
Кафедра ССиПД

Методическая разработка по ОНИ

на Лабораторную работу № 4

«Оценка показателей надежности по результатам испытаний»

Исполнил: доцент Пантюхин О.И.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Практическая часть

1. Цель занятия

Приобрести практические навыки оценки показателей надежности объекта по цензурированным выборкам экспериментальных данных (ЭД).

2. Задание на занятие

В результате испытаний однотипных невосстанавливаемых изделий на безотказность функционирования получены значения наработок до отказа. К моменту завершения испытаний часть изделий отказала, а другая – сохранила работоспособность. Необходимо определить показатели безотказности изделий на основе непараметрических и параметрических методов, а именно оценить:

среднюю наработку до отказа T_0 ;

вероятность безотказной работы для значений наработок t , равных $0,5T_0$, T_0 , $1,5T_0$ и $2T_0$.

Решение задачи включает несколько этапов:

2.1. Предварительная обработка данных с целью построения общего вариационного ряда.

2.2. Оценка величины средней наработки до отказа T_0 и вероятности безотказной работы изделия на основе непараметрических методов.

2.3. Оценка параметров закона распределения времени наработки до отказа и проверка адекватности закона распределения экспериментальным данным..

2.4. Оценка указанных в п. 2.2 показателей на основе параметрических методов.

2.5. Формирование выводов по результатам обработки ЭД.

3. Методические указания по выполнению работы

Каждый студент в соответствии со своим порядковым номером в списке учебной группы, табл. 1, обрабатывает свой вариант экспериментальных данных, табл. 2. Для выполнения вычислений целесообразно воспользоваться пакетом символьной математики MathCAD.

Таблица 1

№ п.п	Фамилия И.
Группа	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	

Варианты индивидуальных заданий

№ пп	Тип плана	Наработки до отказа, час	Наработки на цензурирование, час
1	[NUT]	571,4; 1815,9; 2140,1; 1232,1; 1231,6; 1900,0; 2060,2; 1444,2; 1793,5; 2027,2	2200,0; 2200,0; 2200,0; 2200,0; 2200,0
2	[NUz]	224,5; 1155,6; 1339,2; 332,3; 1898,9; 452,1; 1935,4; 1259,4; 2448,8; 2333,6	1692,3; 1049,0; 1834,4; 1437,5; 775,6
3	[NUT]	1014,5; 1888,5; 1604,1; 144,0; 2803,5; 3000,6; 731,5; 1550,1; 1493,6; 2345,4; 2942,7	2100,0; 2100,0; 2100,0; 2100,0
4	[NUz]	1809,0; 1513,2; 3060,6; 2096,8; 1800,3; 1689,2; 2704,0; 1752,7; 2370,8; 1946,3; 1198,1	2026,7; 2807,1; 1577,5; 3065,1
5	[NUT]	1282,0; 1295,8; 1053,4; 2356,6; 1476,6; 3471,1; 1658,8; 2421,4; 1992,9; 1904,2; 1955,2; 1397,2;	2020,0; 2020,0; 2020,0
6	[NUz]	1704,1; 1366,8; 1584,1; 2426,4; 1834,7; 2478,7; 1540,4; 2142,8; 1936,2; 707,7; 2504,9	1006,2; 1073,3; 1736,3; 2275,2
7	[NUT]	1606,9; 1487,7; 748,9; 1931,0; 3327,6; 954,1; 3175,8; 3111,3; 590,5; 2639,5; 2118,5	3500,0; 3500,0; 3500,0; 3500,0;
8	[NUz]	1845,4; 2512,2; 3835,9; 1910,6; 3774,1; 1336,5; 777,8; 1507,1; 3728,0; 3904,3; 2612,4;	1924,5; 1847,6; 1958,8; 2256,8
9	[NUT]	5129; 4111,7; 4767,8; 7302,3; 5520,3; 7458,8; 4635,4; 6447,4; 5827,4; 2128,1; 7537,1	8500; 8500; 8500; 8500
10	[NUz]	2061,3; 1652,9; 1916,7; 2935,5; 2219,1; 2998,4; 1863,4; 2951,8; 2342,6; 855,5; 3029,9	2752; 1117; 1298; 2101
11	[NUT]	357,9; 286,9; 332,6; 509,5; 385,0; 520,4; 323,4; 449,8; 406,6; 148,5; 525,8	600; 600; :600; :600
12	[NUz]	802,6; 643,4; 746,1; 1142,7; 863,8; 1167,1; 725,3; 1008,8; 911,8; 332,9; 1179,4	473; 505; 817; 1071
13	[NUT]	972,9; 779,9; 904,5; 1385,2; 1047,2; 1414,9; 879,3 1223,0; 1105,5; 403,7; 1429,8	1500; 1500; 1500; 1500
14	[NUz]	632,2; 506,8; 587,7; 900,1; 680,4; 919,3; 571,3; 794,3; 718,3; 262,3; 928,9	373,2; 398,1; 644,1; 844,1
15	[NUT]	461,8; 370,2; 429,2; 497,0; 671,6; 417,3; 580,4; 524,7; 191,6; 678,6; 657,4	700; 700; 700; 700
16	[NUz]	732,7; 587,4; 681,1; 1043,1; 1965,6; 662,2; 921,1; 832,5; 304,4; 1076,7; 788,6	432,2; 461,4; 746,5; 978,3
17	[NUT]	903,1; 723,9; 839,5; 1285,8; 1313,4; 1327,1; 816,2; 1135,3; 1026,0; 374,7; 972,0	1600; 1600; 1600; 1600
18	[NUz]	391,9; 314,1; 364,3 557,9; 421,8; 162,6; 575,9; 569,9; 354,2; 492,6; 445,3; 569,9	231,3; 246,8; 523,3; 399,3
19	[NUT]	825,3; 233,3; 638,9; 706,9; 562,3; 450,8; 800,5; 605,2; 817,7 508,2; 522,7	950; 950; 950; 950
20	[NUz]	446,1; 277,2; 385,6; 348,5; 127,3 450,7; 306,7; 245,9; 436,7; 330,1; 285,1	181,1; 409,5; 193,1; 312,5
21	[NUT]	513,5; 701,1; 693,8; 197,9; 431,2; 542,1; 599,8; 679,3; 443,5; 382,5; 477,1	760; 760; 760; 760
22	[NUz]	921,8; 601,9; 519,9; 647,5; 951,5; 268,7; 735,7; 813,9; 585,2; 941,6; 686,9	382,2; 659,7; 864,5; 407,7
23	[NUT]	1915,9; 2270,1; 1362,1; 1361,6; 2190,2; 1574,2; 1923,5; 701,4; 2200,0; 2157,2	2300,0; 2300,0; 2300,0; 2300,0; 2300,0
24	[NUz]	1065,6; 1279,2; 1833,9; 378,1; 1870,2; 1185,4; 2278,6; 159,3; 277,5; 2373,8	1372,2; 984,1; 1769,0; 710,4; 1627,3
25	[NUz]	1360,1; 899,2; 2050,5; 1086,7; 679,2; 1694,2; 742,7; 936,4; 188,5; 503,2; 890,6	1797,9; 567,3; 2055,4; 1016,7
26	[NUT]	2468,1; 2048,4; 2358,6; 3336,4; 2617,3; 3395,7; 2261,6; 3348,9; 2746,9; 1253,3; 3421,7	3148; 1513; 1689; 2513
27	[NUT]	6129; 5111; 5767; 8302; 6520; 8458; 5635; 7447; 6827; 3128; 8537	9600; 9600; 9600; 9600

