

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТУ

Кафедра інформаційних систем і технологій

НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи №1

«Дослідження характеристик емпіричних розподілів відмов»

для студентів III курсу спеціалізації «Комп'ютерні інформаційно-керуючі
системи на залізничному транспорті» денної форми навчання

Київ 2008

УДК 681.3.019.3

Федухін О.В., Гладков В.А.

Дослідження характеристик емпіричних розподілів відмов: Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи / О.В. Федухін, В.А. Гладков.–К.: ДЕТУТ, 2008.–14 с.

Методичні вказівки містять теоретичний матеріал і варіанти індивідуальних завдань до лабораторної роботи.

Для студентів III курсу спеціальності 7.092507 “Автоматика і автоматизація на транспорті” спеціалізації 7.092507.01: ”Комп’ютерні інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті” денної форми навчання.

Розглянуті та затверджені на засіданні кафедри “Інформаційні системи і технології” (протокол № 9 від 3 квітня 2007 року) та на засіданні методичної комісії ІРСЗТ (протокол № 8 від 23 квітня 2007 року).

Автори: О.В. Федухін, д-р техн. наук, професор кафедри ІСТ,
В.А. Гладков, канд. техн. наук, доц. кафедри ІСТ.

Рецензенти: Г.С. Теслер, д-р техн. наук, професор, ПІММС НАНУ,
О.І. Стасюк, д-р техн. наук, професор, зав. кафедри ІСТ.

ЗМІСТ

1. ВСТУП.....	4
2. ТИМЧАСОВА ДІАГРАМА РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВОЇ ВЕЛИЧИНИ.....	4
3. ГІСТОГРАМА РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВОЇ ВЕЛИЧИНИ.....	5
4. ЕМПІРИЧНА ФУНКЦІЯ РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВОЇ ВЕЛИЧИНИ.....	5
5. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕМПІРИЧНИХ РОЗПОДІЛІВ ВИПАДКОВОЇ ВЕЛИЧИНИ.....	6
6. ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	8
7. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	13

1. ВСТУП

Математична статистика займається статистичним описом результатів чи досвідів спостережень, побудовою і перевіркою придатних математичних моделей, що містять поняття імовірності. Одна з найважливіших практичних задач математичної статистики полягає в тому, щоб на підставі знання деяких властивостей підмножин елементів (випадкової вибірки), узятих з певної безлічі, зробити які-небудь твердження про властивості цієї безлічі, що має назву *генеральної сукупності*. Встановлення закону розподілу досліджуваної випадкової величини (наприклад, наробітку до відмови виробу) далі дозволяє визначити всі необхідні кількісні показники надійності даних виробів.

У лабораторній роботі досліджуються графічні способи представлення й аналітичні оцінки основних характеристик емпіричних розподілів випадкових величин.

2. ТИМЧАСОВА ДІАГРАМА РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВОЇ ВЕЛИЧИНИ

Попередньо результати незалежних спостережень (x_1, x_2, \dots, x_n) над випадковою величиною X можна представити у виді тимчасової діаграми потоку відмов (рис. 1).

