



$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$m_5$	$m_6$	$m_7$	$m_8$	$m_9$	$m_{10}$	$n$
3	10	16	25	37	35	23	9	6	3	167

## ЗМІСТ

1	Проведення статистичної обробки експериментальних даних і побудова гістограми експериментальних ймовірностей.....	4
2	Визначення параметрів закону експериментального розподілу.....	7
3	Апроксимація експериментальної функції нормальним законом розподілу.....	9
4	Визначення ймовірності відмови та ймовірності безвідмовної роботи.....	10
	Висновки.....	12
	Література.....	13

# 1 ПРОВЕДЕННЯ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ І ПОБУДОВА ГІСТОГРАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЙМОВІРНОСТЕЙ

Статистична обробка експериментальних даних починається з представлення експериментальних (статистичних) даних у вигляді статистичного ряду.

Довжина інтервалу приймається рівною

$$h_N = \frac{t_k - t_H}{N} = \frac{55 - 5}{10} = 5 \text{ тис. км} \quad (1.1)$$

Ліва границя першого інтервалу дорівнюється

$$\alpha_1 = t_H = 5 \text{ тис. км} \quad (1.2)$$

Права границя першого інтервалу визначається

$$\beta_1 = \alpha_1 + h_N = 5 + 5 = 10 \text{ тис. км} \quad (1.3)$$

Ліва границя другого інтервалу дорівнюється

$$\alpha_2 = \beta_1 = 10 \text{ тис. км} \quad (1.4)$$

Права границя другого інтервалу визначається

$$\beta_2 = \alpha_2 + h_N = 10 + 5 = 15 \text{ тис. км} \quad (1.5)$$

Ліві і праві границі останніх інтервалів визначаються аналогічно.

Середина кожного інтервалу визначається

$$t_i = \frac{\beta_i + \alpha_i}{2} \text{ тис. км} \quad (1.6)$$

Середина першого інтервалу

$$t_1 = \frac{\beta_1 + \alpha_1}{2} = \frac{10 + 5}{2} = 7,5 \text{ тис. км}$$

Середина другого інтервалу

$$t_2 = \frac{\beta_2 + \alpha_2}{2} = \frac{15 + 10}{2} = 12,5 \text{ тис. км}$$

Середина третього інтервалу

$$t_3 = \frac{\beta_3 + \alpha_3}{2} = \frac{20 + 15}{2} = 17,5 \text{ тис. км}$$

Останні розрахунки виконуються аналогічно.

Експериментальна ймовірність попадання випадкової величини в інтервали:

$$S_N = \frac{m_N}{n}, \quad (1.7)$$

де  $m_N$  - експериментальні частоти попадання випадкової величини в інтервали (таблиця 4.2),

$N$  - номер інтервалу,  $N=1;2;\dots;N$  ;

$n$  - загальна кількість спостережень (таблиця 4.2).

Експериментальна ймовірність першого інтервалу

$$S_1 = \frac{m_1}{n} = \frac{3}{167} = 0,018$$

Експериментальна ймовірність другого інтервалу

$$S_2 = \frac{m_2}{n} = \frac{10}{167} = 0,060$$

Експериментальна ймовірність третього інтервалу

$$S_3 = \frac{m_3}{n} = \frac{16}{167} = 0,096$$

Останні розрахунки виконуються аналогічно.