28	[NUT]	561; 570; 529,2; 597,0; 771,6; 617,3; 680,4; 624,7; 291,6; 778,6; 757,4	700; 700; 700; 700;700
29	[NUz]	872; 697,5; 941,3; 1443,1; 2266,1; 1063,2; 1323,1; 1232,6; 667,3; 3163,7; 1176,4	540; 760; 1133,5; 1032,5

3.1. Предварительная обработка ЭД предусматривает построение общего вариационного ряда, для этого наработки на отказ и на цензурирование упорядочивают в порядке неубывания. Если отдельные наработки до отказа равны наработкам до цензурирования, то в вариационном ряду первыми ставятся наработки до отказа, а затем наработки до цензурирования. Наработки до цензурирования помечаются специальным образом, например звездочкой.

3.2. Для непараметрического оценивания показателей целесообразно выбрать метод множительной оценки. Определение оценки вероятности безотказной работы и эмпирической функции распределения наработки до отказа производится по соотношениям:

$$p^*(t_i) = \prod_{t_j \leq t_i} [1 - 1/(N_j + 1)], \quad (1)$$

$$F_N(t_i) = 1 - p^*(t_i),$$

где N_j - количество работоспособных объектов после отказа при наработке t_i .

Точечная оценка вероятности безотказной работы за наработку t ($t < t_r$) определяется с помощью линейной интерполяции значений эмпирической функции распределения наработки до отказа

$$p^*(t) = d p^*(t_v) + (1 - d) p^*(t_{v-1}), \quad (2)$$

где t_{v-1} и t_v - наработки до отказа, между которыми лежит наработка t , $d = (t - t_{v-1}) / (t_v - t_{v-1})$.

Для цензурированных слева выборок время наблюдения ограничено, что позволяет получить только нижнюю границу средней наработки до отказа

$$T_o = \mu_1(t) = \sum_{i=1}^r t_i [F_N(t_i) - F_N(t_{i-1})] + [1 - F_N(t_r)]z, \quad (3)$$

где $z = \max(t_r, \tau_k)$; $t_0 = 0$.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

исходную выборку в виде вариационного ряда;

значения оценок вероятностей и средней наработки до отказа, вычисленных на основе непараметрических методов;

выводы по результатам оценки надежности.

Контрольные вопросы

1. Понятие цензурированной выборки, цензурирование слева, справа и интервалом.

2. Планы наблюдений цензурированных выборок и их применение для оценки надежности объектов.

3. Непараметрическое оценивание показателей надежности по цензурированным выборкам.

Литература

1. Пантюхин О.И., Ходасевич Г.Б. Надежность АСОИУ. Часть 1,2. Общие положения теории надежности. 230102: Учеб. пособие /СПбГУТ. – СПб, 2012.
2. Надежность и эффективность в технике: Справочник в десяти томах.
Т.6. Экспериментальная отработка и испытания. - М.: Машиностроение, 1989, 376 с.
3. Ходасевич Г.Б. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ. Часть 2. Обработка многомерных данных. Учеб. пособие. СПб.: СПбГУТ, 2002, 54 с.
4. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. – 2-е изд., перераб и