

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання розрахунково-графічної роботи
з навчальної дисципліни

**«ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ,
ЙМОВІРНІСНІ ПРОЦЕСИ
ТА МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА»**

*(для здобувачів 2 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальностей
122, F3 – Комп'ютерні науки)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси та математична статистика» (для здобувачів 2 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальностей 122, F3 – Комп'ютерні науки) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. М. В. Булаєнко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 44 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. М. В. Булаєнко

Рецензент

О. Б. Костенко, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою комп'ютерних наук та інформаційних технологій, протокол № 17 від 30.04.2025

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Вимоги до оформлення звіту з розрахунково-графічної роботи.	5
2 Завдання розрахунково-графічної роботи	6
3 Окремі закони розподілу неперервних випадкових величин	7
3.1 Рівномірний закон розподілу	7
3.2 Показовий закон розподілу	8
3.3 Нормальний закон розподілу	9
4 Приклад виконання розрахунково-графічної роботи	10
5 Варіанти індивідуальних завдань	27
Список рекомендованих джерел.	37
Додаток А	38
Додаток Б	39
Додаток В	40
Додаток Г	42

ВСТУП

Теорія ймовірностей та математична статистика є невід'ємною складовою підготовки фахівців у галузі комп'ютерних наук. Вона забезпечує засоби для збору, аналізу, інтерпретації та візуалізації даних, що набуває особливої актуальності в умовах широкого використання методів обробки інформації, машинного навчання, штучного інтелекту та аналізу великих даних.

Розрахунково-графічна робота з математичної статистики має на меті закріпити теоретичні знання студентів і сформувати практичні навички статистичного аналізу, включаючи оцінку параметрів розподілу, побудову довірчих інтервалів, перевірку статистичних гіпотез та регресійний аналіз. Особлива увага приділяється використанню сучасного програмного забезпечення, зокрема мов програмування Python, систем комп'ютерної алгебри та візуалізаційних бібліотек, що сприяє інтеграції математичних методів у професійну діяльність майбутніх ІТ-фахівців.

Виконання цієї роботи дозволить студентам:

- оволодіти методами описової та інференційної статистики;
- розвивати навички самостійного формулювання задач і вибору адекватних методів їхнього розв'язання;
- сформувати розуміння статистичної обробки результатів експериментів і моделювання реальних процесів;
- підготуватися до використання статистичних методів у професійній діяльності, зокрема в задачах тестування програмного забезпечення, аналізу продуктивності систем, обробки логів та телеметрії.

Методичні рекомендації містять типові приклади задач, алгоритми їхнього розв'язання, а також рекомендації щодо оформлення результатів та візуалізації даних. Робота орієнтована на студентів денної та заочної форм навчання.

1 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З РОЗРАХУНОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Звіт повинен містити:

1. Титульний аркуш (див. дод. А).
2. Зміст – формується автоматично.
3. Текст пояснювальної записки.
4. Висновки.
5. Параметри форматування пояснювальної записки:
 - а) гарнітура – Times New Roman;
 - б) розмір шрифту – 14 pt;
 - в) усі поля 2 см;
 - г) верхні колонтитули парних сторінок – прізвище, ім'я, по батькові студента з вирівнюванням праворуч сторінки;
 - д) верхні колонтитули непарних сторінок – номер групи студента з вирівнюванням по лівому краю сторінки;
 - е) нижні колонтитули – номери сторінок із вирівнюванням по центру сторінки;
 - ж) усі формули нумеруються;
 - и) всі таблиці мають бути підписані;
 - к) всі графіки мають бути підписані.

2 ЗАВДАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

1. Вихідними даними для виконання індивідуального завдання є вибірка обсягом 100 значень вимірювання деякої випадкової величини, рівні значущості і довірчої ймовірності для вирішення конкретних статистичних завдань.

2. При виконанні індивідуального завдання необхідно вирішити такі завдання:

I. Побудувати групований статистичний ряд розподілу дослідженої випадкової величини за експериментальними даними.

II. Побудувати гістограму і полігон відносних частот.

III. Знайти емпіричну функцію розподілу, побудувати її графік.

IV. Обчислити числові характеристики вибірки: вибіркове середнє, дисперсію, середнє квадратичне відхилення (3 способами: по всій вибірці, по групованих даних, за допомогою функцій Excel), моду, медіану.

V. Знайти точкові оцінки вибіркового середнього, дисперсії та середнє квадратичне відхилення. Знайти інтервальні оцінки параметрів розподілу для рівнів значущості $\varepsilon = \{0,1; 0,05; 0,01; 0,001\}$.

VI. Висунути гіпотезу про вид закону розподілу випадкової величини і побудувати теоретичну криву щільності розподілу.

VII. Перевірити гіпотезу про закон розподілу випадкової величини за методом критерій узгодженості χ^2 для рівнів значущості $\varepsilon = \{0,1; 0,05; 0,01; 0,001\}$.

3 ОКРЕМІ ЗАКОНИ РОЗПОДІЛУ НЕПЕРЕРВНИХ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН

3.1 Рівномірний закон розподілу

Неперервна випадкова величина розподілена за рівномірним законом, якщо її щільність розподілу має вигляд:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [a, b]; \\ c, & x \in [a, b]. \end{cases} \quad (3.1)$$

Рівномірний закон розподілу має два параметри: a і b .

Інтегральна функція розподілу має вигляд:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x < a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ 1, & x > b. \end{cases} \quad (3.2)$$

Графіки щільності розподілу та інтегральної функції для рівномірно розподіленої випадкової величини мають вигляд, наведений на рисунках 3.1. і 3.2.

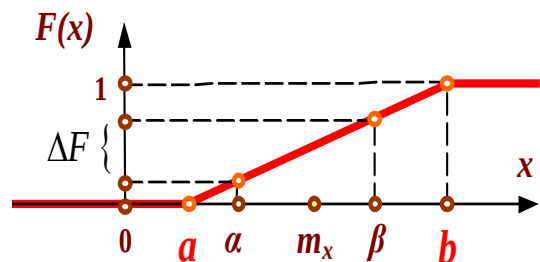
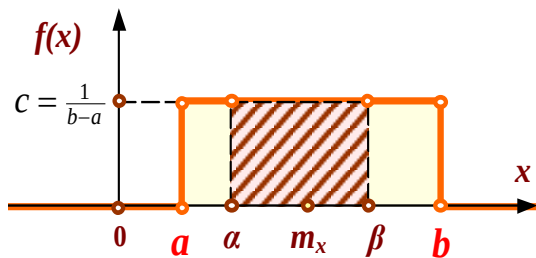


Рисунок 3.1 – Щільність розподілу $f(x)$ Рисунок 3.2 – Інтегральна функція $F(x)$

Числові характеристики

$$M(X) = \frac{a+b}{2} \quad .. \quad (3.3)$$

$$D(X) = \frac{(b-a)^2}{12} \quad . \quad (3.4)$$

$$\sigma_x = \sqrt{D(X)} = \frac{(b-a)\sqrt{3}}{6} \quad . \quad (3.5)$$

Імовірність влучення випадкової величини в заданий діапазон $[\alpha, \beta]$, якщо цей діапазон входить у діапазон $[a, b]$, можна визначити за формулою:

$$P\{\alpha \leq X \leq \beta\} = \frac{\beta - \alpha}{b - a} \quad . \quad (3.6)$$

3.2 Показовий закон розподілу

Неперервна випадкова величина розподілена за показовим законом, якщо її щільність розподілу має вигляд:

$$f(t) = \begin{cases} 0, & x < 0; \\ \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0, \end{cases} \quad (3.7)$$

де λ – інтенсивність подій, тобто кількість подій в одиницю часу.

Інтегральна функція випадкової величини, розподіленої за показовим законом, визначається виразом

$$F(t) = \begin{cases} 0, & x < 0; \\ 1 - e^{-\lambda x}, & x \geq 0. \end{cases} \quad (3.8)$$

Графіки щільності розподілу і інтегральної функції для випадкової величини, розподіленої за показовим законом, має вигляд, наведений на рисунках 3.3. та 3.4.

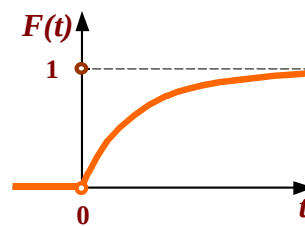
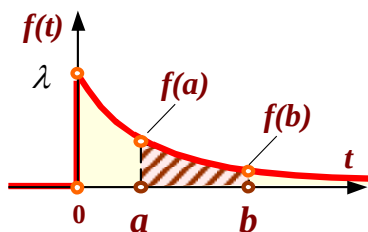


Рисунок 3.3 – Щільність розподілу $f(t)$ Рисунок 3.4 – Інтегральна функція $F(t)$

Показовий закон розподілу має тільки один параметр λ .

Числові характеристики

$$M(X) = \frac{1}{\lambda} \quad (3.9)$$

$$D(X) = \frac{1}{\lambda^2} \quad (3.10)$$

$$\sigma_x = \sqrt{D(X)} = \frac{1}{\lambda} \quad (3.11)$$

Імовірність влучення випадкової величини в заданий діапазон $[a, b]$, якщо цей діапазон входить у діапазон $[0, \infty]$, можна визначити за формулою:

$$P\{a \leq X \leq b\} = e^{-\lambda a} - e^{-\lambda b}. \quad (3.12)$$

3.3 Нормальний закон розподілу

Неперервна випадкова величина розподілена за нормальним законом, якщо її щільність розподілу має вигляд:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3.13)$$

де σ і m – параметри розподілу.

Інтегральна функція розподілу визначається виразом:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t)dt = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2}} dt = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2}} dt. \quad (3.14)$$

Графіки щільності розподілу і інтегральної функції для випадкової величини, розподіленої за нормальним законом, має вигляд, наведений на рисунках 3.5. та 3.6.

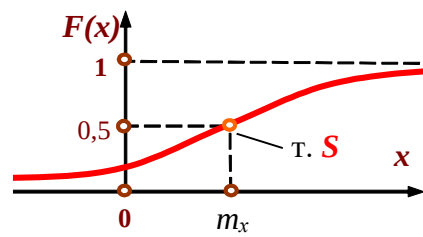
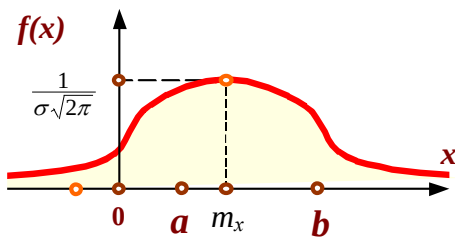


Рисунок 3.5 – Щільність розподілу $f(x)$ Рисунок 3.6 – Інтегральна функція $F(x)$

Числові характеристики

$$M(X) = m \quad (3.15)$$

$$D(X) = \sigma^2 \quad (3.16)$$

$$\sigma_x = \sqrt{D(X)} = \sigma \quad (3.17)$$

Імовірність влучення випадкової величини в заданий діапазон $[a, b]$ можна визначити за формулою:

$$P\{a \leq X \leq b\} = \Phi\left(\frac{b-m}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a-m}{\sigma}\right) = \Phi(x_2) - \Phi(x_1). \quad (3.18)$$

де $\Phi(x)$ – функція Лапласа (дод. В).

4 ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Задано 100 значень виміру деякої випадкової величини:

0,9013	3,696 8	-1,005 5	4,423 8	0,035 3	2,425 5	-1,708 8	9,498 1
3,7026	9,219 0	-2,250 0	14,220 2	8,803 3	14,671 9	1,316 8	-1,422 8
-7,3206	1,835 2	-0,140 5	3,154 1	-5,248 7	4,155 2	9,895 3	-2,768 3
6,5053	4,212 9	-6,140 3	5,164 6	8,068 3	-4,891 2	10,609 8	-7,137 2
-0,5027	2,762 0	23,498 4	-7,054 4	0,062 3	9,986 3	1,998 9	-9,462 7
4,8624	8,458 4	16,351 8	4,467 6	10,143 2	4,006 0	6,719 4	6,187 5
7,0954	8,132 0	-8,956 3	-0,388 4	8,259 9	3,423 4	1,618 2	7,350 2
11,9895	6,686 8	-3,272 0	-0,655 7	0,586 2	3,630 6	5,721 3	-9,977 3
9,2201	5,596 2	6,590 2	9,909 4	1,411 9	5,973 4	-3,856 8	2,674 7
7,8625	12,272 6	1,193 5	8,760 6	3,943 1	-1,257 6	6,892 6	-2,725 1
-0,1078	6,235 2	1,407 2	12,876 0	-2,332 0	-0,433 1	10,466 5	6,812 1
0,9647	4,761 7	1,444 1	3,138 9	8,292 9	6,679 3	-4,684 8	-4,031 7
1,9004	-2,990 1	-1,330 2	9,081 7				

I Групуваний статистичний ряд розподілу.

1. Знайдемо $x_{min} = -9,9773$ і $x_{max} = 23,4984$.

Розмах вибірки $R = x_{max} - x_{min} = 23,4984 - (-9,9773) = 33,4757$.

Обсяг вибірки $n = 100$.

2. Кількість інтервалів розбиття $k = 12$.