Результати розрахунків наводяться до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати розрахунків параметрів за інтервалами

№	Умовні позначення	Номер інтервалу										Сума
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	$\alpha_i$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	-
2	$\beta_i$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	-
3	$t_i$	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	-
4	$m_N$	3	10	16	25	37	35	23	9	6	3	167
5	$S_N$	0,018	0,060	0,096	0,150	0,222	0,210	0,138	0,054	0,036	0,018	1,000
6	$M_t$	0,135	0,749	1,677	3,368	6,093	6,811	5,165	2,290	1,707	0,943	28,937
7	$D_t$	8,255	16,178	12,532	6,203	0,458	2,660	10,098	9,914	12,380	9,974	88,653
8	$q_N$	0,004	0,012	0,019	0,030	0,044	0,042	0,028	0,011	0,007	0,004	-
9	$f(t_i)$	0,003	0,009	0,020	0,034	0,042	0,039	0,028	0,015	0,006	0,002	-
10	$P(t_i)$	0,016	0,046	0,101	0,168	0,209	0,197	0,140	0,075	0,030	0,009	0,992
11	$F(t_i)$	0,016	0,062	0,163	0,331	0,540	0,738	0,878	0,953	0,983	0,992	-
12	$R(t_i)$	0,984	0,938	0,837	0,669	0,460	0,262	0,122	0,047	0,017	0,008	-

За величинами експериментальних ймовірностей будують гістограму (рис. 1.1)

