**Практическая работа   
«Принципы установления законов распределения случайной величины»**

**Цель:** научить студентов устанавливать законы распределения показателей надежности по статистическим данным

**Пример**

На основе представленных статистических данных провести расчет и анализ показателей надежности серии невосстанавливаемых объектов.

**Исходные данные:**

Таблица 1 – Данные об отказах оборудования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1150 | 155, 291, 340, 396, 900, 1145 | 6 |
| 2 | 1990 | 90, 180, 460, 853, 1761, 1987 | 6 |
| 3 | 3020 | 420, 930, 1213, 1916, 2005, 2774, 3015 | 7 |
| 4 | 3600 | 300, 830, 1430, 1933, 2247, 2968, 3220, 3561 | 8 |
| 5 | 2250 | 301, 610, 1700, 1900, 2100, 2250 | 6 |
| 6 | 3000 | 68, 415, 888, 1231, 1717, 1917, 2090, 2967 | 8 |
| 7 | 2898 | 87, 211, 715, 1600, 1903, 2115, 2344, 2898 | 8 |
| 8 | 2050 | 60, 280, 395, 470, 850, 1050, 2000 | 7 |
| 9 | 1350 | 50, 158, 484, 945, 1120, 1300 | 6 |
| 10 | 2550 | 81, 240, 793, 1145, 1781, 1973, 2005, 2500 | 8 |

**Решение.**

1. Получение простого статистического ряда

Определяем наработку до отказа по всем объектам. Для этого из каждого последующего времени возникновения отказа вычитаем предыдущее. Для удобства расчетов данные представляем в виде таблицы.

Таблица 2 – Нахождение значений наработки на отказ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № изделия | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | Т6 | Т7 | Т8 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 155 | 136 | 49 | 56 | 504 | 245 |  |  |
| 2 | 90 | 90 | 280 | 393 | 908 | 226 |  |  |
| 3 | 420 | 510 | 283 | 703 | 89 | 769 | 241 |  |
| 4 | 300 | 530 | 600 | 503 | 314 | 721 | 252 | 341 |
| 5 | 301 | 309 | 1090 | 200 | 200 | 150 |  |  |
| 6 | 68 | 347 | 473 | 343 | 486 | 200 | 173 | 877 |
| 7 | 87 | 124 | 504 | 885 | 303 | 212 | 229 | 554 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 8 | 60 | 220 | 115 | 75 | 380 | 200 | 950 |  |
| 9 | 50 | 108 | 326 | 461 | 175 | 180 |  |  |
| 10 | 81 | 159 | 553 | 352 | 636 | 192 | 32 | 495 |

Выстраиваем полученные данные в порядке возрастания. Находим максимальное и минимальное значение из полученного простого статистического ряда.



Определяем диапазон значений или амплитуду статического ряда.



1. Обработка статистического ряда

Количество данных равно 70. Определяем количество интервалов.

.

Определяем длину интервала

.

Рассчитываем частость и накопленную частость по всем интервалам. Данные сводим в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет частости и накопленной частоты

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No интервала | Начало интервала в час. | Конец интервала в час. | Кол-во изд. отказав. в интервале, Δni(Δti) | Частость, Δn(Δt)/N | Накопленная частость, Σ(Δn(Δt)/N) |
| 1 | 30 | 170 | 19 | 0,27 | 0,27 |
| 2 | 170 | 310 | 21 | 0,30 | 0,57 |
| 3 | 310 | 450 | 9 | 0,13 | 0,70 |
| 4 | 450 | 590 | 11 | 0,16 | 0,86 |
| 5 | 590 | 730 | 4 | 0,06 | 0,91 |
| 6 | 730 | 870 | 1 | 0,01 | 0,93 |
| 7 | 870 | 1010 | 4 | 0,06 | 0,99 |
| 8 | 1010 | 1150 | 1 | 0,01 | 1,00 |
|  |  |  | Σ=70 | Σ=1,00 |  |

Строим гистограммы по полученным значениям частости и накопленной частости

Рисунок 1 – Гистограмма частости Рисунок 2 – Гистограмма накопленной частости

1. Расчет показателей безотказности по статистическим данным

Определяем количество работоспособных изделий на середину каждого периода по формуле

Определяем статистическую оценку вероятности безотказной работы на середину каждого периода по формуле

.

