	9.333154			
22	Коефіцієнти асиметрії	-0.32559	~	-0.32848			
23	Коефіцієнт ексцесу	-0.05902	~	-0.02411			
24							

	G	H	I	J	K	L
9	Показники варіації згідно з табл. 1.1			Деякі величини розраховані без використання вбудованих формул		
10						
11	Розмах варіації	=МАКС(\$B\$9:\$B\$17)				
12	Об'єм вибірки	=СЧЁТ(\$B\$9:\$B\$17)				
13	Медіана	=МЕДІАНА(\$B\$9:\$B\$17)				
14	Мода	=МОДА(\$B\$9:\$B\$17)				
15	Середнє	=СРЗНАЧ(\$B\$9:\$B\$17)				
16	Середнє лінійне відхилення	=СРОТКЛ(\$B\$9:\$B\$17)	~	=СУММ(ABS(\$B\$9:\$B\$178 - \$H\$15)/\$H\$12)		
17	Дисперсія	=ДИСП(\$B\$9:\$B\$17)	~	=СУММ(((\$B\$9:\$B\$178-\$H\$15)^2)/\$H\$12)		
18	Середнє квадратичне відхилення	=СТАНДОТКЛОН(\$B\$9:\$B\$17)	~	=КОРЕНЬ(СУММ(((\$B\$9:\$B\$178-\$H\$15)^2)/\$H\$12))		
19	Коефіцієнт осциляції	=\$H\$11/\$H\$15 * 100	~	=\$H\$11/\$H\$15 * 100		
20	Лінійний коефіцієнт варіації	=\$H\$16/\$H\$15 * 100	~	=\$J\$16/\$H\$15 * 100		
21	Коефіцієнт варіації	=\$H\$18/\$H\$15 * 100	~	=\$J\$18/\$H\$15 * 100		
22	Коефіцієнти асиметрії	=СУММ(((\$B\$9:\$B\$178 - \$H\$15)^3)/(\$H\$12*(\$J\$18^3)))	~	=СУММ(((\$B\$9:\$B\$178 - \$H\$15)^3)/(\$H\$12*(\$J\$18^3)))		
23	Коефіцієнт ексцесу	=СУММ(((\$B\$9:\$B\$178 - \$H\$15)^4)/(\$H\$12*(\$J\$18^4))) - 3	~	=СУММ(((\$B\$9:\$B\$178 - \$H\$15)^4)/(\$H\$12*(\$J\$18^4))) - 3		

Рис. 1.7. Результати показників варіації без допомоги вбудованих формул (комірки J16 : J23)

### 3. Порівняймо результати розрахунків.

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
9	Округлені значення витрат енергії			Показники варіації згідно з табл. 1.1			Деякі величини розраховані без використання вбудованих формул			
10										
11	Среднее	4974.441176		Розмах варіації	2537					
12	Стандартная ошибка	35.71324861		Об'єм вибірки	170					
13	Медиана	5027		Медіана	5027					
14	Мода	4775		Мода	4775					
15	Стандартное отклонение	465.6437925		Середнє	4974.441					
16	Дисперсия выборки	216824.1415		Середнє лінійне відхилення	370.7093	~	370.7093			
17	Эксцесс	0.011309245		Дисперсія	216824.1	~	215548.7			
18	Асимметричность	-0.331411858		Середнє квадратичне відхилення	465.6438	~	464.2722			
19	Интервал	2537		Коефіцієнт осциляції	51.0007	~	51.0007			
20	Минимум	3503		Лінійний коефіцієнт варіації	7.452281	~	7.452281			
21	Максимум	6040		Коефіцієнт варіації	9.360726	~	9.333154			
22	Сумма	845655		Коефіцієнти асиметрії	-0.32559	~	-0.32848			
23	Счет	170		Коефіцієнт ексцесу	-0.05902	~	-0.02411			

Рис. 1.8. Результати показників варіації для 3 способів

Бачимо що всі значення або однакові або наближені, крім значення коефіцієнту ексцесу.

4. Зробіть висновок про однорідність вибірки.

5. Зробіть висновок про близькість до нормального розподілу.

При аналізі показників варіації можна використовувати такі правила:

- Вибірка вважається однорідною, якщо коефіцієнт варіації  $V\sigma \leq 30\%$ ;
- Якщо коефіцієнти асиметрії та ексцесу близькі до нуля, то форму розподілу можна вважати близькою до нормальної. Критичні значення А і Е обчислюють за формулами:

$$D(A) = \frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)} = 0,0343, \quad D(E) = \frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)} = 0,1293,$$

де  $n = 170$ .

Критерій згоди:  $|A| \leq 3\sqrt{D(A)} \Rightarrow |A| \leq 0,5556$ ;  $|E| \leq 5\sqrt{D(E)} \Rightarrow |E| \leq 1,7979$

Отже, так як коефіцієнт варіації  $V\sigma \approx 9,3\%$  ( $\leq 30\%$ ), то вибірка вважається однорідною. А коефіцієнти асиметрії та ексцесу близькі до нуля, то форму розподілу можна вважати близькою до нормальної.

6. Проведіть групування даних двома способами:

- За допомогою стандартних функцій Excel;
- За допомогою статистичної надбудови.