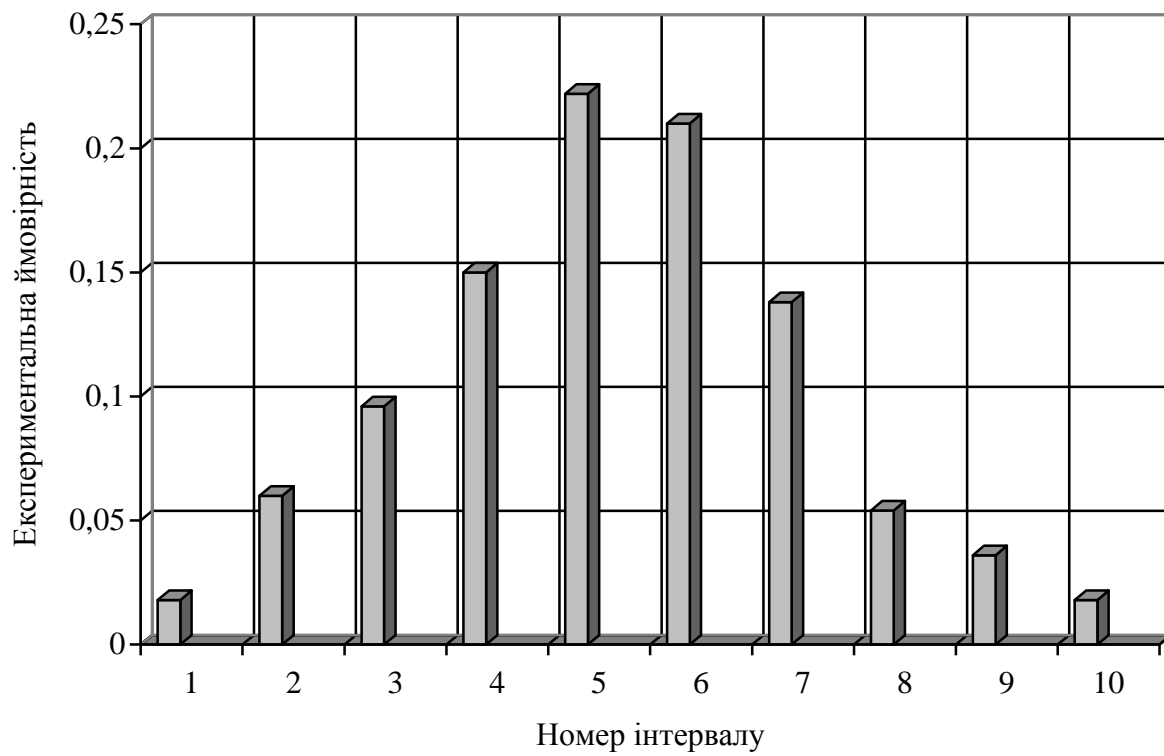


Рисунок 1.1 – Гістограма експериментальних ймовірностей

## 2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАКОНУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ

Експериментальна щільність ймовірності визначається для кожного інтервалу

$$q_N = \frac{S_N}{h_N}, \quad (2.1)$$

Експериментальна щільність ймовірності для першого інтервалу

$$q_1 = \frac{S_1}{h_N} = \frac{0,018}{5} = 0,004$$

Експериментальна щільність ймовірності для другого інтервалу

$$q_2 = \frac{S_2}{h_N} = \frac{0,060}{5} = 0,012$$

Експериментальна щільність ймовірності для третього інтервалу

$$q_3 = \frac{S_3}{h_N} = \frac{0,096}{5} = 0,019$$

Останні розрахунки виконуються аналогічно.

Результати розрахунків наводяться до таблиці 1.1 та відображають на графіку (рис. 2.1).