Довжина інтервалу розбиття $\Delta = \frac{x_{max} - x_{min}}{k}$,

$$\Delta = \frac{23,4984 - (-9,9773)}{12} = 2,7896$$

3. Визначимо межі інтервалів $x_1^+ = x_{min}$, $x_1^{++} = x_1^+ + \Delta$.

$$x_1^+ = x_{min} = -9,9773.$$

$$x_1^{++} = x_1^+ + \Delta = -9,9773 + 2,7896 = -7,1877.$$

Визначимо середини інтервалів $\tilde{x}_i = \frac{x_i^+ + x_i^{++}}{2}$:

$$\tilde{x}_1 = \frac{x_1^+ + x_1^{++}}{2} = \frac{-9,9773 + (-7,1877)}{2} = -8,5825$$

4. Визначимо частоту влучення значення випадкової величини X в i – й інтервал за допомогою функції Excel «Частота»

$$=\{\text{ЧАСТОТА}(\text{B5:K14};\text{E17:E27})\}.$$

Розрахунки зведемо у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Групований статистичний ряд

Номер інтер-валу	Межі інтервалу		Середина інтервалу	Час-тота	Відносна частота	Ордината гістограми
k	x_i^+	x_i^{++}	$\tilde{x}_i$	n_i	$p_i = \frac{n_i}{n}$	$H_i = \frac{n_i}{n \cdot \Delta}$
1	-9,977 3	-7,187 7	-8,582 5	4	0,04	0,014 3
2	-7,187 7	-4,398 1	-5,792 9	6	0,06	0,021 5
3	-4,398 1	-1,608 5	-3,003 3	9	0,09	0,032 3
4	-1,608 5	1,181 1	-0,213 7	15	0,15	0,053 8
5	1,181 1	3,970 7	2,575 9	19	0,19	0,068 1
6	3,970 7	6,760 3	5,365 5	18	0,18	0,064 5
7	6,760 3	9,549 9	8,155 1	16	0,16	0,057 4
8	9,549 9	12,339 5	10,944 7	8	0,08	0,028 7
9	12,339 5	15,129 1	13,734 3	3	0,03	0,010 8
10	15,129 1	17,918 7	16,523 9	1	0,01	0,003 6
11	17,918 7	20,708 3	19,313 5	0	0	0
12	20,708 3	23,498 4	22,103 4	1	0,01	0,003 6

$$n = \sum_i n_i = 100 \quad \sum_i p_i = 1$$

II Гістограма і полігон відносних частот.

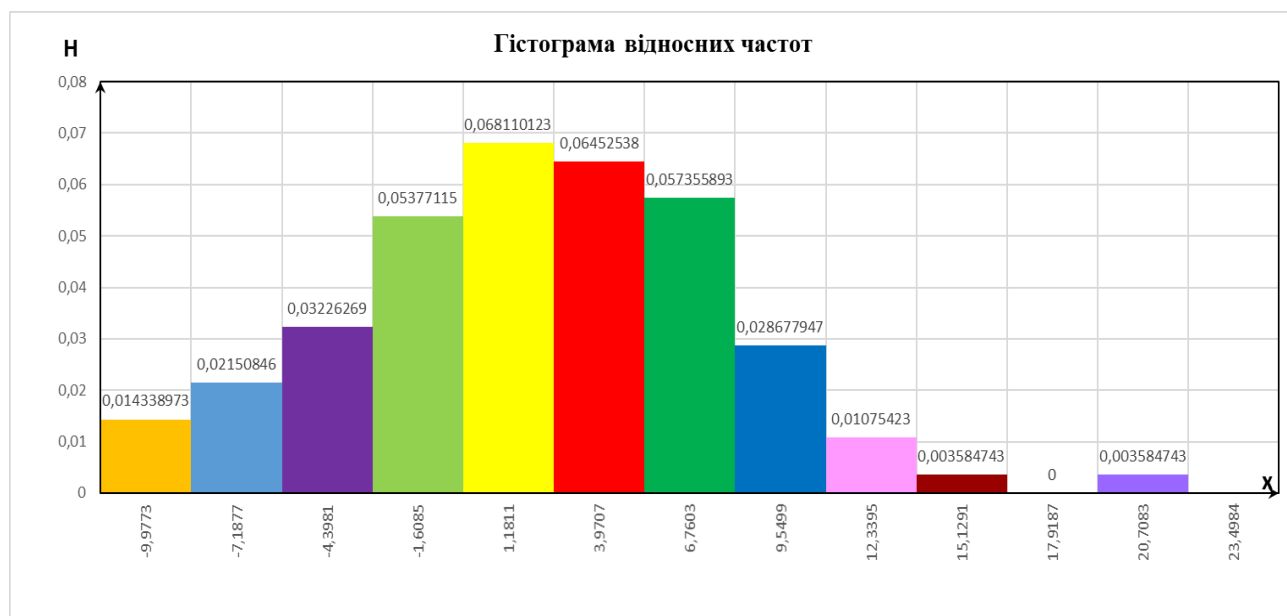


Рисунок 4.1 – Гістограма відносних частот



Рисунок 4.2 – Полігон відносних частот

III Емпірична функція розподілу.

$$F^*(x) = \begin{cases} 0, & x \leq \tilde{x}_1 \\ \frac{n_1}{n}, & \tilde{x}_1 < x \leq \tilde{x}_2 \\ \frac{n_1 + n_2}{n}, & \tilde{x}_2 < x \leq \tilde{x}_3 \\ \dots \dots \dots \\ \sum_{i=1}^I \frac{n_i}{n}, & \tilde{x}_{l-1} < x \leq \tilde{x}_l \\ 1, & x > \tilde{x}_l \end{cases} \quad (4.1)$$

$$F^*(x) = \begin{cases} 0; & x \leq -8,5825 \\ 0,04; & -8,5825 < x \leq -5,7929 \\ 0,1; & -5,7929 < x \leq -3,0033 \\ 0,19; & -3,0033 < x \leq -0,2137 \\ 0,34; & -0,2137 < x \leq 2,5759 \\ 0,53; & 2,5759 < x \leq 5,3655 \\ 0,71; & 5,3655 < x \leq 8,1551 \\ 0,87; & 8,1551 < x \leq 10,9447 \\ 0,95; & 10,9447 < x \leq 13,7343 \\ 0,98; & 13,7343 < x \leq 16,5239 \\ 0,99; & 16,5239 < x \leq 19,3135 \\ 0,99; & 19,3135 < x \leq 22,1034 \\ 1; & x > 22,1034 \end{cases}$$

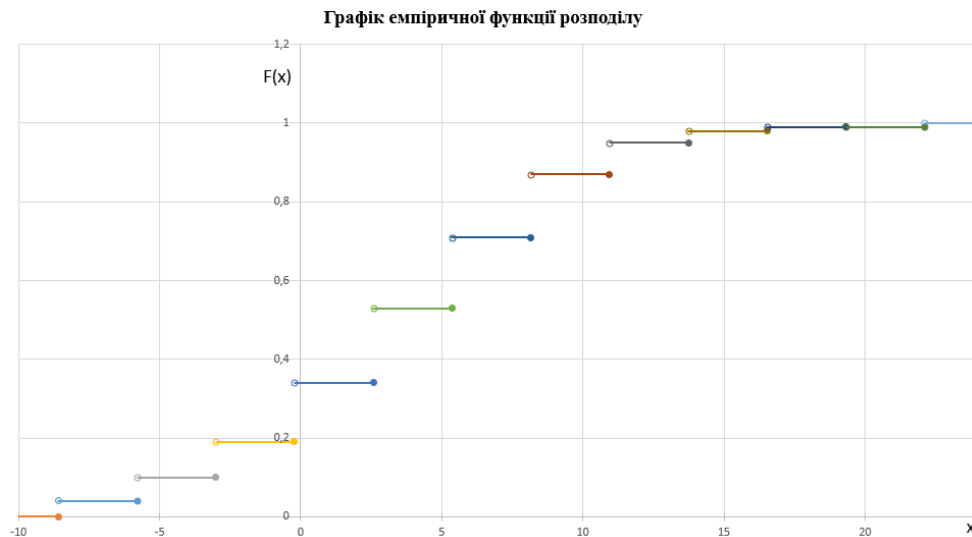


Рисунок 4.3 – Графік емпіричної функції розподілу

IV Числові характеристики вибірки.

1-й спосіб. По всій вибірці.

1. Вибіркове середнє:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{100} \cdot \sum_{i=1}^{100} x_i = 3,4282.$$

$$\bar{x} = 3,4282.$$

2. Дисперсія вибірки:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} (\sum_{i=1}^n x_i^2 - n(\bar{x})^2) = \frac{1}{99} (\sum_{i=1}^{100} x_i^2 - 100 \cdot 3,4282^2) = 35,9083.$$

$$S^2 = 35,9083.$$

3. Середнє квадратичне відхилення:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{35,9083} = 5,5595.$$

$$S = 5,5595.$$

2-й спосіб. По згрупованих даних.

1. Вибіркове середнє:

$$\begin{aligned} \bar{x}^* &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i \cdot \tilde{x}_i = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{12} n_i \cdot \tilde{x}_i = \frac{1}{100} (4 \cdot (-8,5825) + 6 \cdot (-5,7929) + \\ &+ 9 \cdot (-3,0033) + 15 \cdot (-0,2137) + 19 \cdot 2,5759 + 18 \cdot 5,3655 + 16 \cdot 8,1551 + \\ &+ 8 \cdot 10,9447 + 3 \cdot 13,7343 + 1 \cdot 16,5239 + 0 \cdot 19,3135 + 1 \cdot 22,1034) = \\ &= \frac{344,0679}{100} = 3,4407. \end{aligned}$$

$$\bar{x}^* = 3,4407.$$

2. Дисперсія вибірки:

$$\begin{aligned} S^{*2} &= \frac{1}{n-1} (\sum_{i=1}^k n_i \tilde{x}_i^2 - n(\bar{x}^*)^2) = \frac{1}{99} (\sum_{i=1}^{12} n_i \tilde{x}_i^2 - n(\bar{x}^*)^2) = \\ &= \frac{1}{99} \cdot (4 \cdot (-8,5825)^2 + 6 \cdot (-5,7929)^2 + 9 \cdot (-3,0033)^2 + 15 \cdot (-0,2137)^2 + \\ &+ 19 \cdot 2,5759^2 + 18 \cdot 5,3655^2 + 16 \cdot 8,1551^2 + 8 \cdot 10,9447^2 + 3 \cdot 13,7343^2 + \\ &+ 1 \cdot 16,5239^2 + 0 \cdot 19,3135^2 + 1 \cdot 22,1034^2 - 100 \cdot 3,4407^2) = 34,2237. \\ S^{*2} &= 34,2237. \end{aligned}$$

3. Середнє квадратичне відхилення:

$$S^* = \sqrt{S^{*2}} = \sqrt{34,2237} = 5,8501.$$

$$S^* = 5,8501.$$

3-й спосіб. За допомогою функцій Excel.

X_B = СРЗНАЧ;

D_B = ДИСП. В;

S^2 = ДИСП. Г;

S = СТАНДОТКЛОН. В

$$X_B = 3,4282,$$

$$D_B = 35,9083,$$

$$S^2 = 35,5492,$$

$$S = 5,9923.$$

Порівнюючи значення числових характеристик по всій вибірці і по згрупованих даних, ми бачимо розбіжності отриманих результатів, що говорить про те, що подання вибірки у вигляді групуваного ряду призводить до зміни інформації про задану вибірку.

4. Мода (μ).

Якщо дані згруповані в інтервали з частотами, моду можна знайти за формулою

$$\mu = x_m^+ + \frac{n_m - n_{m-1}}{(n_m - n_{m-1}) + (n_m - n_{m+1})} \cdot \Delta \quad (4.2)$$

де x_m^+ – нижня межа модального інтервалу;

n_m – частота модального інтервалу (найбільша);

n_{m-1} – частота передмодального інтервалу;

n_{m+1} – частота післямодального інтервалу;

Δ – ширина інтервалу.

Найбільша частота – **19**, вона відповідає інтервалу [1,1811; 3,9707]

$x_m^+ = 1,1811$, $n_m = 19$, $n_{m-1} = 15$, $n_{m+1} = 18$, $\Delta = 3,9707 - 1,1811 = 2,7896$.

$$\mu = x_m^+ + \frac{n_m - n_{m-1}}{(n_m - n_{m-1}) + (n_m - n_{m+1})} \cdot \Delta = 1,1811 + \frac{19 - 15}{(19 - 15) + (19 - 18)} \cdot 2,7896 = 3,4128.$$

5. Медіана.

Якщо дані згруповані в інтервали з частотами, медіану можна знайти за формулою

$$M_e = x_{me}^+ + \frac{\frac{n}{2} - F}{n_{me}} \cdot \Delta \quad (4.3)$$

де x_m^+ – нижня межа медіанного інтервалу;

n – загальна частота елементів у виборці;

F – накопичена частота перед медіанним інтервалом;

n_m – частота медіанного інтервалу;

Δ – ширина інтервалу.

$$n = 100,$$

$$\frac{n}{2} = \frac{100}{2} = 50$$

Знаходимо медіанний інтервал.

Будуємо накопичену частоту:

до 1-го інтервалу: 4,

до 2-го: $4 + 6 = 10$,

до 3-го: $10 + 9 = 19$,

до 4-го: $19 + 15 = 34$,

до 5-го: $34 + 19 = 53$.

Отже, **50** потрапляє в **5-й інтервал**: [1,1811; 3,9707].

$$x_m^+ = 1,1811, n_{me} = 19, F = 34, \Delta = 3,9707 - 1,1811 = 2,7896.$$

$$M_e = x_{me}^+ + \frac{\frac{n}{2} - F}{n_{me}} \cdot \Delta = 1,1811 + \frac{50 - 34}{19} \cdot 2,7896 = 3,5303.$$

V, а) точкові оцінки характеристик вибірки.