7. Побудуйте зведені таблиці і порівняйте результати групування, отримані двома способами.

Групування за допомогою статистичної надбудови

Спочатку створимо таблицю нижніх меж інтервалів групування.

	A	B	C	D	E	F	G
25	5669.91106	5670					
26	5726.022336	5726		Кармани			
27	4584.863417	4585		3800			
28	5597.218559	5597		4200			
29	4789.522462	4790		4600			
30	5696.365987	5696		5000			
31	5097.519433	5098		5400			
32	4611.749217	4612					
33	4942.942281	4943					
34	5284.546786	5285					
35	4546.023446	4546					
36	4276.601557	4277					
37	5660.459136	5660					
38	4629.349077	4629					

Гистограмма

Входные данные

Входной интервал: \$B\$9:\$B\$178

Интервал карманов: \$D\$27:\$D\$31

☐ Метки

Параметры вывода

☒ Выходной интервал: \$E\$26

☐ Новый рабочий лист:

☐ Новая рабочая книга

☐ Сортировка (отсортированная гистограмма)

☐ Интегральный процент

☒ Вывод графика

OK

Отмена

Справка

Рис.1.9 Встановлення функції Гістограма

Для групування даних за допомогою статистичної надбудови вибираємо меню [Сервіс → Аналіз даних → Гістограма]. Вказуємо наступні параметри:

#### Вхідні дані:

- Вхідний інтервал – вибірка вихідних даних;
- Інтервал кишень – нижні межі інтервалів групування.

#### Параметри виходу:

- Вхідний інтервал – розташування результатів групування на аркуші;
- Виведення графіка – побудова гістограми.
- Інтегральний відсоток – обчислення накопичених частот.

Результат роботи функції Гістограма представлений на Рис. 1.10.

	D	E	F
25			
26	Кармани	Карман	Частота
27	3800	3800	2
28	4200	4200	8
29	4600	4600	24
30	5000	5000	48
31	5400	5400	54
32		Еще	34

Рис. 1.10 Результат виклику функції «Гістограма»

Згенеровану таблицю необхідно доповнити відсутніми стовпчиками. Графік необхідно настроїти для коректного відображення.

Таблицю необхідно доповнити наступними стовпцями:

- Інтервал - підписи для стовпців гістограми у вигляді текстових міток, що описують межі інтервалів групування;
- Частота  $n_i$  ;
- Відносна частота  $n_i, (\%)$ ;
- Накопичена частота  $K_i, (\%)$ .



У графі **Всього** виконують підрахунок суми частот.

Для обчислення відсутніх характеристик інтервалів слід використовувати формули. Наприклад, для обчислення накопиченої частоти для інтервалу 3800-4200 (комірка J28) використовується формула =J27+I28.

Обчислення відносної частоти для інтервалу <3800 (комірка I27) виконується за допомогою формули: =100\*\$H27/\$H\$33.

Після обчислень слід переконатися у відсутності грубих помилок. Наприклад, накопичена частота повинна дорівнювати 100%.

Розташування стовпчиків гістограми має відповідати межах інтервалів групування даних. Для настройки графіка клацніть по стовпчику гістограми курсором і натисніть праву кнопку миші. Виберіть [Формат рядів даних → Параметри] і встановіть нульове значення параметрів Перекриття та Ширина зазору.