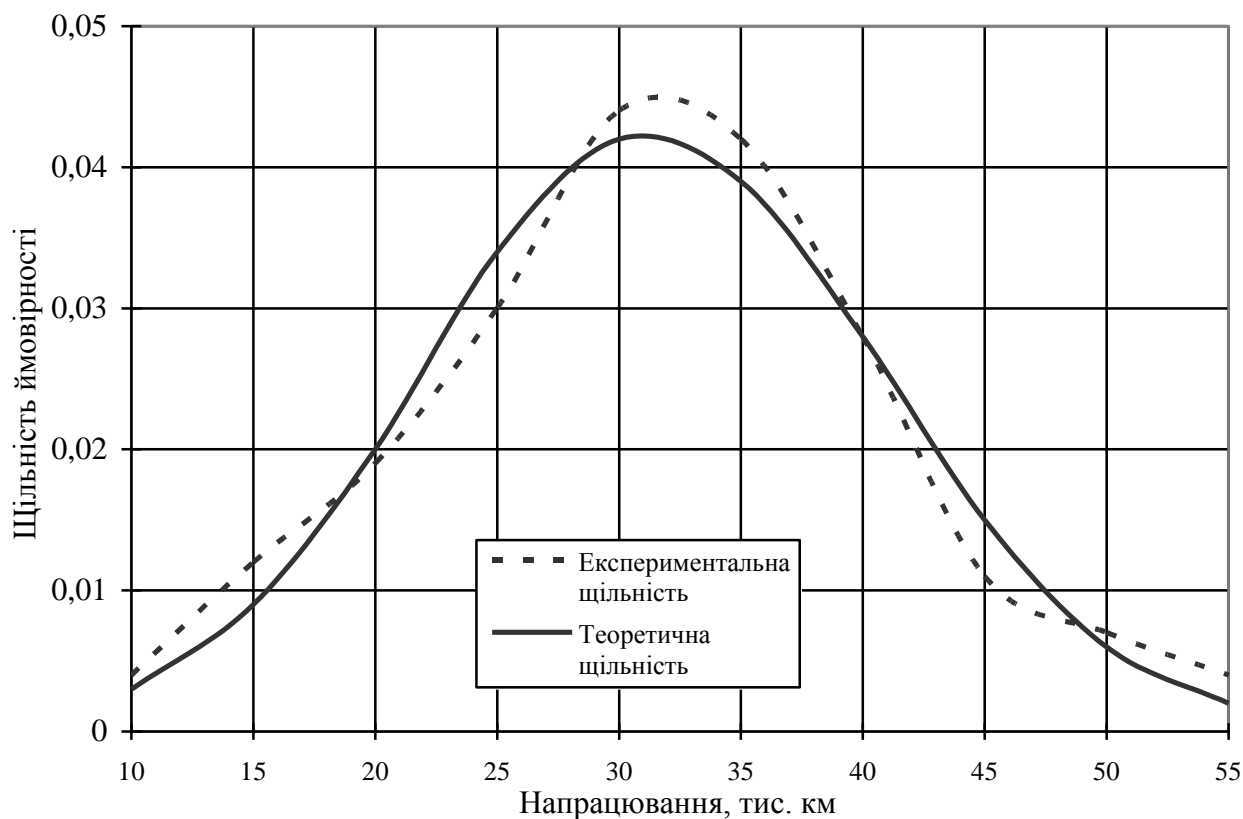


Рисунок 2.1 – Залежність щільності ймовірності від напрацювання

Математичне очікування випадкової величини

$$M_t = \sum_{i=1}^N t_N \cdot S_N = 7,5 \cdot 0,018 + 12,5 \cdot 0,60 + 17,5 \cdot 0,096 + 22,5 \cdot 0,150 + 27,5 \cdot 0,222 + \\ + 32,5 \cdot 0,210 + 37,5 \cdot 0,138 + 42,5 \cdot 0,054 + 47,5 \cdot 0,036 + 52,5 \cdot 0,018 = 28,937 \quad (2.2)$$

Дисперсія випадкової величини

$$D_t = \sum_{i=1}^N [M_t - t_N]^2 \cdot S_N = (28,937 - 7,5)^2 \cdot 0,018 + (28,937 - 12,5)^2 \cdot 0,096 + \\ + (28,937 - 17,5)^2 \cdot 0,150 + (28,937 - 22,5)^2 \cdot 0,210 + (28,937 - 27,5)^2 \cdot 0,222 + \\ + (28,937 - 32,5)^2 \cdot 0,210 + (28,937 - 37,5)^2 \cdot 0,138 + (28,937 - 42,5)^2 \cdot 0,054 + \\ + (28,937 - 47,5)^2 \cdot 0,036 + (28,937 - 52,5)^2 \cdot 0,018 = 88,653 \quad (2.3)$$

Середньоквадратичне відхилення

$$\sigma_t = \sqrt{D_t} = \sqrt{88,653} = 9,416 \quad (2.4)$$

Коефіцієнт варіації

$$v = \frac{\sigma_t}{M_t} = \frac{9,416}{28,937} = 0,325 \quad (2.5)$$

Результати розрахунків наводяться в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Результати розрахунку параметрів

№	Найменування параметрів	Умовні позначення	Числові величини
1	2	3	4
1	Загальна кількість спостережень	n	10
2	Крок інтервалу	h <sub>N</sub>	5,00
3	Математичне очікування випадкової величини	M(T)	28,937
4	Дисперсія випадкової величини	D(T)	88,653
5	Середньоквадратичне відхилення	σ(T)	9,416
6	Коефіцієнт варіації	v	0,325



### 3 АПРОКСИМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ НОРМАЛЬНИМ ЗАКОНОМ РОЗПОДІЛУ

В деяких теоретичних законах розподілу існують свої допоміжні параметри. У даному зразку формули для їх визначення не наводяться. Ці формули наведені методичних вказівках [13/6]. Цей розділ потрібно починати з визначення цих допоміжних параметрів теоретичних законів розподілу.

Теоретична щільність ймовірності, що називається диференціальною функцією розподілу, визначається за формулою нормального розподілу

$$f(t_i) = \frac{1}{\sigma_i \cdot \sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left[ -\frac{(t_i - M_i)^2}{2 \cdot \sigma_i^2} \right] \quad (3.1)$$

Теоретична щільність ймовірності для першого інтервалу

$$f(7,5) = \frac{1}{9,416 \cdot \sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left[ -\frac{(7,5 - 28,937)^2}{2 \cdot 9,416^2} \right] = 0,003$$

Теоретична щільність ймовірності для другого інтервалу

$$f(12,5) = \frac{1}{9,416 \cdot \sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left[ -\frac{(12,5 - 28,937)^2}{2 \cdot 9,416^2} \right] = 0,009$$

Теоретична щільність ймовірності для третього інтервалу

$$f(17,5) = \frac{1}{9,416 \cdot \sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left[ -\frac{(17,5 - 28,937)^2}{2 \cdot 9,416^2} \right] = 0,020$$

Останні розрахунки виконуються аналогічно.