Як точкові оцінки характеристик вибірки обираємо числові характеристики за всією вибіркою.

$$\hat{m}_x = \bar{x} = 3,4282,$$

$$\hat{\delta}_x = S = 5,9923,$$

$$\hat{D}_x = S^2 = 35,9083;$$

V, б) інтервальні оцінки параметрів вибірки.

Побудуємо довірчі інтервали для математичного очікування і дисперсії, для рівнів значущості $\mathcal{E} = \{0,1; 0,05; 0,01; 0,001\}$.

Довірчий інтервал для вибіркового середнього

$$I_m = \left[\bar{x} - t_{\mathcal{E}}(n-1) \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}; \bar{x} + t_{\mathcal{E}}(n-1) \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} \right],$$

де $\bar{x}$ — точкова оцінка вибіркового середнього;

S — точкова оцінка середнього квадратичного відхилення;

n — обсяг вибірки;

$t_{\mathcal{E}}(n-1)$ — критична точка (квантиль) розподілу Стюдента, знайдена при $(n-1)$ степені свободи із заданим рівнем значущості $\mathcal{E}$.

$$t_{0,1}(100-1) = t_{0,1}(99) = 1,6604.$$

Значення квантиля розподілу Стюдента може бути знайдено у Excel за допомогою статистичної функції **СТЮДЕНТ.ОБР.2Х** (рис. 4.3).

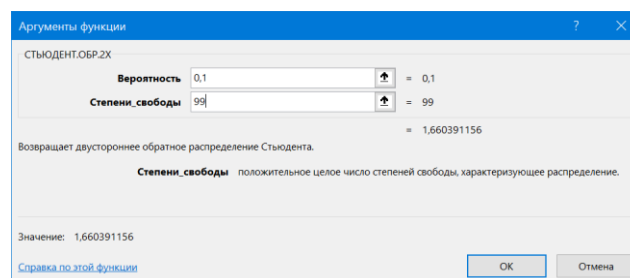


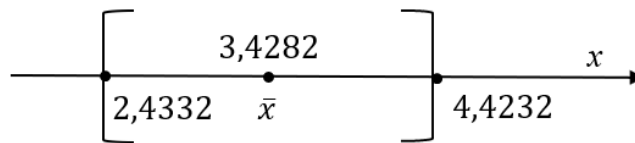
Рисунок 4.3 – Статистична функція **СТЮДЕНТ.ОБР.2Х**

Або за допомогою статистичної функції СТЬЮДРАСПОБР (рис. 4.4).

$t_{0,1}(n-1)$	$=\text{СТЮДРАСПОБР}(0,1;99)=$	1,660391
----------------	--------------------------------	----------

Рисунок 4.4 – Статистична функція СТЬЮДРАСПОБР

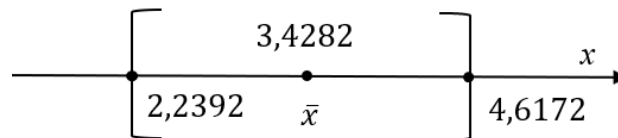
$$I_m = \left[3,4282 - 1,6604 \cdot \frac{5,9923}{\sqrt{100}}; 3,4282 + 1,6604 \cdot \frac{5,9923}{\sqrt{100}} \right] = [2,4332; 4,4232]$$



Отримано довірчий інтервал, в який істинне значення математичного очікування випадкової величини потрапляє з довірчою ймовірністю $\gamma = 1 - \varepsilon = 1 - 0,1 = 0,9$.

$$t_{0,05}(100 - 1) = t_{0,05}(99) = 1,9842$$

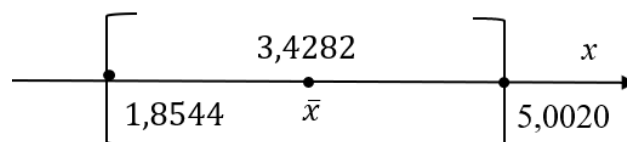
$$I_m = \left[3,4282 - 1,9842 \cdot \frac{5,9923}{\sqrt{100}}; 3,4282 + 1,9842 \cdot \frac{5,9923}{\sqrt{100}} \right] = [2,2392; 4,6172]$$



Отримано довірчий інтервал, в який істинне значення математичного очікування випадкової величини потрапляє з довірчою ймовірністю $\gamma = 0,95$.

$$t_{0,01}(100 - 1) = t_{0,01}(99) = 2,6264$$

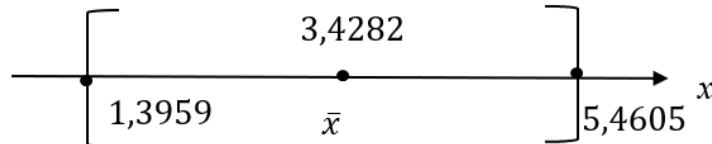
$$I_m = \left[3,4282 - 2,6264 \cdot \frac{5,9923}{\sqrt{100}}; 3,4282 + 2,6264 \cdot \frac{5,9923}{\sqrt{100}} \right] = [1,8544; 5,0020]$$



Отримано довірчий інтервал, в який істинне значення математичного очікування випадкової величини потрапляє з довірчою ймовірністю $\gamma = 0,99$.

$$t_{0,001}(100 - 1) = t_{0,001}(99) = 3,3915$$

$$I_m = \left[3,4282 - 3,3915 \cdot \frac{5,9923}{\sqrt{100}}; 3,4282 + 3,3915 \cdot \frac{5,9923}{\sqrt{100}} \right] = [1,3959; 5,4605]$$



Отримано довірчий інтервал, в який істинне значення математичного сподівання випадкової величини потрапляє з довірчою ймовірністю $\gamma = 0,999$.

За рівня значущості $\varepsilon = 0,1$ довжина інтервалу дорівнює $4,4232 - 2,4332 = 1,9899$,

за $\varepsilon = 0,05$ довжина інтервалу дорівнює $4,6172 - 2,2392 = 2,33779$,

за $\varepsilon = 0,01$ довжина інтервалу дорівнює $5,0020 - 1,8544 = 3,1476$,

за $\varepsilon = 0,001$ довжина інтервалу дорівнює $5,4605 - 1,3959 = 4,0646$.

Можна зробити висновок, що при збільшенні довірчої ймовірності γ (зменшені рівня значущості ε) довжина довірчого інтервалу збільшується.

Довірчий інтервал для дисперсії:

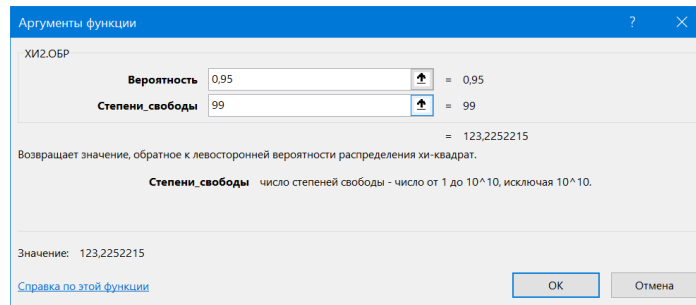
$$I_D = \left[\frac{n \cdot S^2}{\chi_{n-1}^2 \left(\frac{\varepsilon}{2} \right)}; \frac{n \cdot S^2}{\chi_{n-1}^2 \left(1 - \frac{\varepsilon}{2} \right)} \right], \text{ де}$$

$\chi_{n-1}^2 \left(\frac{\varepsilon}{2} \right)$ – це критична точка (квантиль) Пірсона знайдена для $(n-1)$ степеня свободи і рівні захисту значущості ε ; S^2 – точкова оцінка дисперсія вибірки.

$$\chi_{100-1}^2 \left(\frac{0,1}{2} \right) = \chi_{99}^2(0,05) = 123,2252$$

$$\chi_{100-1}^2 \left(1 - \frac{0,1}{2} \right) = \chi_{99}^2(0,95) = 77,0463$$

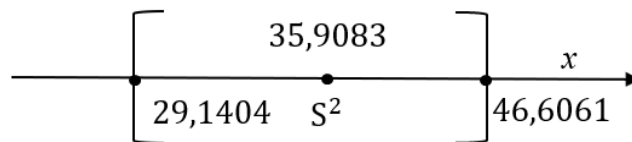
Значення квантиля розподілу Пірсона може бути знайдено в Excel за допомогою статистичної функції ХИ2.ОБР (рис. 4.5).



$\chi^2_{99}(0,05)$	$=\text{ХИ2.ОБР}(0,95;99)=$	123,2252
$\chi^2_{99}(0,95)$	$=\text{ХИ2.ОБР}(0,05;99)=$	77,04633

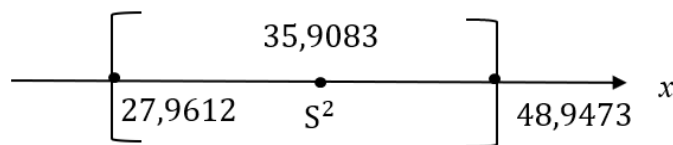
Рисунок 4.5 – Статистична функція ХИ2.ОБР

$$I_D = \left[\frac{100 \cdot 35,9083}{123,2252}; \frac{100 \cdot 35,9083}{77,0463} \right] = [29,1404; 46,6061]$$



Отримано довірчий інтервал, в який істинне значення дисперсії потрапляє з довірчою ймовірністю $\gamma = 0,9$.

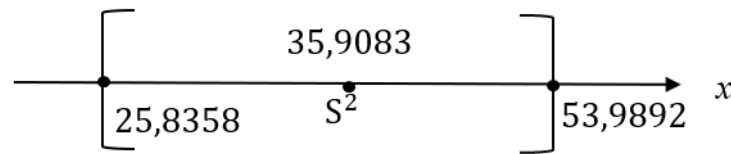
$$\begin{aligned} \chi^2_{100-1} \left(\frac{0,05}{2} \right) &= \chi^2_{99}(0,025) = 128,422 \\ \chi^2_{100-1} \left(1 - \frac{0,05}{2} \right) &= \chi^2_{99}(0,975) = 73,3611 \\ I_D &= \left[\frac{100 \cdot 35,9083}{128,422}; \frac{100 \cdot 35,9083}{73,3611} \right] = [27,9612; 48,9473] \end{aligned}$$



Отримано довірчий інтервал, в який істинне значення дисперсії потрапляє з довірчою ймовірністю $\gamma = 0,95$.

$$\begin{aligned} \chi^2_{100-1} \left(\frac{0,01}{2} \right) &= \chi^2_{99}(0,005) = 138,9868 \\ \chi^2_{100-1} \left(1 - \frac{0,01}{2} \right) &= \chi^2_{99}(0,995) = 66,5101 \end{aligned}$$

$$I_D = \left[\frac{100 \cdot 35,9083}{138,9868}; \frac{100 \cdot 35,9083}{66,5101} \right] = [25,8358; 53,9892]$$

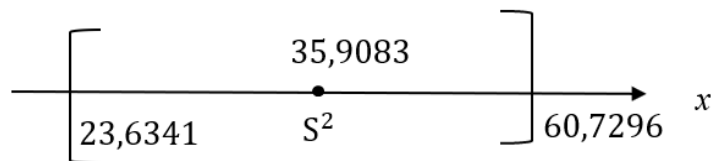


Отримано довірчий інтервал, в який істинне значення дисперсії потрапляє з довірчою ймовірністю $\gamma = 0,99$.

$$\chi^2_{100-1} \left(\frac{0,001}{2} \right) = \chi^2_{99}(0,0005) = 151,934$$

$$\chi^2_{100-1} \left(1 - \frac{0,001}{2} \right) = \chi^2_{99}(0,9995) = 59,1282$$

$$I_D = \left[\frac{100 \cdot 35,9083}{151,934}; \frac{100 \cdot 35,9083}{59,1282} \right] = [23,6143; 60,7296]$$



Отримано довірчий інтервал, в який істинне значення дисперсії потрапляє з довірчою ймовірністю $\gamma = 0,999$.

За рівня значущості $\varepsilon = 0,1$ довжина інтервалу, $46,6061 - 29,1404 = 17,6061$,
за $\varepsilon = 0,05$ довжина інтервалу дорівнює $48,9473 - 27,9612 = 20,9862$,
за $\varepsilon = 0,01$ довжина інтервалу дорівнює $53,9892 - 25,8358 = 28,1535$,
за $\varepsilon = 0,001$ довжина інтервалу дорівнює $60,7296 - 23,6341 = 37,0954$.

Таким чином, при збільшенні довірчої ймовірності γ (зменшенні рівня значущості ε) довжина довірчого інтервалу збільшується.

VI, а) висунення гіпотези про вид закону розподілу випадкової величини

Закон теоретичного розподілу підбирається відповідно до виду згладжувальної кривої, яка будується по гістограмі, зберігаючи площу під нею (рис. 4.6).