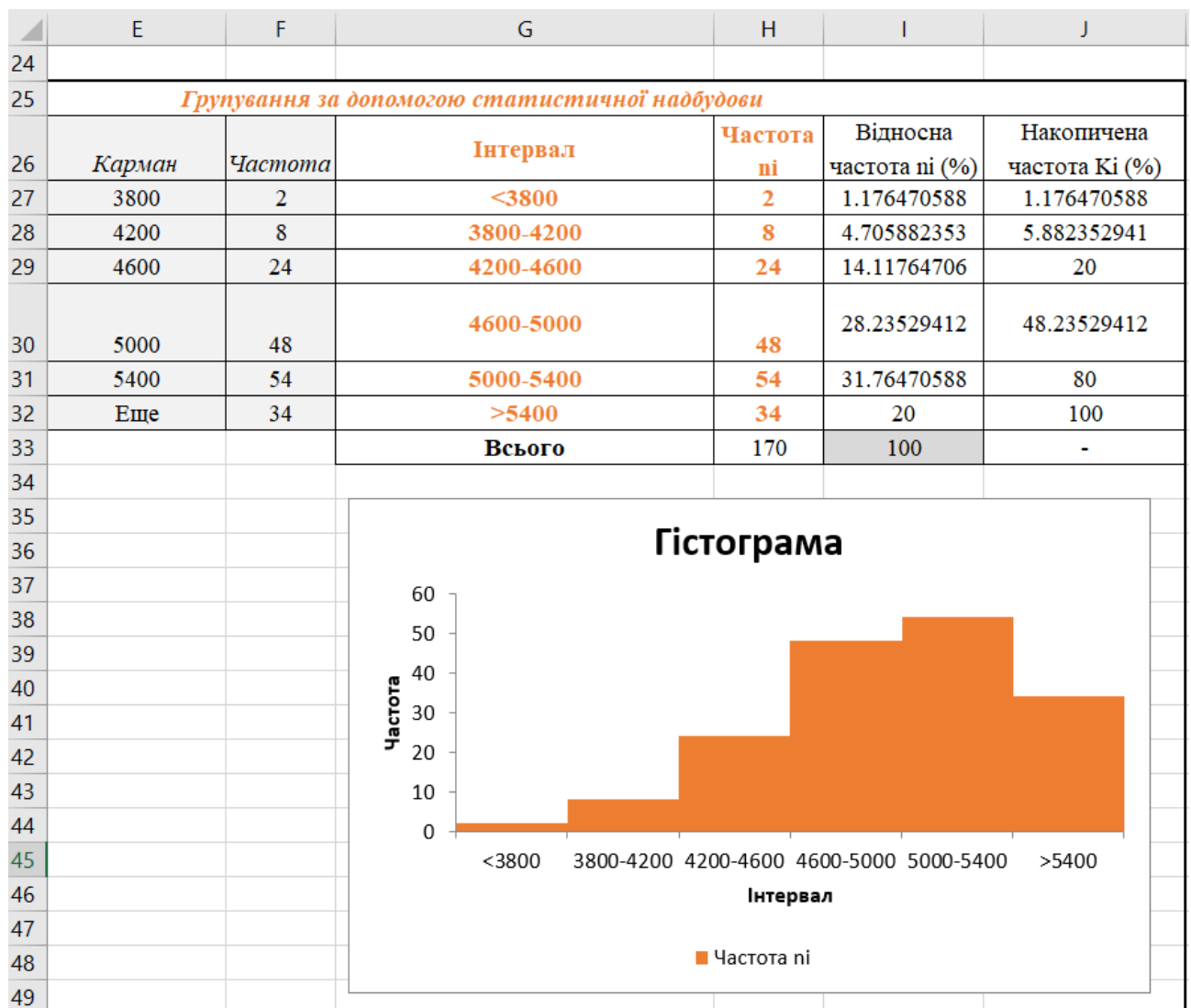


Рис. 1.11 Результат після доповнення таблиці та настройки графіка



## Групування за допомогою формул

Приклад групування за допомогою формул наводиться на рис. 1.13. Підрахунок частоти потрапляння в інтервал значень визначається як різниця кількості значень менше верхньої межі і менше нижньої межі інтервалу. Наприклад, частота для першого інтервалу (комірка Q29) розрахована за допомогою функції *СЧЁТЕСЛИ*:

$$\text{СЧЁТЕСЛИ}(\text{В:В}; "<=" \& \text{O29}) - \text{СЧЁТЕСЛИ}(\text{В:В}; "<=" \& \text{N29})$$

Відносна часта та накопичена частота розраховуються як у попередній частині про групування за допомогою статистичної надбудови.

За даною таблицею будується гістограма для цього вибираємо в меню [Вставка → Діаграма → Гістограма → Звичайна гістограма]. Переходимо на закладку Ряд і натискаємо кнопку Додати. Натискаємо кнопку Значення і вказуємо діапазон значень частот. Натискаємо кнопку Підпису осі Х і вказуємо діапазон міток для осі Х. натискаємо кнопки Далі → Готово. Як міток можна вказати середини інтервалів групування.