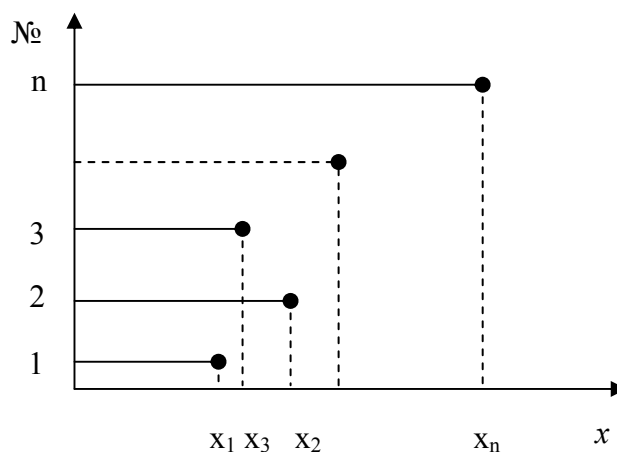


Рис. 1

3. ГІСТОГРАМА РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВОЇ ВЕЛИЧИНИ

Якщо є випадкова вибірка (x_1, x_2, \dots, x_n) , узята з генеральної сукупності з ознакою X (розподіл X невідомий), то для того, щоб одержати перше представлення про розподіл X , будують так названу *гістограму*. Попередньо результати незалежних спостережень (x_1, x_2, \dots, x_n) над випадковою величиною X розташовують у порядку зростання $(x_1^* < x_2^* < \dots < x_n^*)$ й одержують так званий *варіаційний ряд*. Роблять розбивку дійсної осі абсцис на кінцеве число проміжків, що межують один з одним $(r = \sqrt{n})$. Потім підраховують число m_i вибірових значень, що лежать у Δ_i $(1 \leq i \leq r)$. Ці числа (m_i) називаються груповими частотами. Над Δ_i будують прямокутник висотою $f = \frac{m_i}{n}$ (відносна частота влучення в інтервали чи частість).

Побудований у такий спосіб ступінчастий графік називають гістограмою розподілу випадкової величини (рис. 2).

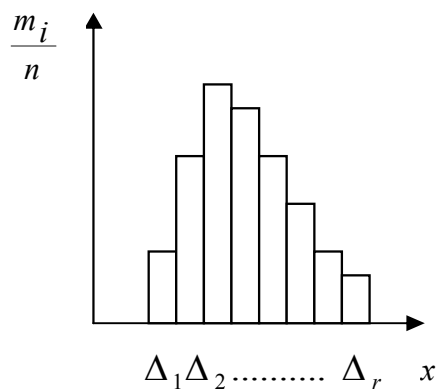


Рис. 2

4. ЕМПІРИЧНА ФУНКЦІЯ РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВОЇ ВЕЛИЧИНИ

Зручним способом одержання представлення про розподіл X є побудова емпіричної функції розподілу. Для даного дійсного числа x підраховується число вибірових значень, менших x . Позначимо це число через $m_n(x)$. Функція

$\tilde{F}_n(x) = \frac{m_n(x)}{n}$ називається емпіричною функцією розподілу вибірки (x_1, x_2, \dots, x_n)

(рис. 3).

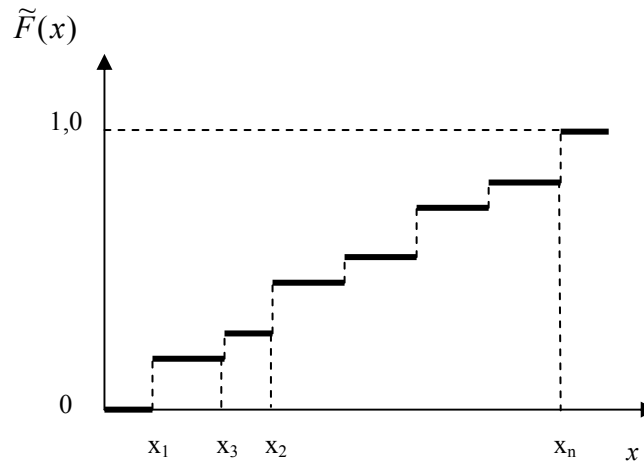


Рис. 3

5. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕМПІРИЧНИХ РОЗПОДІЛІВ ВИПАДКОВОЇ ВЕЛИЧИНИ

5.1. **Розмах вибірки** – величина, рівна різниці між максимальним і мінімальним значеннями випадкової величини у вибірці:

$$П = x_{\max} - x_{\min} .$$

5.2. Початкові моменти емпіричного розподілу визначаються як середні значення k -х ступенів випадкової величини у вибірці.

Початкові моменти r -го порядку розподілу випадкової величини X визначаються співвідношенням:

$$a_r = M[X^r] = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k^r ,$$

де $M[X^r]$ математичне чекання випадкової величини X^r .

5.3. При $r=1$ $a_1 = M[X] = \bar{x}$ – **середнє вибіркове значення** випадкової величини X :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k .$$

Як характеристики положення центра групування розподілу на практиці поряд з математичним чеканням $M[X]$ чи середнім арифметичним \bar{x} використовуються ще дві характеристики – мода і медіана.

5.4. **Мода розподілу** ($Mo[X]$) – найбільш ймовірне значення (що має найбільшу частість) випадкової величини.