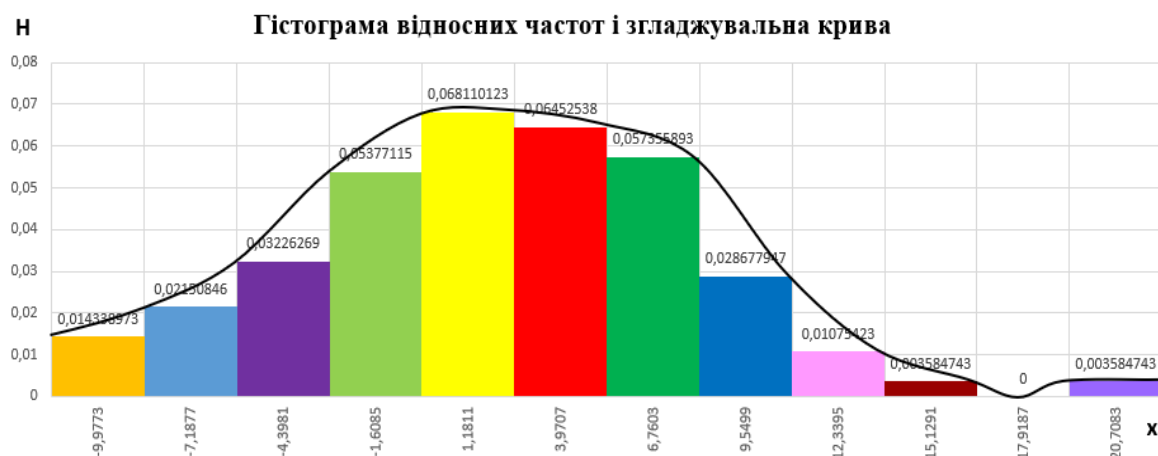


Рисунок 4.6 – Гістограма відносних частот і згладжувальна крива

За видом згладжувальної кривої висунемо гіпотезу про нормальний закон розподілу випадкової величини з параметрами m і σ і побудуємо теоретичну криву.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$$

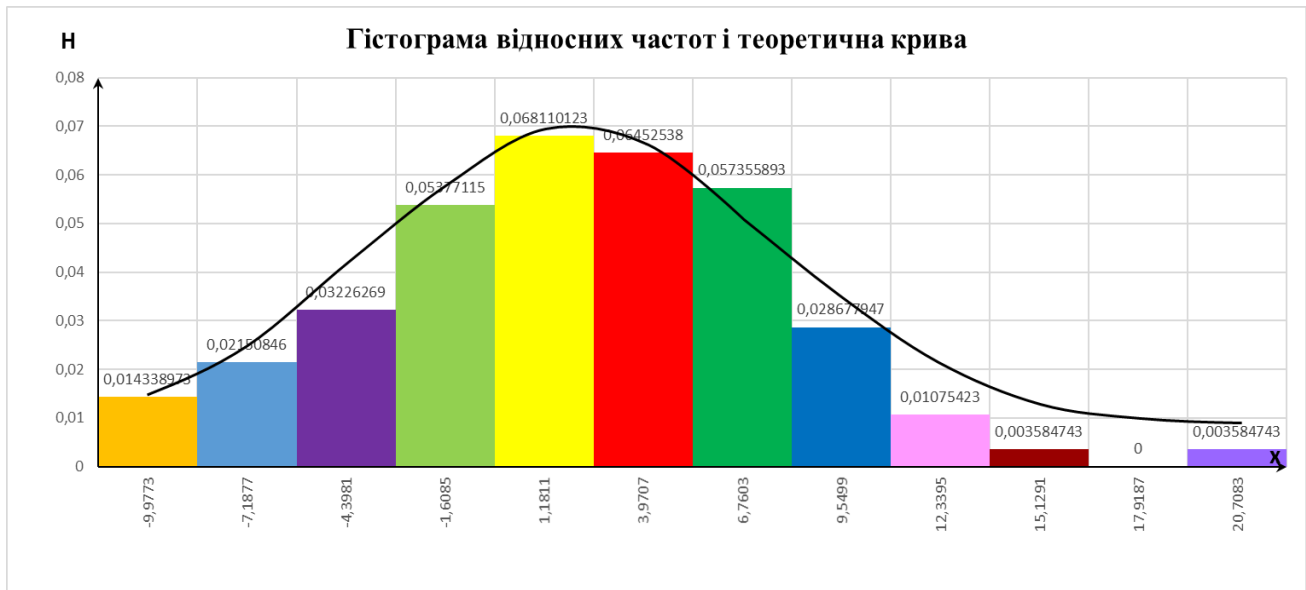
Параметри: $m = \bar{x} = 3,4282$, $\sigma = S = 5,9923$, $\pi = 3,14159$, $e = 2,71828$.

VI, б) Побудова теоретичної кривої.

$$f(x) = \frac{1}{5,9923 \cdot \sqrt{2 \cdot 3,14159}} \cdot 2,71828^{-\frac{(-8,5825-3,4282)^2}{2 \cdot 5,9923^2}} = 0,0083$$

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку теоретичної кривої Зробити продовження таблиці

k	x_i^+	x_i^{++}	$\tilde{x}_i$	n_i	$H_i = \frac{n_i}{n \cdot \Delta}$	$f(x)$
1	-9,977 3	-7,187 7	-8,582 5	4	0,014 3	0,0083
2	-7,187 7	-4,398 1	-5,792 9	6	0,021 5	0,0196
3	-4,398 1	-1,608 5	-3,003 3	9	0,032 3	0,0372
4	-1,608 5	1,181 1	-0,213 7	15	0,053 8	0,0561
5	1,181 1	3,970 7	2,575 9	19	0,068 1	0,0675
6	3,970 7	6,760 3	5,365 5	18	0,064 5	0,0646
7	6,760 3	9,549 9	8,155 1	16	0,057 4	0,0493
8	9,549 9	12,339 5	10,944 7	8	0,028 7	0,03
9	12,339 5	15,129 1	13,734 3	3	0,010 8	0,0145
10	15,129 1	17,918 7	16,523 9	1	0,003 6	0,0056
11	17,9187	20,7083	19,3135	0	0	0,0017
12	20,7083	23,4984	22,1034	1	0,0036	0,0004



VII. Статистична перевірка гіпотези про закон розподілу випадкової величини.

При заданому рівні значущості $\varepsilon = \{0,1; 0,05; 0,01; 0,001\}$ висувається гіпотеза H_0 – емпірична функція розподілу, з параметрами $m = 3,4282, \sigma = 5,9983$, добре узгоджується з нормальним законом розподілу, з цими ж параметрами.

Для перевірки гіпотези використовується метод критерій узгодженості χ^2 , за міру відхилення приймається випадкова величина (статистика) $\chi_{екс}^2$:

$$\chi_{екс}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n \cdot p_{i\Gamma})^2}{n \cdot p_{i\Gamma}}$$

де n – обсяг вибірки;

n_i – частота влучення у інтервал;

$p_{i\Gamma}$ – теоретична ймовірність потрапляння у i -й інтервал;

k – кількість інтервалів розбиття.

Знайдемо значення $p_{i\Gamma}$ для нормального закону розподілу:

$$p_{i\Gamma} = \Phi\left(\frac{x_i^{++} - m}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{x_i^+ - m}{\sigma}\right).$$

$$p_{i\Gamma} = \Phi\left(\frac{(-7,1877) - 3,4407}{5,8501}\right) - \Phi\left(\frac{(-9,9773) - 3,4407}{5,8501}\right) = 0,0237$$

$$p_{i\Gamma} = 0,0237$$

Таблиця 4.3 – Результати розрахунків

k	x_i^+	x_i^{++}	n_i	$p_{i\tau}$	$np_{i\tau}$	$\frac{(n_i - n \cdot p_{i\tau})^2}{n \cdot p_{i\tau}}$
1	-9,977 3	-7,187 7	4	0,023 7	2,37	1,117 6
2	-7,187 7	-4,398 1	6	0,055 5	5,55	0,036 4
3	-4,398 1	-1,608 5	9	0,103 9	10,39	0,186 2
4	-1,608 5	1,181 1	15	0,155 6	15,56	0,020 3
5	1,181 1	3,970 7	19	0,186 4	18,64	0,006 8
6	3,970 7	6,760 3	18	0,178 7	17,87	0,000 9
7	6,760 3	9,549 9	16	0,137	13,7	0,385
8	9,549 9	12,339 5	8	0,084 1	8,41	0,019 6
9	12,339 5	15,129 1	3	0,041 3	4,13	0,307
10	15,129 1	17,918 7	1	0,016 2	1,62	0,236 9
11	17,918 7	20,708 3	0	0,005 1	0,51	0,508 5
12	20,708 3	23,498 4	1	0,001 3	0,13	5,959

Перевіримо умову для крайніх інтервалів $np_{i\tau} \geq 1$ і для середніх інтервалів $np_{i\tau} \geq 5$. При порушенні умови сусідні інтервали об'єднуються.

Таблиця 4.4 – Результати розрахунків

k	x_i^+	x_i^{++}	n_i	$p_{i\tau}$	$np_{i\tau}$	$\frac{(n_i - n \cdot p_{i\tau})^2}{n \cdot p_{i\tau}}$
1	-9,977 3	-7,187 7	4	0,023 7	2,37	1,117 6
2	-7,187 7	-4,398 1	6	0,055 5	5,55	0,036 4
3	-4,398 1	-1,608 5	9	0,103 9	10,39	0,186 2
4	-1,608 5	1,181 1	15	0,155 6	15,56	0,020 3
5	1,181 1	3,970 7	19	0,186 4	18,64	0,006 8
6	3,970 7	6,760 3	18	0,178 7	17,87	0,000 9
7	6,760 3	9,549 9	16	0,137	13,7	0,385
8	9,549 9	12,339 5	8	0,084 1	8,41	0,019 6
9	12,339 5	23,498 4	5	0,063 8	6,38	0,298 9

$$\chi_{\text{екс}}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n \cdot p_{i\tau})^2}{n \cdot p_{i\tau}} = 2,0716$$

Порівняємо значення $\chi_{\text{екс}}^2$ та $\chi_r^2(\varepsilon)$:

$$r = k - 1 - l,$$

де k – кількість проміжків розбиття;

l – кількість параметрів теоретичного розподілу.

$$r = 9 - 1 - 2 = 6$$

$$\chi^2_{\text{екс}} = 2,0716 < \chi^2_6(0,1) = 10,6447 \text{ – гіпотеза приймається.}$$

$$\chi^2_{\text{екс}} = 2,0716 < \chi^2_6(0,05) = 12,5916 \text{ – гіпотеза приймається.}$$

$$\chi^2_{\text{екс}} = 2,0716 < \chi^2_6(0,01) = 16,8119 \text{ – гіпотеза приймається.}$$

$$\chi^2_{\text{екс}} = 2,0716 < \chi^2_6(0,001) = 22,4577 \text{ – гіпотеза приймається.}$$

Для кожного рівня значущості $\varepsilon = \{0,1; 0,05; 0,01; 0,001\}$ гіпотеза про нормальний закон розподілу з параметрами $m = 3,4282$, $\sigma = 5,9983$ приймається.

Усі розрахунки проводяться з використанням табличного процесора Excel та мови програмування Python.

Файл Розрахунки.xlsx для іншого варіанта може мати такий вигляд:

11

V						
	k	xi+	xi++	xi~	Hi	f(x)
	1	3,83900	4,99164	4,41532	0,10411	0,06966
	2	4,99164	6,14428	5,56796	0,03470	0,06966
	3	6,14428	7,29693	6,72060	0,12146	0,06966
	4	7,29693	8,44957	7,87325	0,08676	0,06966
	5	8,44957	9,60221	9,02589	0,06941	0,06966
	6	9,60221	10,75485	10,17853	0,05205	0,06966
	7	10,75485	11,90749	11,33117	0,04338	0,06966
	8	11,90749	13,06013	12,48381	0,07808	0,06966
	9	13,06013	14,21278	13,63645	0,06073	0,06966
	10	14,21278	15,36542	14,78910	0,07808	0,06966
	11	15,36542	16,51806	15,94174	0,06073	0,06966
	12	16,51806	17,67070	17,09438	0,07808	0,06966

VI

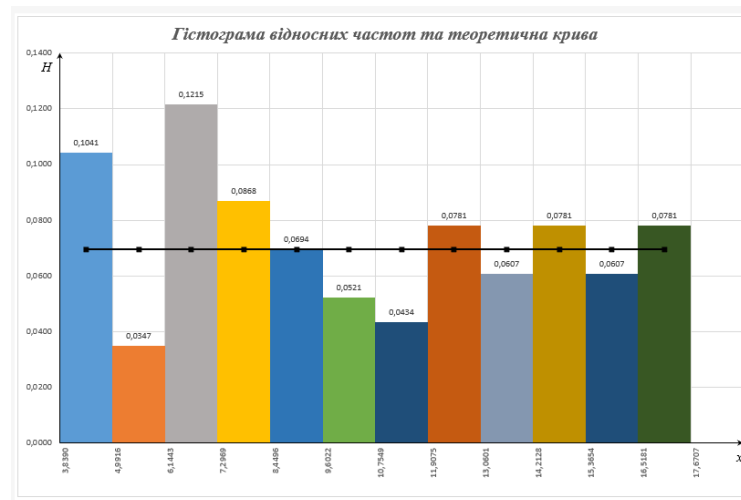
x299(0,025)	128,422
x299(0,05)	123,2252
x299(0,005)	138,9868
x299(0,0005)	151,934

x299(0,975)	73,36108
x299(0,95)	77,04633
x299(0,995)	66,51011
x299(0,9995)	59,12819

t0,05(n-1)	1,984217
t0,1(n-1)	1,660391
t0,01(n-1)	2,626405
t0,001(n-1)	3,391529

VI

	0,1	0,05	0,01	0,001
Im=	9,7556	9,6214	9,3552	9,0381
	11,1317	11,2659	11,5321	11,8491
Id=	13,9369	13,3729	12,3564	11,3034
	22,2902	23,4099	25,8213	29,0449