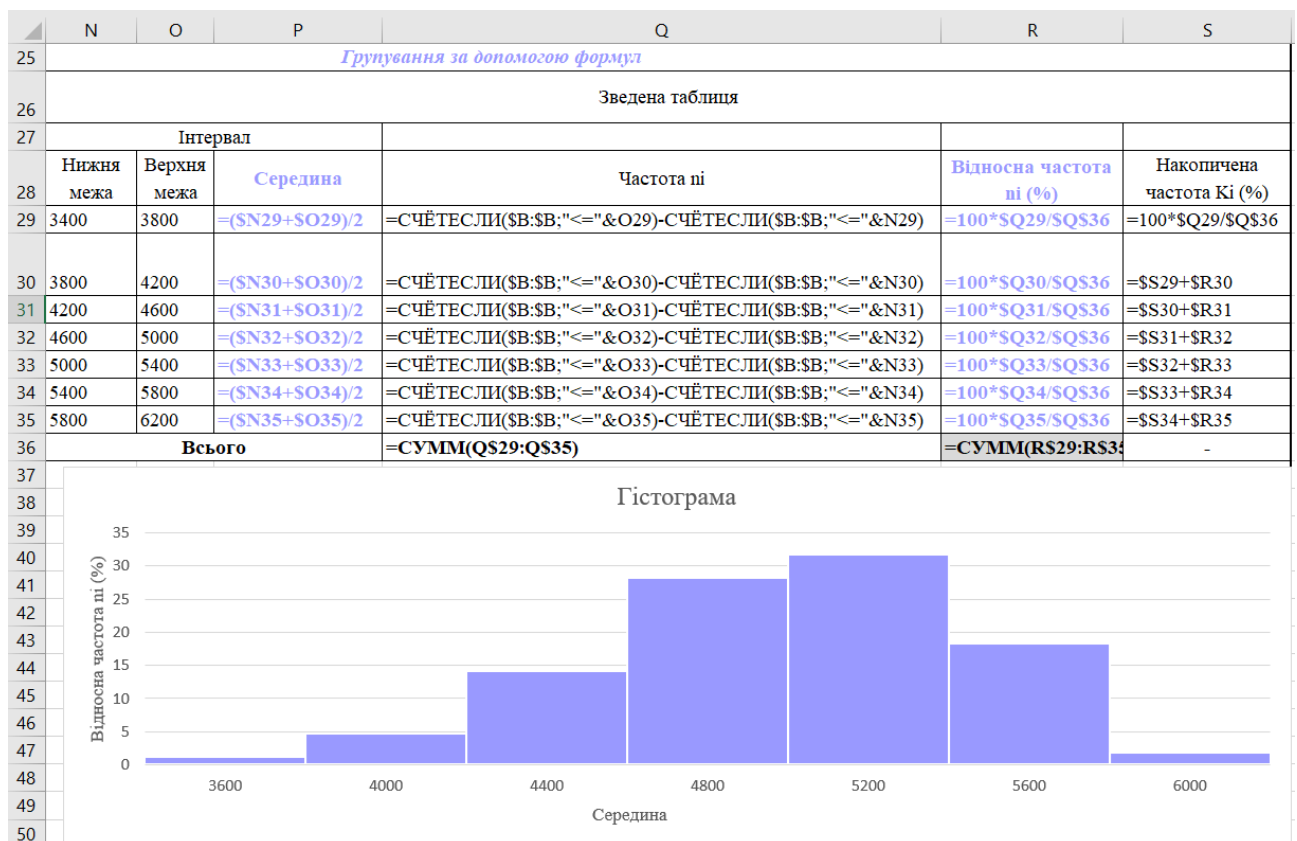


Рис. 1.12 Формули для зведеної таблиці та гістограма

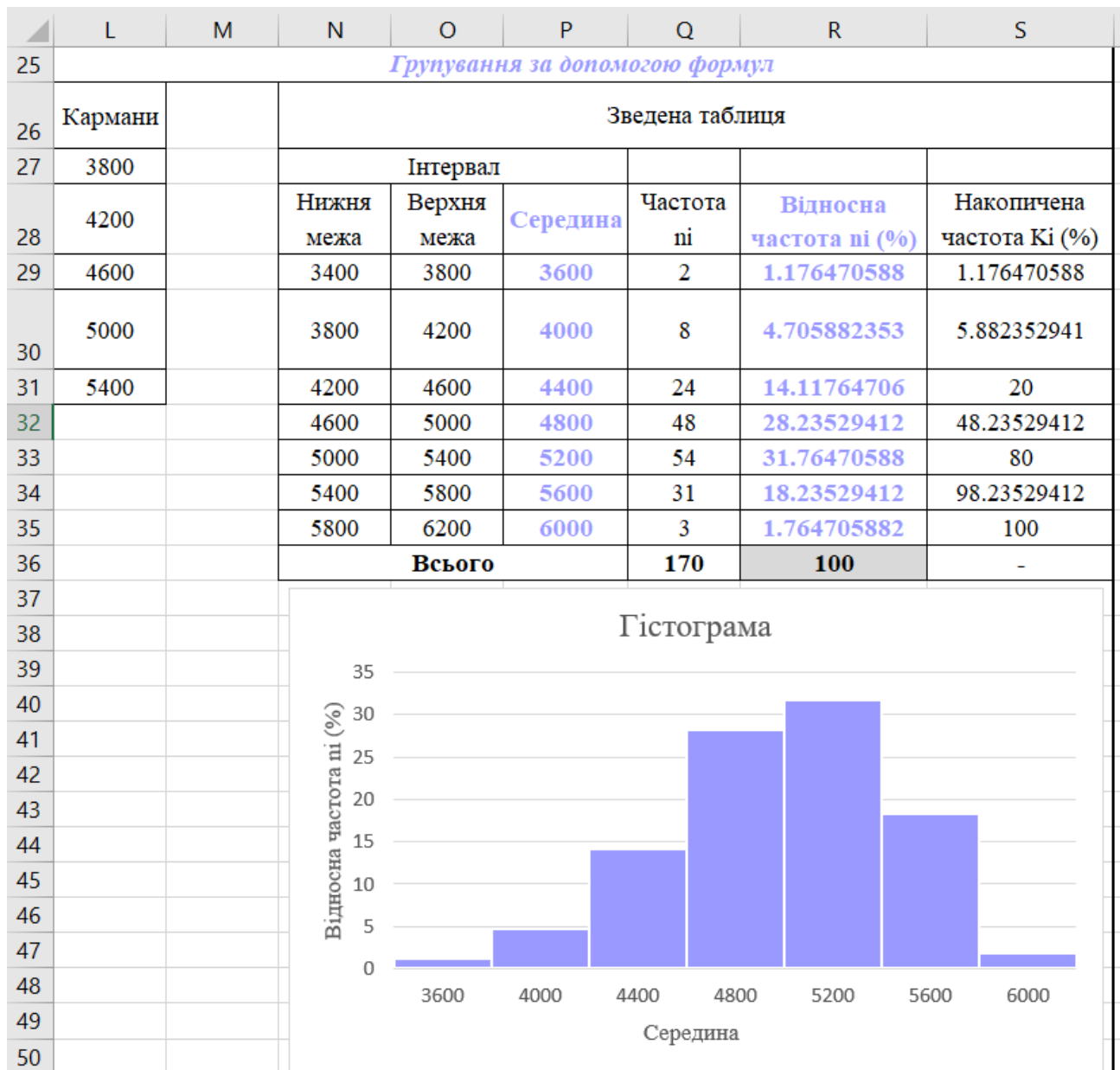


Рис. 1.13 Гістограма за результатом групування

Побудували зведені таблиці і далі порівнюємо результати групування, отримані двома способами.