Результати обчислень заносять до таблиці 1.1 та відображають на графіку (рис. 2.1).

#### 4 ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ВІДМОВИ ТА ЙМОВІРНОСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ

Ймовірність відмови називається інтегральною функцією розподілу і в загальному випадку визначається за допомогою інтегралу

$$F(t_i) = \sum_{i=1}^N P(t_i) \quad (4.1)$$

де  $P(t_i)$  - теоретична ймовірність попадання випадкової величини у інтервали:

$$P(t_i) = f(t_i) \cdot h_N \quad (4.2)$$

$h_N$  – довжина інтервалу;

Теоретична ймовірність для першого інтервалу

$$P(7,5) = 0,003 \cdot 5 = 0,016$$

Теоретична ймовірність другого інтервалу

$$P(12,5) = 0,009 \cdot 5 = 0,046$$

Теоретична ймовірність для третього інтервалу

$$P(17,5) = 0,020 \cdot 5 = 0,101$$

Останні розрахунки виконуються аналогічно.

Ймовірність відмови для першого інтервалу

$$F(7,5) = P(7,5) = 0,016$$

Ймовірність відмови для другого інтервалу

$$F(12,5) = P(7,5) + P(12,5) = 0,062$$

Ймовірність відмови для третього інтервалу

$$F(17,5) = P(7,5) + P(12,5) + P(17,5) = 0,163$$

Останні розрахунки виконуються аналогічно.

Результати обчислень заносять до таблиці 1.1 та відображають на графіку (рис. 4.1).