VII:

	k	x1+	x1++	ni	pit	npit	χ2экс
	1	3,83900	4,99164	12	0,08333	8,33333	1,61333
	2	4,99164	6,14428	4	0,08333	8,33333	2,25333
	3	6,14428	7,29693	14	0,08333	8,33333	3,85333
	4	7,29693	8,44957	10	0,08333	8,33333	0,33333
	5	8,44957	9,60221	8	0,08333	8,33333	0,01333
	6	9,60221	10,75485	6	0,08333	8,33333	0,65333
	7	10,75485	11,90749	5	0,08333	8,33333	1,33333
	8	11,90749	13,06013	9	0,08333	8,33333	0,05333
	9	13,06013	14,21278	7	0,08333	8,33333	0,21333
	10	14,21278	15,36542	9	0,08333	8,33333	0,05333
	11	15,36542	16,51806	7	0,08333	8,33333	0,21333
	12	16,51806	17,67070	9	0,08333	8,33333	0,05333
				100			10,64
	x29(0,05)	16,91898					
	x29(0,1)	14,68366					
	x299(0,01)	21,66599					
	x29(0,001)	27,87716					

5 ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Варіант 1

0,4621	-0,0522	-1,8924	-0,1614	6,3478	5,8364	5,2791	-0,1845	1,7601	7,8206
3,0710	2,0055	1,6308	4,1906	4,4884	2,7632	3,2491	4,2673	0,6839	2,5966
-1,3886	3,6054	8,0420	0,2770	5,3593	2,6234	-0,3531	5,1716	3,8735	0,3546
-2,8011	0,1218	-0,9811	1,8189	-0,0262	1,2180	5,8404	5,4141	2,0008	-2,3945
5,0238	-5,1202	2,2704	-1,0895	0,6095	1,1770	2,2675	3,9886	6,4024	1,1758
1,1635	-0,2708	1,4211	2,0795	2,5565	0,0709	2,1471	1,9311	-0,4315	2,7141
2,1990	-1,6069	3,8129	4,2425	-4,7924	-0,5895	0,2862	5,4613	6,1896	0,5949
2,0934	2,6131	3,5367	2,9137	1,5930	2,2572	0,4344	3,9220	0,4570	1,5006
3,1793	1,5058	3,1687	0,5400	2,8582	2,2455	3,0576	8,3575	2,7832	1,5920
6,1072	7,1740	-1,4004	6,8635	-0,4975	-1,1997	1,4531	2,4649	4,9248	2,3781

Варіант 2

1,1960	1,5206	1,8229	1,9314	1,8972	1,2601	0,3066	1,4656	0,8493	0,1368
3,1144	-0,2360	-0,6938	1,3865	-0,4289	0,5891	1,8742	0,4311	0,0903	0,1323
2,0971	-0,0229	-0,2516	1,6247	0,2623	1,5409	1,6641	1,5196	1,1459	0,9488
1,3160	1,2488	0,8294	0,5475	1,2937	1,1507	0,0659	1,7925	1,7163	2,0438
1,8110	1,6170	0,7549	0,9142	1,6848	1,7911	1,3578	0,7887	0,8445	1,1360
1,8639	2,9584	1,0688	1,5646	1,5572	2,8911	2,4788	-1,2941	1,6623	0,5593
0,5263	1,0889	0,3012	1,3472	0,1250	2,9001	-1,7259	1,8702	3,1791	2,0849
2,1757	0,0286	-0,5759	1,4640	2,4744	2,1654	0,2365	1,5094	1,4960	0,1977
0,3729	0,4466	0,6540	0,5355	1,2509	0,6266	0,7269	2,2895	1,1941	3,0865
-0,5623	1,0790	1,4205	2,6274	1,6198	-0,7172	-0,3726	3,3960	1,7332	0,9975

Варіант 3

-2,3007	3,9078	5,4692	7,1225	10,4660	1,5602	4,5534	-0,7605	-6,3849	10,0490
2,1816	-3,2117	-2,5476	4,9094	6,0632	0,3404	10,5598	6,3805	9,1869	5,9341
-1,0730	7,9718	-0,6817	3,8867	2,7026	0,1411	-2,7632	5,3933	6,5741	3,1356
7,6955	3,7928	2,5204	-3,9705	0,1920	8,3235	3,3105	2,8738	8,4833	4,9223
4,1318	1,7666	5,6490	1,3155	0,1198	6,9497	-2,4332	2,1882	1,6688	2,8590
6,5704	6,6667	0,7567	-0,8469	1,5174	-0,3675	6,8172	4,3130	6,0643	8,2740
3,8487	6,2153	10,0939	-2,5916	2,0933	4,8763	3,0311	4,8230	6,6970	4,9245
2,2725	2,3613	9,4431	0,0626	2,5089	-0,8917	2,4035	-4,1777	8,8827	-0,1399
-4,2061	-0,4988	6,1038	5,6864	1,6341	1,2579	4,6014	-6,1955	4,9036	0,4199
-2,8812	6,9276	-3,0026	-2,3695	12,8171	4,6943	8,8899	5,1023	7,4117	1,6781

Варіант 4

12,6251	-9,3629	6,3208	3,2346	7,9554	10,4263	3,7150	10,6784	-4,4002	16,2152
12,6479	5,3610	5,5264	-2,7602	-1,2598	4,3036	3,1318	10,3535	-4,6485	8,4082
3,6563	4,9401	8,0334	-1,2457	2,3742	5,2545	3,2353	7,1122	-3,2671	10,5718
-4,4159	9,1540	2,2773	12,1640	1,0170	11,0477	8,5473	10,1193	3,9560	10,8062
4,9813	11,6141	2,8849	2,6131	-0,3492	-1,8586	9,2174	6,3819	8,5768	6,4842
5,6136	-10,6175	-3,2377	4,3055	-3,0898	2,8274	3,4206	0,7869	-3,4871	7,3813
8,4118	5,6098	-1,8777	4,8318	6,6933	12,2733	6,3371	2,3423	5,9710	9,1470
7,6303	-1,8614	6,6886	2,2497	3,5164	5,3499	-0,3645	4,0408	3,4830	7,9556
7,6916	4,3602	1,3948	9,9142	2,3801	13,7472	-3,4753	12,6368	16,9559	3,8252
1,5307	7,9207	6,4512	5,0663	-9,2177	7,3753	4,0535	8,6961	-4,8721	1,2710

Варіант 5

29,4546	28,4822	35,5387	23,3921	30,2731	21,4909	34,8586	33,0165	37,6029	35,8998
34,0711	26,5067	30,8593	32,9917	30,6390	35,9390	35,6452	25,2290	29,9949	32,8756
27,2228	27,9184	25,5415	21,0691	28,8959	30,0398	28,3702	31,9298	32,7770	36,2900
20,7652	42,5839	35,1009	29,6185	27,7521	31,5380	21,7229	33,7295	29,9472	25,8228
27,5487	24,2193	27,4898	35,9198	29,2514	34,5921	34,4835	27,3482	23,0312	24,4580
32,1759	24,5597	28,4765	25,8246	25,7050	30,5076	31,5876	27,5915	36,4342	26,1062
36,3120	27,9631	25,6214	27,7050	32,7004	29,8248	31,8795	33,5690	32,5205	32,1929
35,2553	25,8804	30,1606	26,2617	26,1359	26,7114	27,0610	17,5059	31,1450	28,4216
29,8703	38,7988	22,4642	38,2495	31,0638	24,9739	28,3510	27,2713	27,3661	23,0276
36,6852	23,5844	37,0778	29,6343	23,6081	26,2284	26,5917	26,2128	30,6297	27,6032

Варіант 6

0,2064	0,0425	0,4699	0,4145	0,1190	0,2495	0,0467	0,0869	0,3264	0,0078
0,3262	0,1148	0,1714	0,2064	0,2540	0,1307	0,1791	0,2551	0,0453	0,0656
0,0140	0,0955	0,0673	0,0045	0,0612	1,3038	0,0758	0,1089	0,1716	0,1919
0,0489	0,0592	0,2194	0,1333	0,0892	0,1151	0,2006	0,2673	0,0334	0,0767
0,1885	0,0364	0,0449	0,0272	0,1537	0,1291	0,3224	0,0569	0,0995	0,2484
0,0384	0,0422	0,2706	0,0161	0,0184	0,0319	0,2973	0,1477	0,0344	0,1501
0,1608	0,1764	0,1101	0,0120	0,6156	0,0108	0,0671	0,0111	0,0456	0,2424
0,1143	0,2460	0,0307	0,1040	0,0120	0,6007	0,0829	0,2311	0,0318	0,4357
0,4390	0,0476	0,2062	0,0864	0,1027	0,2913	0,0041	0,1164	0,1716	0,0846
0,2292	0,0062	0,0388	0,3943	0,4631	0,0225	0,1776	0,1877	0,0682	0,1625

Варіант 7

0,1314	0,0870	0,0246	0,0946	0,7397	0,0599	0,0622	0,0948	0,3675	0,0924
0,6077	0,1523	0,0221	0,0045	0,0431	0,2677	0,0561	0,0431	0,1590	0,1543
0,0423	0,1173	0,4698	0,0006	0,0052	0,0465	0,1024	0,0909	0,2022	0,0216
0,1364	0,0048	0,3097	0,0224	0,0781	0,2900	0,0559	0,1817	0,1804	0,2444
0,1096	0,0631	0,0027	0,0474	0,1587	0,0654	0,1755	0,4089	0,0242	0,0609
0,0480	0,1800	0,1162	0,2223	0,0074	0,0505	0,0339	0,0309	0,2217	0,1411
0,1140	0,0706	0,3068	0,0479	0,1142	0,1048	0,0415	0,1957	0,0001	0,0168
0,0371	0,0892	0,0368	0,1031	0,0954	0,0024	0,1574	0,0319	0,1108	0,1184
0,0335	0,1368	0,0744	0,0495	0,0162	0,0473	0,2396	0,0481	0,0825	0,1001
0,1848	0,1169	0,3593	0,0168	0,0473	0,0267	0,1631	0,4691	0,0006	0,1016

Варіант 8

0,0160	0,0585	0,0628	0,0843	0,0503	0,1191	0,0364	0,0882	0,1519	0,1873
0,1446	0,0324	0,0425	0,0173	0,0293	0,0789	0,1797	0,1594	0,1240	0,1593
0,2989	0,1321	0,2381	0,1743	0,0219	0,0424	0,0894	0,1966	0,2000	0,0186
0,0781	0,0063	0,0722	0,0080	0,0476	0,0701	0,1882	0,1920	0,0780	0,0159
0,2534	0,0003	0,1044	0,1809	0,1353	0,0455	0,0384	0,2726	0,0133	0,0518
0,0440	0,3409	0,0303	0,0864	0,0194	0,0264	0,0177	0,0970	0,1858	0,2553
0,3239	0,0503	0,0188	0,1150	0,0318	0,0064	0,0934	0,0503	0,0017	0,1319
0,3532	0,0790	0,1614	0,0135	0,0205	0,1284	0,0211	0,0327	0,1549	0,1172
0,0025	0,2096	0,0151	0,1302	0,0903	0,0716	0,0120	0,0479	0,0232	0,6613
0,1678	0,0944	0,0995	0,0513	0,1972	0,0224	0,0198	0,1913	0,0183	0,1609

Варіант 9

0,2007	0,0534	0,2195	0,2363	0,0583	0,3740	0,1833	0,1697	0,0003	0,0534
0,0267	0,0399	0,5461	0,0495	0,2150	0,0310	0,0777	0,0490	0,1229	0,0210
0,0158	0,0149	0,1020	0,0729	0,1616	0,0572	0,2322	0,0027	0,0576	0,0379
0,1075	0,1256	0,1477	0,0961	0,0044	0,0059	0,0726	0,2465	0,0822	0,0964
0,3664	0,1755	0,1989	0,0055	0,0001	0,1204	0,2370	0,0648	0,0422	0,1100
0,0642	0,0238	0,0448	0,0085	0,0082	0,2363	0,0110	0,0392	0,0279	0,0034
0,1562	0,4678	0,0163	0,1428	0,1015	0,0589	0,1110	0,0218	0,0086	0,1412
0,1446	0,0011	0,0456	0,0008	0,0302	0,0565	0,0702	0,3832	0,0007	0,0960
0,0976	0,0226	0,0509	0,0510	0,1125	0,0515	0,0331	0,0522	0,0754	0,0358
0,0258	0,0821	0,0574	0,1597	0,0207	0,2891	0,2023	0,0765	0,0730	0,0055

Варіант 10

0,1192	0,1594	0,0447	0,0483	0,2872	0,3191	0,0725	0,0772	0,0582	0,2372
0,0621	0,0598	0,0688	0,0437	0,3610	0,0244	0,0512	0,0179	0,2482	0,0191
0,0849	0,0124	0,1182	0,0569	0,0090	0,0188	0,1606	0,1525	0,0415	0,0024
0,1635	0,1808	0,0733	0,2765	0,1833	0,1240	0,0026	0,0235	0,0397	0,0077
0,0425	0,1244	0,0182	0,0414	0,1163	0,0089	0,0224	0,1098	0,0575	0,3829
0,0230	0,2359	0,0413	0,0065	0,0113	0,0102	0,3516	0,0107	0,0922	0,0481
0,0702	0,0738	0,0416	0,0401	0,0140	0,0558	0,0133	0,0505	0,0401	0,1434
0,1446	0,0064	0,0172	0,0134	0,0429	0,0060	0,0392	0,1181	0,0854	0,0299
0,0129	0,2080	0,1624	0,1390	0,0370	0,1990	0,0283	0,0377	0,1504	0,0018
0,1014	0,0303	0,0307	0,0280	0,0413	0,1323	0,0810	0,0173	0,0908	0,0431