Поглянемо на таблиці отримані 2 способами (рис. 1.14).

	E	F	G	H	I	J
25	<i>Групування за допомогою статистичної надбудови</i>					
26	Карман	Частота	Інтервал	Частота	Відносна частота	Накопичена частота
27	3800	2	<3800	2	1.176470588	1.176470588
28	4200	8	3800-4200	8	4.705882353	5.882352941
29	4600	24	4200-4600	24	14.11764706	20
30	5000	48	4600-5000	48	28.23529412	48.23529412
31	5400	54	5000-5400	54	31.76470588	80
32	Еще	34	>5400	34	20	100
33			Всього	170	100	-

	L	M	N	O	P	Q	R	S
25	Групування за допомогою формул							
26	Кармани		Зведена таблиця					
27	3800		Інтервал			Частота	Відносна частота пі (%)	Накопичена частота Кі (%)
28	4200		Нижня межа	Верхня межа	Середина	пі		
29	4600		3400	3800	3600	2	1.176470588	1.176470588
30	5000		3800	4200	4000	8	4.705882353	5.882352941
31	5400		4200	4600	4400	24	14.11764706	20
32			4600	5000	4800	48	28.23529412	48.23529412
33			5000	5400	5200	54	31.76470588	80
34			5400	5800	5600	31	18.23529412	98.23529412
35			5800	6200	6000	3	1.764705882	100
36			Всього			170	100	-

Рис. 1.14 Гістограми за результатом групування 2 способами

Можемо побачити що відносні та накопичені частоти відповідних інтервалів співпадають.

8. Побудуйте гістограму, полігон і кумуляту двома способами:

- За допомогою статистичної надбудови
- «Вручну».

Використаємо відповідні дані отримані за допомогою статистичної надбудови та за допомогою формул відповідно до попереднього кроку.

В першому випадку кумулята – Інтегральний відсоток.

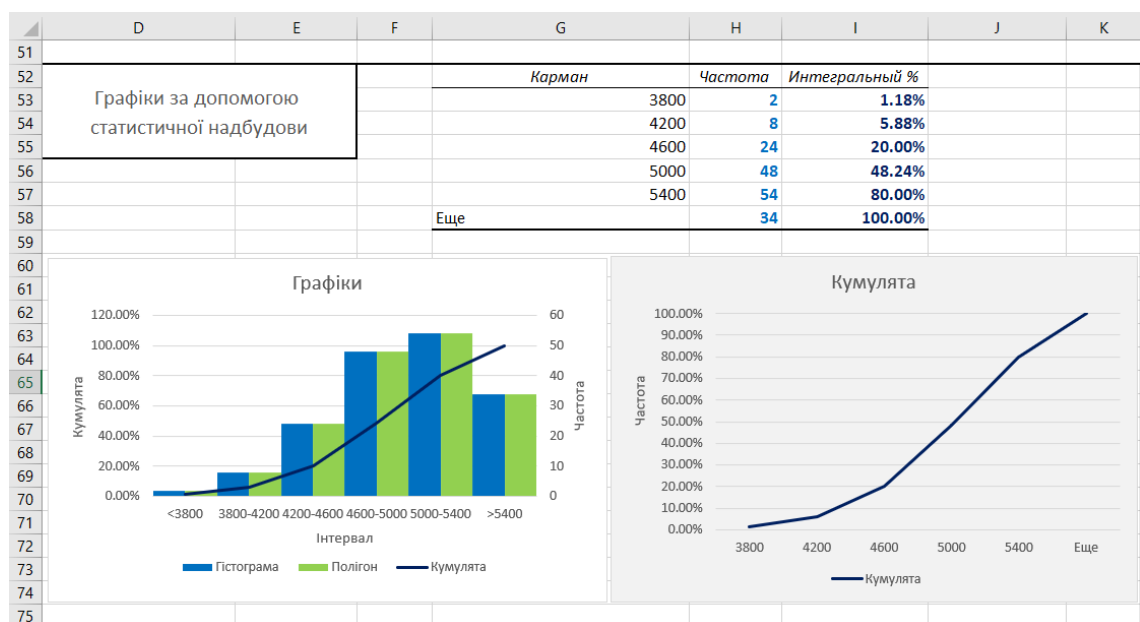


Рис. 1.15 Гістограма, полігон та кумулята за допомогою статистичної надбудови

У другому випадку кумулята - Накопичена частота,  $K_i$  (%).