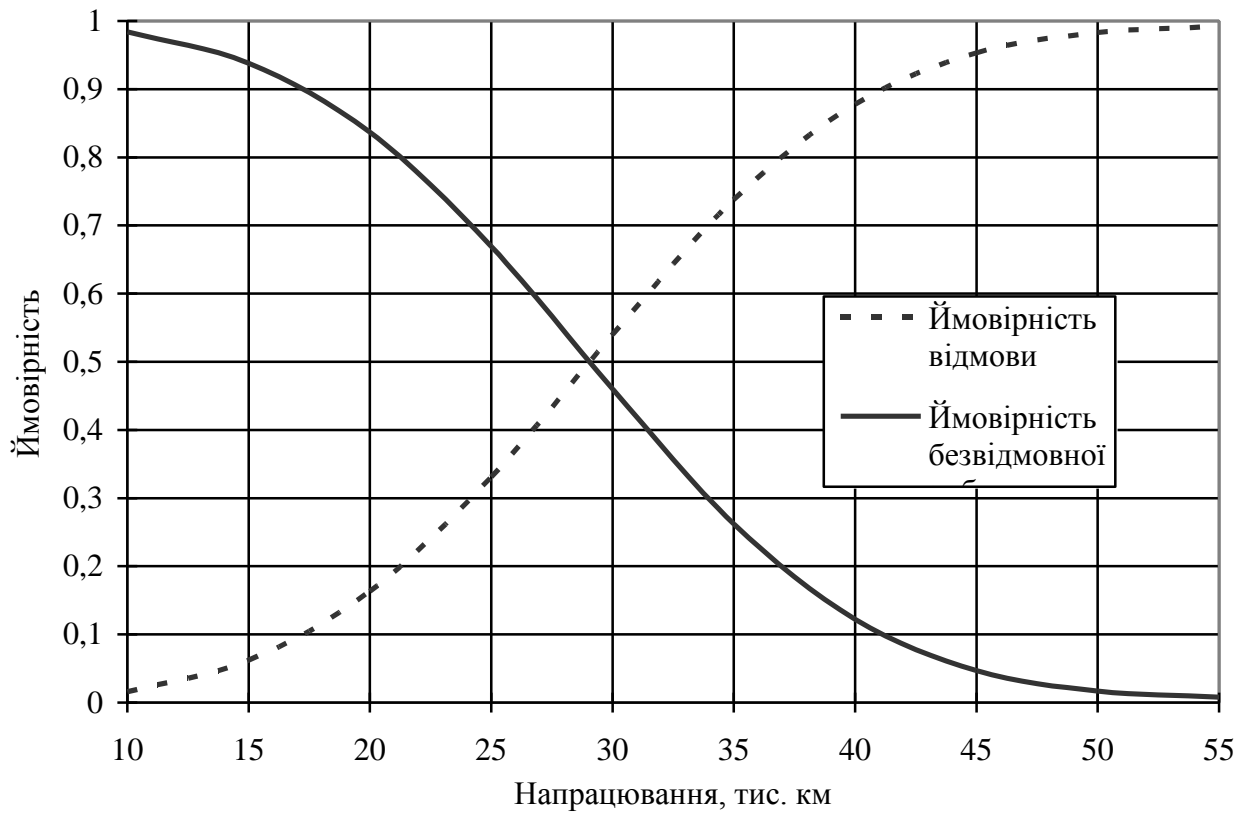


Рисунок 4.1 – Залежність ймовірностей від напрацювання

Ймовірність безвідмовної роботи визначається

$$R(t_i) = 1 - F(t_i) \quad (4.3)$$

Ймовірність безвідмовної роботи для першого інтервалу

$$R(7,5) = 1 - F(7,5) = 1 - 0,016 = 0,984$$

Ймовірність безвідмовної роботи для другого інтервалу

$$R(12,5) = 1 - F(12,5) = 1 - 0,062 = 0,938$$

Ймовірність безвідмовної роботи для третього інтервалу

$$R(17,5) = 1 - F(17,5) = 1 - 0,163 = 0,837$$

Останні розрахунки виконуються аналогічно.

Результати обчислень заносять до таблиці 1.1 та відображають на графіку (рис. 4.1).

## ВИСНОВКИ

1. Виконано статистичну обробку експериментальних даних і розрахунок параметрів емпіричного закону розподілу зміни кутового люфту рульового колеса групи автомобілів КамАЗ 5320 в залежності від напрацювання

2. За формою кривої емпіричного закону розподілу запропонована гіпотеза про вибір теоретичного закону розподілу – нормального, з параметрами  $M(T)=28,937$  тис. км;  $\sigma(T)=9,416$  тис. км.

3. Одержано залежності ймовірності відмови та безвідмовної роботи рульового керування автомобіля КамАЗ 5320.

4. За заданим рівнем ймовірності безвідмовної роботи можна встановити оптимальну періодичність технічного обслуговування рульового керування автомобіля КамАЗ 5320, яка дозволить підняти надійність автомобіля до належного рівня.

## ЛІТЕРАТУРА

- 1 Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Кн. 1. Теоретичні основи. Технологія: Підручник / - К.: Вища шк., 1994.- 342с.
- 2 Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Кн. 2. Організація, планування й управління: Підручник/ - К.: Вища шк., 1994.- 383с.
- 3 Канарчук В.Е. и др. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств. Кн. 1. Теоретические основы. Технология.: Учебник/ - К.: Вища шк. - 1991. - 359 с.
- 4 Канарчук В.Е. и др. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств. Кн. 2. Организация, планирование и управление.: Учебник / - К.: Вища шк. - 1991. - 384 с.
- 5 Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту.-К., Міністерство транспорту України 1998.- 16с.
- 6 Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/ Под. ред. Г.В.Крамаренко. - М.: Транспорт, 1983. – 488с.
- 7 Техническая эксплуатация автомобилей. Говорущенко Н.Я. - Харьков.: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984.- 312 с.
- 8 Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/ Под ред. Е.С.Кузнецова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт. 1991. - 413с.
- 9 Техническая кибернетика транспорта. Под ред. Говорущенко Н.Я., Варфоломеева В.Н.