Варіант 11

0,0210	0,0167	0,0577	0,0123	0,0342	0,0299	0,1848	0,1708	0,0061	0,0156
0,0136	0,2573	0,0253	0,0569	0,2465	0,0474	0,0652	0,1575	0,0673	0,0616
0,1340	0,1671	0,0568	0,0536	0,0014	0,1304	0,0714	0,1455	0,0556	0,0455
0,0284	0,0016	0,0434	0,0435	0,0737	0,0424	0,1495	0,2351	0,0030	0,0728
0,0031	0,1401	0,0349	0,0192	0,0185	0,1584	0,0246	0,0039	0,0612	0,1047
0,1572	0,0601	0,0921	0,0086	0,0149	0,0629	0,0834	0,0265	0,0236	0,1210
0,2170	0,0024	0,0653	0,0262	0,0171	0,3293	0,0954	0,0512	0,0115	0,0246
0,0808	0,0566	0,1941	0,0655	0,0165	0,0015	0,1290	0,0650	0,2358	0,0286
0,0292	0,1159	0,0619	0,0924	0,0835	0,0925	0,0231	0,0568	0,0644	0,0357
0,0113	0,0322	0,0575	0,0323	0,0335	0,0666	0,0346	0,2089	0,1975	0,0462

Варіант 12

0,0163	0,2257	0,2420	0,0390	0,1335	0,1068	0,0138	0,1585	0,0352	0,0794
0,0899	0,0316	0,0392	0,0977	0,0465	0,1454	0,0404	0,0025	0,1197	0,1869
0,0782	0,0132	0,0479	0,0980	0,0270	0,0105	0,0069	0,1166	0,0124	0,1017
0,1661	0,1819	0,0511	0,0188	0,1484	0,0687	0,0465	0,0299	0,0264	0,1073
0,1168	0,1019	0,0891	0,1487	0,1509	0,1657	0,0009	0,0403	0,0184	0,0111
0,0350	0,1358	0,0316	0,0318	0,0004	0,0925	0,1861	0,1133	0,1054	0,0368
0,0384	0,0445	0,1033	0,0006	0,2966	0,1115	0,0754	0,1554	0,2259	0,0801
0,0047	0,0115	0,0355	0,1684	0,0738	0,0012	0,0177	0,0007	0,0055	0,0175
0,1107	0,0432	0,0025	0,1199	0,0594	0,0023	0,6881	0,0517	0,0439	0,0063
0,1051	0,0241	0,0331	0,0612	0,0075	0,0317	0,0115	0,1217	0,0062	0,0569

Варіант 13

0,2261	0,0680	0,0450	0,0011	0,2676	0,0818	0,0787	0,0478	0,0451	0,0316
0,5151	0,0644	0,0229	0,1450	0,0306	0,1304	0,0744	0,1458	0,0155	0,1237
0,0439	0,0339	0,0014	0,1439	0,1146	0,0057	0,0051	0,0002	0,1916	0,0004
0,0529	0,0310	0,0731	0,0677	0,0009	0,1425	0,2032	0,0153	0,0530	0,0416
0,0137	0,0845	0,0806	0,0410	0,0447	0,1658	0,0337	0,0527	0,0598	0,4522
0,1311	0,1926	0,0057	0,0486	0,0002	0,0070	0,0015	0,0550	0,0245	0,0677
0,1242	0,0652	0,1059	0,0750	0,0748	0,0539	0,0845	0,0786	0,0082	0,3763
0,0331	0,0566	0,0314	0,0235	0,0458	0,0067	0,0573	0,0468	0,0803	0,1533
0,0867	0,0039	0,0819	0,0571	0,1500	0,0997	0,0718	0,0330	0,1125	0,2039
0,1518	0,0227	0,1093	0,0231	0,0105	0,0169	0,0106	0,1007	0,0006	0,1701

Варіант 14

0,1133	0,0121	0,1495	0,2437	0,0517	0,1429	0,0203	0,0351	0,0192	0,0039
0,0244	0,0420	0,2131	0,0126	0,2323	0,1596	0,2064	0,2610	0,0283	0,0637
0,0336	0,1096	0,0414	0,0596	0,0216	0,0182	0,0370	0,0268	0,0958	0,0131
0,2067	0,0559	0,1611	0,0221	0,0218	0,0332	0,0942	0,0961	0,0360	0,0932
0,1005	0,0580	0,1184	0,0258	0,0897	0,3608	0,0398	0,0899	0,1535	0,0466
0,0052	0,0191	0,0626	0,0104	0,0115	0,0749	0,0209	0,0138	0,2002	0,1084
0,0750	0,0138	0,0021	0,0092	0,0874	0,0362	0,0158	0,2398	0,0511	0,0772
0,1109	0,2571	0,1278	0,0468	0,0245	0,2902	0,1979	0,0722	0,0309	0,0217
0,1089	0,0107	0,0198	0,0143	0,0828	0,0421	0,0598	0,0094	0,0173	0,0260
0,0490	0,1722	0,0506	0,0739	0,0179	0,0570	0,0084	0,0110	0,1397	0,0323

Варіант 15

0,2064	0,0425	0,4699	0,4145	0,1190	0,2495	0,0467	0,0869	0,3264	0,0078
0,3262	0,1148	0,1714	0,2064	0,2540	0,1307	0,1791	0,2551	0,0453	0,0656
0,0140	0,0955	0,0673	0,0045	0,0612	1,3038	0,0758	0,1089	0,1716	0,1919
0,0489	0,0592	0,2194	0,1333	0,0892	0,1151	0,2006	0,2673	0,0334	0,0767
0,1885	0,0364	0,0449	0,0272	0,1537	0,1291	0,3224	0,0569	0,0995	0,2484
0,0384	0,0422	0,2706	0,0161	0,0184	0,0319	0,2973	0,1477	0,0344	0,1501
0,1608	0,1764	0,1101	0,0120	0,6156	0,0108	0,0671	0,0111	0,0456	0,2424
0,1143	0,2460	0,0307	0,1040	0,0120	0,6007	0,0829	0,2311	0,0318	0,4357
0,4390	0,0476	0,2062	0,0864	0,1027	0,2913	0,0041	0,1164	0,1716	0,0846
0,2292	0,0062	0,0388	0,3943	0,4631	0,0225	0,1776	0,1877	0,0682	0,1625

Варіант 16

12,5271	9,8516	12,3985	15,1655	10,4232	16,7805	7,6960	10,6892	13,4293	7,3580
9,7613	7,4810	16,0328	12,9866	10,3509	13,6107	11,2521	14,3503	7,2720	14,1072
7,2401	10,8330	9,1090	13,4974	10,1326	16,1781	16,2007	14,5964	13,1519	10,4056
7,8665	13,5455	11,9592	7,9756	15,8833	11,1009	16,2540	12,2006	14,2114	10,1739
7,6269	15,9124	14,9727	9,6187	13,6612	8,3741	10,6737	14,2737	8,2833	8,4442
12,6874	11,2472	8,3665	13,9916	15,9746	12,4594	16,5799	7,5600	10,0640	13,4298
10,4924	8,2804	16,2761	8,3174	7,9224	10,0361	11,2029	11,2086	8,5402	15,8766
16,4318	13,6572	11,7203	8,6820	14,5235	8,4731	10,6405	8,0766	11,2378	9,7611
12,6366	13,5934	14,0104	9,2101	15,8022	14,0880	16,6797	8,6332	11,8394	13,4013
10,4643	8,7549	15,1625	12,2768	11,1861	14,2511	8,2489	16,5213	12,7525	15,0393

Варіант 17

14,2393	12,4209	17,8767	14,8154	10,7911	13,4046	10,0591	10,8442	10,1778	12,9575
11,8117	9,9980	15,6442	13,7870	9,1351	11,0463	9,0034	8,2338	17,2439	8,1943
13,4919	13,9397	11,5462	9,8719	12,8691	15,7581	14,8670	13,7727	16,7704	13,9197
10,9263	8,1436	12,3076	8,4472	14,0652	9,3237	11,9212	9,8184	15,2240	15,5326
17,4806	15,8797	14,1660	16,9105	10,6379	15,0124	17,9563	11,8067	9,4278	15,5439
15,6868	9,3188	11,1199	11,4139	9,4547	8,0821	11,3191	14,0872	11,5868	11,3076
9,3192	10,7196	8,1184	8,0725	9,7024	8,5690	8,5172	10,8582	10,1924	15,6618
11,6622	9,3397	15,7549	17,7070	8,0694	10,4241	8,9498	11,2585	8,3682	14,5415
16,5326	13,1305	8,0275	8,1824	12,3052	16,0612	8,3341	12,6862	16,2196	10,6282
13,6164	9,2819	9,7273	13,4087	14,7237	10,3766	17,3811	11,3989	8,7519	17,0946

Варіант 18

15,6876	13,6736	16,0185	14,0655	13,2086	14,3022	18,2921	15,4649	16,9123	11,5134
13,2656	17,3023	14,7741	13,1072	15,2863	15,9607	9,6308	13,1216	17,3284	17,9846
18,2782	13,7435	18,2244	15,1211	16,8267	13,4764	16,1370	15,6068	12,3001	11,5509
18,2887	11,7085	10,4883	18,5917	16,9378	13,5119	10,0485	13,5290	11,6028	18,9590
12,8568	16,7655	17,5432	10,1395	10,6098	9,5877	10,4818	15,8292	17,6772	9,8318
17,5831	10,2787	10,2011	13,7973	14,6806	18,2509	11,4496	14,4101	9,7528	16,3136
13,4170	15,6377	12,6479	10,3761	14,6764	13,1538	11,0641	9,4787	14,4810	11,2501
12,7720	15,8314	13,1154	16,0028	14,0953	11,1042	18,4968	14,6848	14,6340	18,9648
9,0276	11,4307	18,2422	13,8687	12,6958	9,1519	10,2549	16,0974	12,4276	17,6980
10,9649	13,0484	17,6882	18,2732	15,3484	16,7733	12,3342	14,0990	9,0420	17,7672

Варіант 19

19,7142	18,3293	11,5689	16,0083	19,0208	13,2138	10,8169	13,2465	17,8919	15,5115
13,7625	11,5422	11,2634	18,1570	13,4498	18,0555	11,4688	13,1711	17,2164	11,0863
13,5931	19,8290	10,1686	11,3613	17,0714	19,0699	14,9099	19,5751	13,5438	14,1656
17,5161	10,1780	10,9543	17,6296	19,7627	11,4154	13,9042	14,3865	17,6016	11,6176
10,2525	11,1819	15,8866	11,7374	13,9670	12,2482	19,3515	14,1404	14,2282	11,2185
19,8349	17,6433	10,7778	19,2909	19,7580	18,8036	15,5233	19,6418	11,8515	19,4577
10,3871	18,0910	15,1307	10,5119	11,4092	10,0146	17,1231	11,9790	19,0986	13,5096
12,3446	19,2683	15,0351	18,8088	17,0261	15,7265	14,7203	13,9427	10,0908	11,4237
16,6798	16,6569	10,3798	18,1942	17,8143	12,5721	10,1283	10,9255	15,0011	19,6023
14,6939	15,0971	12,9459	18,6142	18,5310	10,5696	18,2846	10,3472	17,4195	11,6238

Варіант 20

20,9350	19,5713	17,9402	14,2498	16,6970	20,5050	18,2005	14,6850	16,1055	18,4793
14,8131	14,2062	19,5315	17,8495	16,1205	20,1649	13,5340	11,1614	16,6730	18,2784
12,4614	13,5637	16,9553	20,1689	16,3026	13,4738	19,3610	17,1523	14,7889	19,4907
20,4220	20,2763	17,7460	13,5595	19,2829	16,6116	11,6951	20,3848	12,4288	11,7891
12,7041	13,0960	14,6620	18,7889	15,4900	15,1600	16,3266	12,9806	18,7694	18,5463
16,7876	13,4126	16,8617	18,1402	14,1560	20,3490	17,5389	12,4073	11,2653	19,0600
16,1284	20,3091	17,8997	19,8626	15,8639	14,4631	19,2678	14,4058	14,4867	20,5613
20,7316	18,2140	17,0988	13,0310	18,7828	19,4721	15,2618	16,9513	18,2680	14,0680
12,3523	16,2154	15,8660	16,8790	15,1587	17,9446	19,8151	19,3127	11,7371	13,1534
15,8889	13,0942	15,5103	13,6648	19,6216	20,3075	15,6201	15,2700	14,7883	19,6826

Варіант 21

14,5288	18,1470	19,1276	20,1355	16,8710	18,5231	21,3195	15,5574	14,5554	16,5873
14,2136	15,8524	18,1147	20,6568	14,3029	14,2289	19,3098	12,5900	12,4525	15,7362
18,9792	18,4503	19,8752	21,0554	21,1415	15,4212	20,3584	16,5376	13,3470	14,9684
18,7398	20,4928	13,2782	12,2559	15,6363	15,7299	21,6034	21,8094	18,4174	18,3448
21,0763	19,4304	18,4337	12,7596	21,8886	20,3589	14,4929	13,0124	13,2717	13,6903
12,5877	20,2954	21,3471	13,0364	21,8699	16,7444	13,2290	13,4419	16,8787	15,4782
17,3761	14,5466	16,0171	16,8876	20,1919	20,0009	16,2777	21,1729	18,8776	13,1293
14,2201	17,1356	20,5323	18,8443	13,1966	17,2153	17,5066	21,8102	16,8306	18,7805
19,0017	20,8584	18,7399	21,6657	18,9230	19,6496	18,5168	21,9619	19,9805	13,5899
13,9527	12,0556	14,0402	12,9928	19,5140	16,9168	18,7272	12,4956	21,0708	16,6398