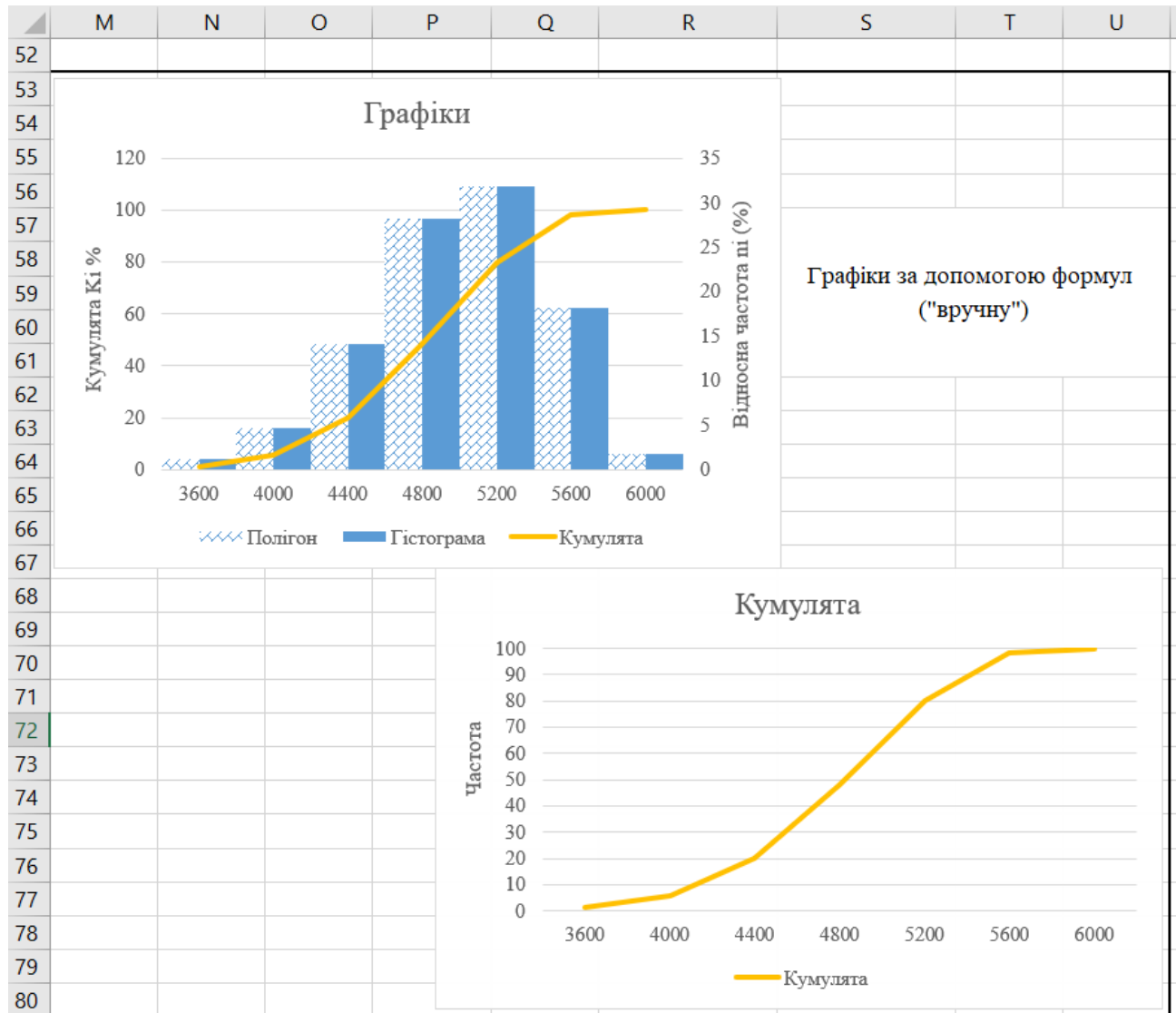


Рис. 1.16 Гістограма, полігон та кумулята за допомогою формул (вручну)

### 9. Побудуйте гістограми теоретичного та емпіричного розподілів на одному графіку.

Вихідна вибірка генерується за стандартним законом розподілу з параметрами відповідно до варіанта завдання. Щоб порівняти фактичний і теоретичний розподіл, необхідно побудувати їх графіки. Для роботи з теоретичними розподілами використовуються готові статистичні функції, наприклад, *НОРМРАСП* і *НОРМОБР*.

Щоб обчислити значення теоретичної ймовірності попадання випадкової величини в інтервал  $[x_1, x_2]$ , необхідно знайти різницю ймовірності попадання в інтервали  $[0, x_2]$  і  $[0, x_1]$ . Наприклад, ймовірність попадання випадкової величини в інтервал  $[3400, 3800]$  для нормального закону розподілу із середнім 5000 і стандартним відхиленням 500, дорівнює:

= НОРМРАСП (3800; 5000; 500; ІСТИНА) -НОРМРАСП (3400; 5000; 500; ІСТИНА).

Побудуємо необхідні таблиці з даними для теоретичного та фактичного розподілу та графік розподілів.