5.5. При опису розподілу випадкової величини часто використовують так звані квантілі. Квантилем, що відповідає заданому рівню імовірності P , називають значення $x = x_p$, при якому функція розподілу приймає значення, рівне P , тобто $F(x_p) = P$. Квантиль, що відповідає значенню $P = 0,5$ називають **медіаною розподілу** ($Me[X]$) випадкової величини.

5.6. З метою оцінки розсіювання випадкової величини використовується величина:

$$X' = X - M[X] ,$$

що називають відхиленням випадкової величини X .

Моменти величини X' називаються центральними моментами величини X чи моментами X щодо центра розподілу \bar{x} .

5.7. **Центральний момент r -го порядку** емпіричного розподілу випадкової величини X визначається співвідношенням:

$$m_r = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^r .$$

5.8. При $r=2$ $m_2 = D[X]$ - **дисперсія** випадкової величини X :

$$m_2 = D[X] = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2 .$$

5.9. Центральний момент третього порядку використовується для числового виміру асиметрії розподілу (**коефіцієнт асиметрії**):

$$q_1 = \frac{m_3}{(m_2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{m_3}{\bar{x}^3} .$$

Асиметрія вважається позитивною, коли мода розподілу лежить ліворуч від центра групування (лівостороння асиметрія). Протилежний випадок

негативної (правобічної) асиметрії відповідає формі розподілу, коли мода розподілу знаходиться праворуч від центра групування.

5.10. Як характеристику більшої чи меншої «вострокінцевості», тобто більшого чи меншого підйому графіка щільності в порівнянні з кривою нормального (гаусова) розподілу, використовують центральний момент четвертого порядку, що носить назва **коефіцієнта ексцесу**:

$$q_2 = \frac{m_4}{m_2^2} - 3 = \frac{m_4}{\bar{x}^4} - 3 .$$

Показники асиметрії й ексцесу, відмінні від нуля, вказують на відхилення розглянутого розподілу за формою від нормального (гаусова) розподілу.

5.11. **Середнє квадратичне (стандартне) відхилення** випадкової величини X визначається співвідношенням:

$$\sigma[X] = \left[\frac{1}{n} \sum (x_k - \bar{x})^2 \right]^{1/2} = \sqrt{D[X]} .$$

5.12. Як відносну характеристику розсіювання випадкової величини часто використовують ще **коефіцієнт варіації** $V[X]$, що являє собою відношення середнього квадратичного відхилення до математичного чекання:

$$V[X] = \frac{\sigma[X]}{M[X]} = \frac{\sigma[X]}{\bar{x}} .$$

Коефіцієнт варіації показує, наскільки велике розсіювання в порівнянні з середнім значенням випадкової величини.

6. ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Робота складається з двох розділів:

Розділ 1. Графічне представлення емпіричного розподілу випадкової величини.

У таблиці 1 дано вибірки наробітків до відмови (у годинах) пристроїв, що випробувані за планом [NUN]:

Таблиця 1

№ варіанта	Вибірки наробітків до відмови, годин
1	X[25]=273, 247, 581, 725, 143, 14, 45, 346, 43, 118, 386, 347, 917, 431, 239, 273, 421, 100, 3000, 2344, 120, 609, 284, 1100, 416
2	X[35]=1084, 1060, 206, 320, 974, 193, 196, 1238, 1737, 196, 101, 964, 780, 31, 330, 138, 975, 567, 938, 311, 193, 439, 13, 483, 314, 189, 771, 60, 320, 706, 558, 805, 116, 174, 1869
3	X[40]=603, 332, 462, 433, 1246, 607, 1123, 506, 1800, 231, 369, 574, 17, 1029, 952, 28, 149, 1862, 774, 986, 397, 3143, 914, 898, 489, 263, 1895, 444, 206, 217, 259, 762, 758, 84, 795, 127, 283, 1714, 1053, 314
4	X[25]=99, 1038, 265, 997, 104, 456, 298, 288, 438, 31, 549, 274, 333, 332, 662, 933, 926, 93, 290, 359, 237, 1000, 334, 190, 873
5	X[25]=418, 147, 1110, 1508, 808, 21, 500, 1556, 312, 517, 294, 52, 303, 487, 276, 1274, 660, 407, 285, 751, 907, 397, 788, 2975, 275
6	X[30]=210, 655, 399, 239, 966, 2125, 17, 414, 658, 253, 474, 1375, 293, 2500, 387, 225, 1594, 167, 732, 1056, 268, 200, 197, 318, 172, 160, 67, 516, 367, 933
7	X[30]=1680, 378, 319, 228, 989, 54, 244, 1018, 496, 1040, 510, 626, 1335, 738, 1048, 301, 369, 648, 777, 855, 1097, 567, 778, 434, 263, 1235, 153, 454, 683, 325
8	X[30]=991, 1671, 1420, 204, 468, 67, 1944, 652, 632, 1464, 237, 850, 1345, 1684, 326, 414, 1300, 145, 605, 1594, 2679, 1544, 437, 267, 25, 912, 596, 576, 877, 625
9	X[35]=1125, 139, 162, 682, 494, 387, 175, 298, 770, 557, 1100, 275, 261, 2125, 175, 528, 96, 176, 34, 221, 317, 484, 530, 963, 74, 392, 306, 151, 605, 678, 216, 1625, 698, 755, 237
10	X[35]=612, 375, 538, 1556, 522, 50, 1171, 190, 680, 1076, 1347, 261, 331, 1040, 116, 484, 1275, 2143, 1235, 349, 213, 20, 730, 477, 461, 701, 500, 878, 438, 533, 531, 1059, 1493, 1482, 148
11	X[35]=1205, 570, 1401, 983, 48, 572, 270, 399, 284, 1236, 685, 305, 1272, 620, 1300, 638, 783, 1668, 923, 1310, 377, 461, 810, 971, 1069, 1372, 70, 973, 543, 329, 1544, 192, 567, 854, 407
12	X[25]=426, 5500, 548, 27, 1333, 628, 319, 378, 477, 472, 889, 882, 1167, 43, 738, 642, 1500, 359, 1058, 333, 436, 328, 307, 247, 404
13	X[30]=473, 534, 105, 366, 115, 332, 132, 208, 405, 383, 335, 354, 518, 214, 625, 113, 214, 467, 233, 247, 141, 229, 1339, 955, 473, 534, 105, 638, 917, 207
14	X[30]=108, 134, 362, 3323, 402, 1087, 561, 2167, 1372, 1106, 571, 996, 2455, 1434, 277, 489, 495, 215, 383, 1546, 1714, 1493, 1600, 252, 1260, 3158, 718, 162, 1020, 445

№ варіанта	Вибірки наробітків до відмови, годин
15	X[30]=153, 2111, 260, 1134, 1594, 1987, 1534, 934, 199, 1190, 530, 485, 1220, 467, 658, 1118, 371, 547, 1176, 725, 806, 692, 769, 287, 1211, 600, 1001, 920, 1403, 380
16	X[35]=1050, 375, 1012, 206, 391, 57, 340, 113, 2375, 270, 412, 400, 384, 363, 312, 176, 955, 473, 315, 506, 583, 371, 185, 589, 367, 759, 2125, 105, 215, 279, 457, 372, 122, 248, 942
17	X[35]=2000, 498, 486, 1397, 410, 175, 3200, 2713, 2288, 50, 1032, 1000, 442, 1098, 424, 1103, 238, 351, 183, 1132, 467, 2071, 646, 2696, 532, 356, 248, 337, 311, 208, 410, 124, 520, 191, 1733
18	X[35]=368, 681, 490, 1055, 561, 908, 655, 36, 702, 248, 569, 1708, 496, 359, 611, 335, 1982, 713, 535, 219, 157, 188, 239, 2167, 1167, 439, 738, 64, 1500, 359, 1058, 333, 436, 328, 307
19	X[25]=158, 104, 160, 433, 865, 820, 211, 68, 125, 599, 215, 209, 168, 673, 355, 134, 833, 2262, 181, 162, 28, 1985, 119, 1661, 803
20	X[30]=299, 99, 90, 187, 247, 87, 176, 387, 371, 178, 282, 844, 273, 194, 607, 1191, 86, 539, 708, 116, 225, 147, 268, 231, 134, 211, 1098, 35, 1283, 248
21	X[30]=2111, 347, 597, 444, 1482, 199, 1644, 54, 377, 261, 211, 1184, 45, 207, 1386, 658, 166, 836, 1760, 324, 2059, 200, 457, 445, 569, 267, 163, 204, 946, 1755
22	X[30]=196, 1529, 256, 4500, 244, 886, 120, 93, 317, 503, 287, 2167, 1122, 221, 1476, 1202, 548, 274, 2382, 172, 1078, 1416, 233, 45, 295, 536, 462, 268, 422, 2196
23	X[35]=755, 257, 184, 755, 13, 681, 955, 254, 176, 444, 441, 604, 209, 109, 750, 159, 272, 441, 603, 694, 31, 309, 407, 765, 2750, 250, 331, 1028, 164, 383, 331, 437, 2125, 87, 176
24	X[35]=161, 750, 960, 631, 941, 14, 111, 208, 172, 2369, 862, 209, 6400, 4400, 400, 529, 420, 184, 891, 370, 215, 239, 1246, 545, 305, 974, 600, 95, 584, 377, 106, 219, 710, 326, 762
25	X[35]=1688, 226, 2679, 1027, 781, 654, 597, 556, 473, 772, 629, 1826, 1704, 40, 1233, 3750, 1128, 1085, 287, 537, 363, 28, 3694, 473, 331, 747, 555, 510, 4000, 3694, 473, 2912, 326, 345, 116