Варіант 22

17,8467	15,4743	19,0770	15,0402	21,0546	20,8718	21,5477	18,7151	14,7418	18,4756
19,9124	14,7759	18,9457	17,1423	20,5209	20,1335	13,7605	18,7228	19,1719	19,2449
19,6839	21,2260	19,5907	20,4011	14,2239	18,2349	18,1548	18,2652	14,7477	14,5668
14,8708	22,6641	17,5830	18,1916	20,6013	13,6256	13,3711	18,3926	20,5413	22,6682
18,6668	20,1825	13,9436	20,3392	13,7918	14,9668	20,0984	20,0058	16,9342	17,4573
20,5555	17,8916	14,5017	18,8380	17,6050	19,3674	17,7218	16,1763	19,0009	21,4896
15,4955	18,0899	18,9400	21,7900	13,4965	16,6594	15,2864	13,3145	19,5231	15,5921
13,0496	15,9106	15,1023	14,6369	14,1097	13,7688	13,3376	20,2481	13,1955	19,2113
13,0138	22,4992	20,1094	22,7292	18,9463	18,2473	18,2061	19,2733	18,5836	20,5467
19,1165	20,7930	14,8599	14,3142	13,7262	15,0251	15,2938	18,2410	19,4023	20,5323

Варіант 23

21,0856	18,1958	22,5080	15,6628	16,1629	16,7098	19,6713	21,3814	16,5295	19,0036
21,4221	18,5068	15,6339	19,6295	20,3718	15,3103	20,8082	20,5872	18,6606	18,3113
16,1184	16,9888	18,9310	21,0668	21,4665	18,9708	21,5577	19,2101	17,9431	19,8601
18,1219	21,7398	19,4273	20,5874	21,1387	18,5588	20,4397	20,3505	20,0348	14,2646
20,2427	23,5303	23,3717	18,1872	23,1936	22,8523	17,3267	20,6768	15,3439	18,8032
20,4147	15,6459	17,2935	15,2931	14,4699	19,3567	23,2902	21,5706	21,8677	15,4598
16,5829	20,3858	19,0041	16,2844	21,0213	22,4058	16,0216	20,3758	18,9088	16,8784
22,7848	16,2863	15,1038	18,5441	21,1095	22,6133	17,3716	20,8028	23,2350	14,2873
22,9854	15,1281	16,5555	15,1140	21,5770	16,7288	14,5929	16,5599	14,2407	16,4639
14,2249	22,7934	18,8829	19,0084	19,1628	21,9736	21,8245	17,2652	19,6752	23,7890

Варіант 24

16,1676	16,7321	21,3277	22,2917	22,9164	15,6465	20,3029	18,1903	19,7503	19,7823
21,3722	23,8377	17,4344	24,5441	19,8163	16,5220	19,4461	22,2370	15,5204	17,4812
17,3239	20,2307	16,4533	23,1955	22,2719	15,3736	18,3919	22,9227	23,0095	24,6568
20,8979	22,4903	19,8739	22,1291	19,5467	24,3335	15,1704	22,0588	24,4005	23,7847
19,7765	18,3510	24,7377	21,6104	15,9897	20,2081	20,0276	22,8034	16,6336	24,0467
17,1584	21,6207	20,4046	21,6610	23,9124	22,8702	23,4772	24,6348	18,6939	19,4548
17,3550	15,0086	16,5047	16,1558	22,9694	22,1927	21,1709	19,6765	21,0360	16,1286
23,8198	24,9281	18,6508	16,7080	17,6066	17,5713	22,1458	19,4325	18,6906	22,8033
16,1893	17,3300	23,4611	20,3982	19,1373	19,1174	22,0155	15,9951	24,6346	23,6161
17,8846	18,6382	19,4666	20,4155	24,0098	24,5649	17,6626	16,7859	24,9694	17,2452

Варіант 25

21,8444	21,8441	16,4552	24,6713	25,8298	21,9671	25,9990	17,8963	23,4843	22,4559
19,9493	25,8220	23,8212	25,4493	16,6980	16,2399	17,3546	19,0886	21,1566	18,1198
17,6999	21,9314	24,4832	19,1486	19,4274	23,6148	20,0579	19,5182	22,1595	21,7718
25,7122	21,9664	20,9280	25,1933	22,2006	18,0657	22,7711	23,2414	17,9333	20,7609
19,5872	21,5162	19,9482	23,1597	17,2353	23,7684	21,1388	23,5720	20,8878	20,0626
23,7304	16,7961	16,6316	21,1930	19,0089	21,6616	19,3180	19,3459	23,2943	24,8165
16,6678	25,0147	20,1679	20,7655	19,6192	20,1643	18,9515	18,1610	18,9316	17,6439
19,4302	22,3411	18,0365	16,8521	22,8321	24,1186	22,1390	25,6504	19,0525	24,8194
23,5697	18,5280	20,1317	17,5738	23,3856	21,0148	19,9817	24,8531	19,2217	20,3461
20,3619	22,2602	19,3940	22,3771	23,1070	18,5681	23,2495	24,7458	18,6019	22,0087

Варіант 26

21,8444	21,8441	16,4552	24,6713	25,8298	21,9671	25,9990	17,8963	23,4843	22,4559
19,9493	25,8220	23,8212	25,4493	16,6980	16,2399	17,3546	19,0886	21,1566	18,1198
17,6999	21,9314	24,4832	19,1486	19,4274	23,6148	20,0579	19,5182	22,1595	21,7718
25,7122	21,9664	20,9280	25,1933	22,2006	18,0657	22,7711	23,2414	17,9333	20,7609
19,5872	21,5162	19,9482	23,1597	17,2353	23,7684	21,1388	23,5720	20,8878	20,0626
23,7304	16,7961	16,6316	21,1930	19,0089	21,6616	19,3180	19,3459	23,2943	24,8165
16,6678	25,0147	20,1679	20,7655	19,6192	20,1643	18,9515	18,1610	18,9316	17,6439
19,4302	22,3411	18,0365	16,8521	22,8321	24,1186	22,1390	25,6504	19,0525	24,8194
23,5697	18,5280	20,1317	17,5738	23,3856	21,0148	19,9817	24,8531	19,2217	20,3461

Варіант 27

27,2954	25,6943	25,6954	26,8801	27,5365	26,7683	25,4328	24,5091	25,4407	25,7630
25,2522	26,7291	26,2305	25,7491	25,8292	26,5314	25,3469	25,7610	25,2846	26,3533
26,3861	24,9828	27,0080	26,5475	27,3881	26,4274	26,3039	24,9798	26,8768	25,4669
25,2221	25,9576	26,0157	27,6253	27,8566	27,2735	28,2905	25,2379	26,1596	27,8479
27,1311	27,2849	25,6204	25,5941	26,3491	24,5713	25,9621	25,7991	26,7617	27,5310
26,8550	25,8060	27,8469	26,8153	25,8834	26,9627	25,6601	24,7830	26,5238	25,0904
27,0906	25,8617	25,4492	27,1112	25,3563	25,9786	25,0041	26,3866	27,4408	26,6865
24,4902	26,6662	24,7449	26,7503	27,9044	25,7948	25,1991	25,7235	25,3375	26,3640
26,9651	26,4333	26,7656	24,2783	26,5337	25,8315	25,4470	24,1543	25,1460	23,4553
26,0453	26,4198	25,8658	24,5894	26,0520	25,8143	25,6657	25,8548	26,0563	26,2038

Варіант 28

28,3470	29,4595	27,7064	26,6643	23,3936	27,4874	23,3524	25,0485	26,1011	27,9291
25,5607	25,8559	29,6099	26,0917	26,9215	27,9456	24,6588	27,5240	30,7956	30,1235
26,2557	27,0223	27,0103	29,8989	24,3934	28,0731	23,7425	24,2553	28,8375	26,5194
24,2943	29,2389	27,7522	26,6910	25,5079	25,9371	29,2088	29,2515	31,6030	30,3532
29,6001	27,7208	25,7280	28,1292	29,3461	27,2274	26,7946	25,3040	25,8354	28,5586
27,0259	25,0235	24,4292	25,3252	28,2922	27,4289	23,0333	30,3464	25,0034	26,5453
28,4314	25,1414	29,6750	26,8315	30,5299	25,2130	28,1338	26,7648	24,5976	28,0186
29,9449	26,0502	27,1388	27,1292	27,7178	28,2717	28,8576	31,8363	27,0310	26,2155
27,3495	27,6703	27,7938	25,1247	30,2188	27,2854	26,8462	24,7146	23,1723	29,3954
25,6685	27,1689	29,2966	26,6761	26,7289	24,6796	29,6190	26,4151	26,3886	25,5263

Варіант 29

31,1160	28,3310	24,4129	25,7516	31,0927	32,3703	30,9534	27,4174	26,6690	26,6481
26,7586	25,3715	34,9127	26,3835	26,2073	22,2616	28,9362	23,7558	28,8192	35,3051
30,0610	28,9463	32,0165	36,5391	31,0154	30,1539	30,0366	28,3121	26,7337	32,3250
27,6925	30,6517	32,2621	27,1340	29,2358	27,7861	29,9076	27,7860	27,4311	25,9116
29,6592	31,7849	28,6670	23,2364	27,9378	28,7048	28,5945	28,3627	24,1786	29,0978
25,5149	30,7419	28,5559	28,7561	32,6494	25,5847	30,8369	27,0079	27,4189	25,1320
31,8460	25,7841	23,9108	28,8194	26,2081	27,6457	29,5806	29,4061	32,5208	24,1945
24,1688	30,3338	32,1237	32,7495	26,5853	29,7934	25,0474	30,3176	24,6762	26,1406
26,8664	24,4581	24,6127	27,7763	25,9473	23,8573	29,8029	28,3382	24,2446	29,3427
26,2450	29,9561	26,4105	33,5399	31,8875	26,6195	26,1350	30,5823	27,7319	28,2632

Варіант 30

31,1160	28,3310	24,4129	25,7516	31,0927	32,3703	30,9534	27,4174	26,6690	26,6481
26,7586	25,3715	34,9127	26,3835	26,2073	22,2616	28,9362	23,7558	28,8192	35,3051
30,0610	28,9463	32,0165	36,5391	31,0154	30,1539	30,0366	28,3121	26,7337	32,3250
27,6925	30,6517	32,2621	27,1340	29,2358	27,7861	29,9076	27,7860	27,4311	25,9116
29,6592	31,7849	28,6670	23,2364	27,9378	28,7048	28,5945	28,3627	24,1786	29,0978
25,5149	30,7419	28,5559	28,7561	32,6494	25,5847	30,8369	27,0079	27,4189	25,1320
31,8460	25,7841	23,9108	28,8194	26,2081	27,6457	29,5806	29,4061	32,5208	24,1945
24,1688	30,3338	32,1237	32,7495	26,5853	29,7934	25,0474	30,3176	24,6762	26,1406
26,8664	24,4581	24,6127	27,7763	25,9473	23,8573	29,8029	28,3382	24,2446	29,3427
26,2450	29,9561	26,4105	33,5399	31,8875	26,6195	26,1350	30,5823	27,7319	28,2632

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горбачук В. М. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посіб. / В. М. Горбачук О. І. Кушлик-Дивульська. – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 351 с.
2. Павлов О. А. Навчальний посібник з дисципліни «Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси та математична статистика». Курс лекцій. Частина 1 [Електрон. ресурс] : для студентів спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / О. А. Павлов, О. В. Гавриленко, Л. В. Рибачук ; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані. – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 154 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41672>, вільний (дата звернення: 20.05.2025). – Назва з екрана.
3. Самойленко Н. І. Теорія ймовірностей / М. І. Самойленко, О. Б. Костенко, А. І. Кузнєцов. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 194 с.
4. Булаєнко М. В. Теорія ймовірностей : конспект лекцій / М. В. Булаєнко. – Харків : ХНАМГ, 2009. – 174 с.
5. GeoGebra Динамічна математика для навчання та викладання [Електрон. ресурс] : сайт. – Електрон. текст. дані. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <http://www.geogebra.org/>, вільний (дата звернення: 20.05.2025). – Назва з екрана.

ДОДАТОК А

Зразок титульного акруша

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Кафедра «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

ЗВІТ

ІЗ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

з дисципліни

**«ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ, ЙМОВІРНІСНІ ПРОЦЕСИ ТА
МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА»**

Варіант 12

Виконала:

студентка 1 курсу ННІ ЕІТІ

групи КН 2023-1

Новікова Д. Г.

Перевірила:

доцент кафедри КНтаІТ

Булаєнко М. В.