	T	U	V	W	X	Y	Z
25							
26		<b>Теоретичний і фактичний розподіл</b>					
27					<b>Теоретичний розподіл</b>	<b>Фактичний розподіл</b>	
28		Теоретичний розподіл нижньої межі	Теоретичний розподіл верхньої межі	Різниця теоретичних розподілів	<b>Різниця теоретичних розподілів, %</b>	<b>Відносна частота, %</b>	<b>Середина інтервалу</b>
29		0.000360832	0.005831368	0.005470536	0.547053631	1.176470588	3600
30		0.005831368	0.048139981	0.042308613	4.230861293	4.705882353	4000
31		0.048139981	0.210659069	0.162519088	16.25190879	14.11764706	4400
32		0.210659069	0.521886639	0.31122757	31.12275699	28.23529412	4800
33		0.521886639	0.819619231	0.297732592	29.77325923	31.76470588	5200
34		0.819619231	0.961880732	0.1422615	14.22615004	18.23529412	5600
35		0.961880732	0.995755387	0.033874655	3.38746555	1.764705882	6000

	T	U	V	W	X	Y	Z
25							
26		<b>Теоретичний і фактичний розподіл</b>					
27					<b>Теоретичний</b>	<b>Фактичний</b>	
28		Теоретичний розподіл нижньої межі	Теоретичний розподіл верхньої межі	Різниця теоретичних розподілів	<b>Різниця теоретичних розподілів, %</b>	<b>Відносна частота, %</b>	<b>Середина інтервалу</b>
29		=НОРМ.РАСП(\$N29; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=НОРМ.РАСП(\$O29; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=\$V29 - \$U29	=W29 * 100	=SR29	=(N29+\$O29)/2
30		=НОРМ.РАСП(\$N30; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=НОРМ.РАСП(\$O30; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=\$V30 - \$U30	=W30 * 100	=SR30	=(N30+\$O30)/2
31		=НОРМ.РАСП(\$N31; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=НОРМ.РАСП(\$O31; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=\$V31 - \$U31	=W31 * 100	=SR31	=(N31+\$O31)/2
32		=НОРМ.РАСП(\$N32; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=НОРМ.РАСП(\$O32; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=\$V32 - \$U32	=W32 * 100	=SR32	=(N32+\$O32)/2
33		=НОРМ.РАСП(\$N33; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=НОРМ.РАСП(\$O33; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=\$V33 - \$U33	=W33 * 100	=SR33	=(N33+\$O33)/2
34		=НОРМ.РАСП(\$N34; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=НОРМ.РАСП(\$O34; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=\$V34 - \$U34	=W34 * 100	=SR34	=(N34+\$O34)/2
35		=НОРМ.РАСП(\$N35; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=НОРМ.РАСП(\$O35; \$E\$11; \$E\$15;ІСТИНА)	=\$V35 - \$U35	=W35 * 100	=SR35	=(N35+\$O35)/2
36							

Рис. 1.17 Таблиці значень для теоретичного та фактичного розподілів

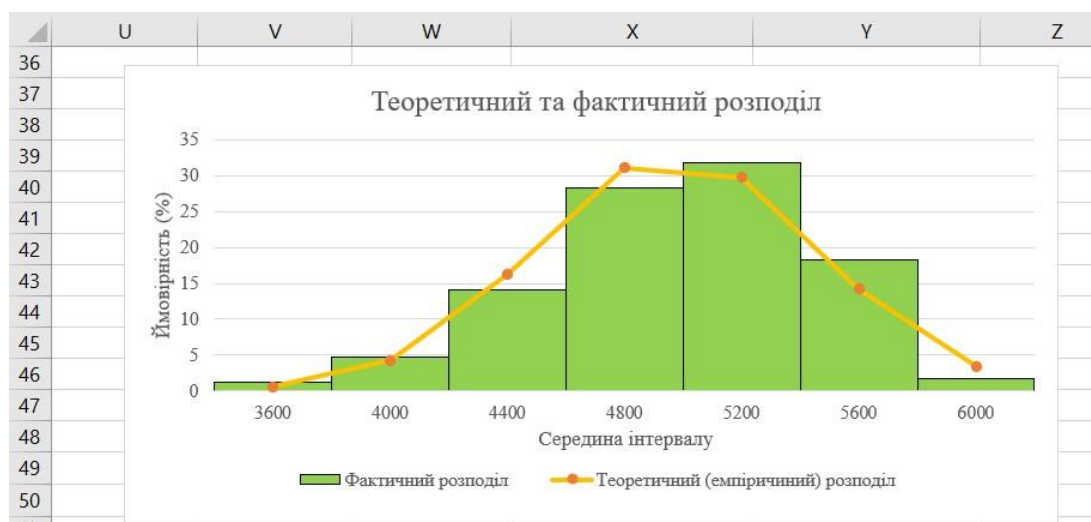


Рис. 1.18 Фактичний (емпіричний) та теоретичний розподіл

10. Зробіть висновок про близькість емпіричного розподілу до теоретичного. Емпіричний розподіл достатньо наближений до теоретичного.

## **Висновки**

В ході виконання практичної роботи було проаналізовано статистичні дані нормального розподілу по витратах енергії в умовних одиницях при проведенні експерименту. Були розраховані основні показники варіації. Під час аналізу отриманих результатів було встановлено, що вибірка однорідна та форма розподілу близька до нормальної. Це підтверджується показниками коефіцієнта варіації, асиметрії та ексцесу. Також були побудовані гістограми теоретичного та емпіричного розподілів, які показують близькість даного за умовою завдання розподілу до нормального.