Необхідно для обраного варіанта побудувати варіаційний ряд, тимчасову діаграму, гістограму й емпіричну функцію розподілу наробітків до відмови пристроїв. Для побудови графіків використовувати вбудовані засоби Microsoft Excel.

Розділ 2. Розрахунок основних характеристик емпіричного розподілу випадкової величини.

Для обраного з табл. 2 варіанта обчислити основні характеристики емпіричного розподілу наробітків до відмови пристрою.

Таблиця 2

№ варіанта	Характеристики, що обчислюються	№ варіанта	Характеристики, що обчислюються
1	1,3,4,5,8,9,11	14	1,3,5,8,10,11,12
2	1,3,5,8,10,11,12	15	1,3,4,5,8,9,11
3	1,3,4,5,8,9,11	16	1,3,5,8,10,11,12
4	1,3,5,8,10,11,12	17	1,3,4,5,8,9,11
5	1,3,4,5,8,9,11	18	1,3,5,8,10,11,12
6	1,3,5,8,10,11,12	19	1,3,4,5,8,9,11
7	1,3,4,5,8,9,11	20	1,3,5,8,10,11,12
8	1,3,5,8,10,11,12	21	1,3,4,5,8,9,11
9	1,3,4,5,8,9,11	22	1,3,5,8,10,11,12
10	1,3,5,8,10,11,12	23	1,3,4,5,8,9,11
11	1,3,4,5,8,9,11	24	1,3,5,8,10,11,12
12	1,3,5,8,10,11,12	25	1,3,4,5,8,9,11
13	1,3,4,5,8,9,11		

Робота виконується з урахуванням вимог до текстових документів НДР на сторінках формату А4.

Титульний аркуш оформлюється відповідно до форми 1.

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТУ

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ

НАЗВА ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Лабораторна робота по дисципліні «НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ»

ВИКОНАВ

Студент групи

шифр

ПЕРЕВІРИВ

Викладач (доцент, професор)

рік

На останньому аркуші пояснювальної записки наводиться перелік використаної літератури для виконання роботи.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стрельников В.П., Федухин А.В. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем. – К.: Логос, 2002. – 486 с.
2. Азарсков В.Н., Стрельников В.П. Надежность систем управления и автоматики. Учеб. пособие. – К.: НАУ, 2004. – 164 с.
3. ДСТУ 3433-96 Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення. – Введ. 01.01.97. – К.: Вид-во стандартів, 1996. – 42 с.
4. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни і визначення. – Введ. 01.01.96. – К.: Вид-во стандартів, 1994. – 92 с.

Навчальне видання
Федухін Олександр Вікторович
Гладков Владлен Андрійович

НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи № 1

«Дослідження характеристик емпіричних розподілів відмов»
для студентів III курсу спеціалізації «Комп'ютерні інформаційно-керуючі
системи на залізничному транспорті» денної форми навчання

Відповідальний за випуск В.А. Гладков
Редактор Ю.В. Задерновська

Підписано до друку 08.05.2007 р. Формат паперу А5, папір офсетний.
Друк на ризографі. Замовлення № 168-07, тираж 40 прим.
Надруковано у Редакційно-видавничому центрі ДЕТУТ.
03049, м.Київ-49, вул. М. Лукашевича, 19