Оцінка:

Харків – 2025

ДОДАТОК Б

Таблиця значень функції Гаусса

Таблиця Б.1 – Значення функції $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,3989	0,3989	0,3989	0,3988	0,3986	0,3984	0,3982	0,3980	0,3977	0,3973
0,1	0,3970	0,3965	0,3961	0,3956	0,3951	0,3945	0,3939	0,3932	0,3925	0,3918
0,2	0,3910	0,3902	0,3894	0,3885	0,3876	0,3867	0,3857	0,3847	0,3836	0,3825
0,3	0,3814	0,3802	0,3790	0,3778	0,3765	0,3752	0,3739	0,3726	0,3712	0,3697
0,4	0,3683	0,3668	0,3652	0,3637	0,3621	0,3605	0,3589	0,3572	0,3555	0,3538
0,5	0,3521	0,3503	0,3485	0,3467	0,3448	0,3429	0,3410	0,3391	0,3372	0,3352
0,6	0,3332	0,3312	0,3292	0,3271	0,3251	0,3230	0,3209	0,3187	0,3166	0,3144
0,7	0,3123	0,3101	0,3079	0,3056	0,3032	0,3011	0,2989	0,2966	0,2943	0,2920
0,8	0,2897	0,2874	0,2850	0,2827	0,2803	0,2780	0,2756	0,2732	0,2709	0,2685
0,9	0,2661	0,2637	0,2613	0,2589	0,2565	0,2541	0,2516	0,2492	0,2468	0,2444
1,0	0,2420	0,2396	0,2371	0,2347	0,2323	0,2299	0,2275	0,2251	0,2227	0,2203
1,1	0,2179	0,2155	0,2131	0,2107	0,2083	0,2059	0,2036	0,2012	0,1989	0,1965
1,2	0,1942	0,1919	0,1895	0,1872	0,1849	0,1826	0,1804	0,1781	0,1758	0,1736
1,3	0,1714	0,1691	0,1669	0,1647	0,1626	0,1604	0,1582	0,1561	0,1539	0,1518
1,4	0,1497	0,1476	0,1456	0,1435	0,1415	0,1394	0,1374	0,1354	0,1334	0,1315
1,5	0,1295	0,1276	0,1257	0,1238	0,1219	0,1200	0,1182	0,1163	0,1145	0,1127
1,6	0,1109	0,1092	0,1074	0,1057	0,1040	0,1023	0,1006	0,0989	0,0973	0,0957
1,7	0,0940	0,0925	0,0909	0,0893	0,0878	0,0863	0,0848	0,0833	0,0818	0,0804
1,8	0,0789	0,0774	0,0759	0,0745	0,0731	0,0718	0,0705	0,0692	0,0680	0,0668
1,9	0,0656	0,0644	0,0632	0,0620	0,0608	0,0596	0,0584	0,0573	0,0562	0,0551
2,0	0,0540	0,0529	0,0519	0,0508	0,0498	0,0488	0,0478	0,0468	0,0459	0,0449
2,1	0,0440	0,0431	0,0422	0,0413	0,0404	0,0396	0,0387	0,0379	0,0371	0,0363
2,2	0,0355	0,0347	0,0339	0,0332	0,0325	0,0317	0,0310	0,0303	0,0297	0,0290
2,3	0,0283	0,0277	0,0270	0,0264	0,0258	0,0252	0,0246	0,0241	0,0235	0,0229
2,4	0,0224	0,0219	0,0213	0,0208	0,0203	0,0198	0,0194	0,0189	0,0184	0,0180
2,5	0,0175	0,0171	0,0167	0,0163	0,0158	0,0154	0,0151	0,0147	0,0143	0,0139
2,6	0,0136	0,0132	0,0129	0,0126	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110	0,0107
2,7	0,0104	0,0101	0,0099	0,0096	0,0093	0,0091	0,0088	0,0086	0,0084	0,0081
2,8	0,0079	0,0077	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0067	0,0065	0,0063	0,0061
2,9	0,0060	0,0058	0,0056	0,0055	0,0053	0,0051	0,0050	0,0048	0,0047	0,0046
3,0	0,0044	0,0043	0,0042	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036	0,0035	0,0034
3,1	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026	0,0025	0,0025
3,2	0,00238	0,00231	0,00223	0,0022	0,00216	0,00203	0,00196	0,0019	0,00184	0,00178
3,3	0,00172	0,00167	0,00161	0,00156	0,00151	0,00146	0,00141	0,00136	0,00132	0,00128
3,4	0,00123	0,00119	0,00115	0,00111	0,0011	0,00104	0,0010	0,0010	0,00097	0,00094
3,5	0,00087	0,00084	0,00081	0,00078	0,00076	0,00073	0,00071	0,00068	0,00066	0,00063
3,6	0,00061	0,00059	0,00057	0,00055	0,00053	0,00051	0,00049	0,00047	0,00046	0,00044
3,7	0,00042	0,00041	0,00039	0,00038	0,00037	0,00035	0,00034	0,00033	0,00031	0,00030
3,8	0,00029	0,00028	0,00027	0,00026	0,00025	0,00024	0,00023	0,00022	0,00021	0,00021
3,9	0,0002	0,00019	0,00018	0,00018	0,00017	0,00016	0,00016	0,00015	0,00015	0,00014

Примітка.

1. $\varphi(-x) = \varphi(x)$; 2. $\forall |x| > 4, \varphi(x) = 0$.

ДОДАТОК В

Таблиця значень функції Лапласа

Таблиця В.1 – Значення функції $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2086	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2640	0,2673	0,2703	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2862
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3061	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3211	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3883	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4665	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4780	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4803	0,4793	0,4798	0,4803	0,4807	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4825	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4861	0,4868	0,4871	0,4875	0,4877	0,4881	0,4884	0,4887	0,4889
2,3	0,4893	0,4895	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4939	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4959	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4980	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4983	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986

Примітка.

1. $\Phi(-x) = -\Phi(x)$;

2 $\forall |x| > 5, \Phi(x) = 0,5$.

Продовження таблиці В.1

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,0	0,49865	0,498694	0,498736	0,498777	0,498817	0,498856	0,498893	0,498929	0,498965	0,498999
3,1	0,49903	0,499065	0,499096	0,499126	0,499153	0,499184	0,499211	0,499238	0,499264	0,499289
3,2	0,49931	0,499336	0,499359	0,499381	0,499402	0,499423	0,499443	0,499452	0,499481	0,499499
3,3	0,49952	0,499534	0,499549	0,499564	0,499581	0,499596	0,499610	0,499624	0,499638	0,499651
3,4	0,49966	0,499675	0,499687	0,499698	0,499709	0,499719	0,499730	0,499739	0,499749	0,499759
3,5	0,49977	0,499776	0,499784	0,499792	0,499799	0,49981	0,499815	0,499822	0,499828	0,499835
3,6	0,49985	0,499847	0,499853	0,499858	0,499864	0,499869	0,499874	0,499879	0,499883	0,499888
3,7	0,49989	0,499896	0,499900	0,499904	0,499908	0,499912	0,499915	0,499918	0,499922	0,499925
3,8	0,49993	0,499931	0,499933	0,499936	0,499938	0,499941	0,499943	0,499946	0,499948	0,499949
3,9	0,49995	0,499954	0,499956	0,499958	0,499959	0,499961	0,499963	0,499964	0,499966	0,499967
4,0	0,49997	0,499970	0,499971	0,499972	0,499973	0,499974	0,499976	0,499977	0,499978	0,499978
4,1	0,49998	0,499980	0,499981	0,499982	0,499983	0,499983	0,499984	0,499985	0,499985	0,499986
4,2	0,49998	0,499987	0,499988	0,499988	0,49989	0,499989	0,499989	0,499990	0,499991	0,499991
4,3	0,49999	0,499992	0,499992	0,499993	0,499993	0,499993	0,499994	0,499994	0,499994	0,499994
4,4	0,49999	0,499995	0,99995	0,499995	0,499996	0,499996	0,499996	0,499996	0,499996	0,499996
4,5	0,49999	0,499997	0,499997	0,499997	0,499997	0,499997	0,499997	0,499997	0,499998	0,499998
5,0	0,4999997									

Примітка.

1. $\Phi(-x) = -\Phi(x)$;

2 $\forall |x| > 5, \Phi(x) = 0,5$.

ДОДАТОК Г

Таблиця значень функції Пуассона

Таблиця Г.1 – Значення функції Пуассона $P_n(k) = \frac{\lambda^k}{k!} \cdot e^{-\lambda}$

	λ							
k	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0	0,904837	0,818731	0,740818	0,670320	0,606331	0,548812	0,496585	0,449329
1	0,090484	0,163746	0,222245	0,268128	0,303265	0,329287	0,347610	0,3594463
2	0,004524	0,016375	0,033337	0,053626	0,075816	0,098786	0,121663	0,143785
3	0,000151	0,001062	0,003334	0,007150	0,012636	0,019757	0,028388	0,038343
4	0,000004	0,000055	0,000250	0,000715	0,001580	0,002964	0,004968	0,007669
5	–	0,000002	0,000015	0,000057	0,000158	0,000356	0,000696	0,001227
6	–	–	0,000001	0,000004	0,000013	0,000036	0,000081	0,000164
7	–	–	–	–	0,000001	0,000003	0,000008	0,000019
8	–	–	–	–	–	–	0,000001	0,000002
	λ							
k	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	0,406570	0,367879	0,223130	0,135335	0,82085	0,049787	0,030197	0,018316
1	0,365913	0,367879	0,334695	0,270671	0,205212	0,149361	0,105691	0,073263
2	0,164661	0,183940	0,251021	0,270671	0,256513	0,224042	0,184959	0,146525
3	0,049398	0,061313	0,125510	0,180447	0,213763	0,224042	0,215785	0,195367
4	0,011115	0,015328	0,04067	0,090224	0,133602	0,168031	0,188812	0,195367
5	0,002001	0,003066	0,014120	0,036089	0,066801	0,1000819	0,132169	0,156293
6	0,000300	0,000511	0,003530	0,012030	0,027834	0,050409	0,077098	0,104196
7	0,000039	0,000073	0,000756	0,003437	0,009941	0,021604	0,038549	0,059540
8	0,000004	0,000009	0,000142	0,000859	0,003106	0,008102	0,016865	0,029770
9	–	0,000001	0,000024	0,000191	0,000863	0,002701	0,006559	0,013231
10	–	–	0,000004	0,000038	0,000216	0,000810	0,002296	0,005292
11	–	–	–	0,000007	0,000049	0,000221	0,000730	0,001925
12	–	–	–	0,000001	0,000010	0,000055	0,000213	0,000642
13	–	–	–	–	0,000002	0,000013	0,000057	0,000197
14	–	–	–	–	–	0,000003	0,000014	0,000056
15	–	–	–	–	–	0,000001	0,000003	0,000015
16	–	–	–	–	–	–	0,000001	0,000004
17	–	–	–	–	–	–	–	0,000001
	λ							
	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	
0	0,011109	0,006738	0,002479	0,000912	0,000335	0,000123	0,000045	
1	0,049990	0,033690	0,014873	0,006383	0,002684	0,001111	0,000454	
2	0,112479	0,083227	0,044618	0,022341	0,010735	0,004998	0,002270	
3	0,168718	0,140374	0,089235	0,052129	0,028626	0,014994	0,007867	
4	0,189808	0,175467	0,133853	0,091226	0,057252	0,033737	0,018917	
5	0,170827	0,175467	0,160623	0,127717	0,091604	0,060727	0,037833	
6	0,128120	0,146223	0,160623	0,149003	0,122138	0,091090	0,063055	
7	0,082363	0,104445	0,137677	0,149003	0,139587	0,117116	0,090079	
8	0,046329	0,065278	0,103258	0,130377	0,139587	0,131756	0,112599	
9	0,023165	0,036266	0,068838	0,101405	0,124077	0,131756	0,125110	
10	0,010424	0,018133	0,041303	0,070983	0,099262	0,118580	0,125110	
11	0,004264	0,008242	0,022529	0,045171	0,072190	0,097020	0,113736	
12	0,001599	0,003434	0,011264	0,026350	0,048127	0,072765	0,094780	
13	0,000554	0,001321	0,005189	0,014188	0,029616	0,050376	0,072908	

Продовження таблиці Г.1

k	λ						
	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
14	0,000178	0,000472	0,002228	0,007094	0,016924	0,032384	0,052077
15	0,000053	0,000157	0,000891	0,003311	0,009026	0,019431	0,034718
16	0,000015	0,000049	0,000334	0,001448	0,004513	0,010930	0,021689
17	0,000004	0,000014	0,00018	0,000596	0,002124	0,005786	0,012764
18	0,000001	0,000004	0,000039	0,000232	0,00009440	0,002893	0,007091
19	—	0,000001	0,000012	0,000085	0,000397	0,001370	0,003732
20	—	—	0,000004	0,000030	0,000159	0,000617	0,001866
21	—	—	0,000001	0,000010	0,000061	0,000264	0,000889
22	—	—	—	0,000003	0,000022	0,000108	0,000404
23	—	—	—	0,000001	0,000008	0,000042	0,000176
24	—	—	—	—	0,000003	0,000016	0,000073
25	—	—	—	—	0,000001	0,000006	0,000029
26	—	—	—	—	—	0,000002	0,000011
27	—	—	—	—	—	0,000001	0,000004
28	—	—	—	—	—	—	0,000001
29	—	—	—	—	—	—	0,000001

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до виконання розрахунково-графічної роботи
з навчальної дисципліни

«ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ, ЙМОВІРНІСНІ ПРОЦЕСИ ТА МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА»

*(для здобувачів 2 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальностей
122, F3 – Комп'ютерні науки)*

Укладач **БУЛАЄНКО** Марина Володимирівна

Відповідальний за випуск *О. Б. Костенко*

Редактор *О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2022, поз. 240М

Підп. до друку 27.05.2025. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 2,5.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.