## Контрольна задача до захисту практик 1 - 3

*8 В потомстві від схрещування шести пар золотистих хом'ячків отримано 39 золотистих і 14 білих особин. Визначте частку тих і інших та розрахуйте середнє квадратичне відхилення із абсолютних і відносних частот отриманих в потомстві особин.*

Зробимо розрахунки на новому аркуші з назвою «Контрольна задача».

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	<b>Контрольна задача</b>											
2	8 В потомстві від схрещування шести пар золотистих хом'ячків отримано 39 золотистих і 14 білих особин. Визначте частку тих і інших та розрахуйте середнє квадратичне відхилення із абсолютних і відносних частот отриманих в											
3	частку тих і інших та розрахуйте середнє квадратичне відхилення із абсолютних і відносних частот отриманих в											
4	потомстві особин.											
5												
6	Абсолютна частка			Відносна частка			Середнє квадратичне відхилення					
7	Золотистих	Білих	Всього	золотистих	білих		Абсолютні частоти		Відносні частоти			
8	39	14	53	0.735849057	0.26415		золоті	білі	золоті	білі		
9	Кількість особин						0.86603	0.51887	0.11896	0.07127		
10												
11												

Рис. 1.19 Розраховані величини для контрольної задачі на аркуші «Контрольна задача».

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Контрольна задача										
2	8 В потомстві від схрещування шести пар золотистих хом'ячків отримано 39 золотистих і 14 білих особин. Визначте частку тих і інших та розрахуйте середнє										
3	квадратичне відхилення із абсолютних і відносних частот отриманих в потомстві особин.										
4											
5											
6	Абсолютна частка			Відносна частка			Середнє квадратичне відхилення				
7	Золотистих	Білих	Всього	золотистих	білих		Абсолютні частоти		Відносні частоти		
8	39	14	=A8+B8	=A8/C8	=B8/C8		золоті	білі	золоті	білі	
9	Кількість особин						=КОРЕНЬ(A8/(\$C\$8-1))	=КОРЕНЬ(B8/(\$C\$8-1))	=КОРЕНЬ(D8/(\$C\$8-1))	=КОРЕНЬ(E8/(\$C\$8-1))	
10											

Рис. 1.20 Формули для розрахованих величин контрольної задачі



## ДОДАТОК А

Таблиця 1.1

Показники варіації

Назва	Позначення	Назва у зводній таблиці	Метод обчислення	Формула Excel
1	2	3	4	5
Розмах варіації	R	Інтервал	Різниця максимального і мінімального значень	МАКС(інтервал)-МІН(інтервал)
Об'єм вибірки	n	Рахунок	Кількість статистичних одиниць	РАХУНОК(інтервал)
Медіана	Me	Медіана	Центральне значення відсортованої вибірки	МЕДІАНА(інтервал)
Мода	Mo	Мода	Найбільш часто зустрічається значення	МОДА(інтервал)
Середнє	$\bar{x}$	Середнє	Середнє арифметичне	СРЗНАЧ(інтервал)
Середнє лінійне відхилення	$\delta, d$	-	Середній модуль відхилення від середнього значення	СРВІДХ(інтервал)
Дисперсія	$\sigma^2$	Дисперсія	Середній квадрат відхилення від середнього значення	ДИСП(інтервал)
Середнє квадратичне відхилення	$\sigma$	-	середнє квадратичне відхилення від середнього значення	СТАНДВІДХ(інтервал)
Середнє квадратичне відхилення(незміщена оцінка)	$\sigma$	Стандартне відхилення	середнє квадратичне відхилення від середнього значення з поправкою на обсяг вибірки	СТАНДВІДХ(інтервал)- незміщена оцінка

Закінчення таблиці 1.1

1	2	3	4	5
Коефіцієнт осциляції	$V_R$	-	$V_R = \frac{R}{\bar{x}} * 100$	-
Лінійний коефіцієнт варіації	$V_d$	-	$V_d = \frac{d}{\bar{x}} * 100$	-
Коефіцієнт варіації	$V_\sigma$	-	$V_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100$	-
Коефіцієнти асиметрії	A	асиметричність	$A_s = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^3}{n\sigma^3}$	-
Коефіцієнт ексцесу	E	ексцес	$E_x = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^4}{n\sigma^4} - 3$	-

## Варіанти завдання

Таблиця 1.2

№ варіанта	Випадкова величина	Параметри		n
	<b>Рівномірний розподіл</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	
1	Зріст,см	155	190	150
2	Вага,кг	40	90	100
3	Витрати на споживання	2000	3500	170
4	Місячна зарплата, грн.	3000	7000	180
5	ВВП.трлн. дол.	2	5	180
	<b>Нормальний розподіл</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma</math></b>	
6	Ціна автомобіля,тис.дол.	20	5	140
7	Число студентів у групі, чол.	31	10	190
8	Витрати енергії в умовних одиницях при проведенні експерименту	5000	500	170
9	Чисельність складових	20	4	150
10	Тривалість експерименту, хв.	240	60	140