Определяем количество отказавших деталей нарастающим итогом на середину каждого периода по формуле

Определяем статистическую оценку вероятности отказа на середину каждого периода по формуле

.

Определяем статистическую оценку плотности вероятности отказов по формуле

.

Результаты расчета для удобства сводим в таблицу 4

Таблица 4. – Расчет показателей безотказности по экспериментальным данным

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Начало интервала | Конец интервала | Середина интервала | Количество отказавших изделий в интервале | Количество отказавших изделий на середину интервала | Количество работоспособных изделий на середину интервала | R(t) | Q(t) | f(t) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 30 | 170 | 100 | 19 | 9,5 | 60,5 | 0,86 | 0,14 | 0,00097 |
| 170 | 310 | 240 | 21 | 29,5 | 40,5 | 0,58 | 0,42 | 0,00301 |
| 310 | 450 | 380 | 9 | 44,5 | 25,5 | 0,36 | 0,64 | 0,00454 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 450 | 590 | 520 | 11 | 54,5 | 15,5 | 0,22 | 0,78 | 0,00556 |
| 590 | 730 | 660 | 4 | 62 | 8 | 0,11 | 0,89 | 0,00633 |
| 730 | 870 | 800 | 1 | 64,5 | 5,5 | 0,08 | 0,92 | 0,00658 |
| 870 | 1010 | 940 | 4 | 67 | 3 | 0,04 | 0,96 | 0,00684 |
| 1010 | 1150 | 1080 | 1 | 69,5 | 0,5 | 0,01 | 0,99 | 0,00709 |

Строим график зависимости вероятности безотказной работы R(t) и вероятности отказа Q(t) по экспериментальным данным.

Рисунок 3 – График зависимости вероятности безотказной работы и вероятности отказа от времени.

1. Расчет числовых характеристик наработки до отказа.

Средняя наработка до отказа определяется по формуле:

,

где *ni* – количество отказов изделий в рассматриваемом интервале; *ti сер* – середина рассматриваемого интервала.

Таблица 5 – Промежуточные расчеты средней наработки до отказа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Середина интервала | Кол-во изд. отказав. в интервале | tc\*ni | tc^2\*ni |
| 100 | 19 | 1900 | 190000 |
| 240 | 21 | 5040 | 1209600 |
| 380 | 9 | 3420 | 1299600 |
| 520 | 11 | 5720 | 2974400 |
| 660 | 4 | 2640 | 1742400 |
| 800 | 1 | 800 | 640000 |
| 940 | 4 | 3760 | 3534400 |
| 1080 | 1 | 1080 | 1166400 |
|  |  | Σ=24360 | Σ=12756800 |

Дисперсия:

.



1. Выбор закона распределения и его параметры.

Выдвигаем гипотезу по закону распределения средней наработки до отказа. Если ν>0,5, то данная случайная величина подчиняется закону Вейбулла. В данном случае 0,71>0,5, следовательно, выбираем закон распределения Вейбулла).

Основная гипотеза Н0 – средняя наработка до отказа подчинена закону Вейбулла.

Основная гипотеза Н1 – средняя наработка до отказа не подчинена закону Вейбулла.

Определяем характеристики закона распределения Вейбулла: коэффициент формы и масштаба. Воспользуемся номограммой на рисунке 4.

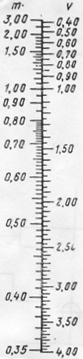


Рисунок 4 – Номограмма для определения параметра закона Вейбулла

По рисунку 4 определяем параметр α для соответствующего значения ν, при ν=0,71 будет α=1,47.

Рассчитаем параметр λ:



Простая гипотеза Н0– средняя наработка до отказа подчиняется закону Вейбулла с параметрами: α=1,47; λ=0,0001836.

1. Подтверждение гипотезы

Для подтверждения гипотезы используем критерий согласия Пирсона (χ2), который характеризует отклонение теоретической кривой от практической

;

При расчете необходимо объединить интервалы с количество данным менее 5.

Расчет ведем для 5-ти интервалов:

.

Результаты расчета представляем в таблице 6.

Таблица 6.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Начало интервала | Конец интервала | Середина интервала | Кол-во изд. отказав. в интервале | Pit | nit | ni-nit | (ni-nit)^2 | (ni-nit)^2/nit |
| 30 | 170 | 100 | 19 | 0,294 | 20,61 | -1,61 | 2,61 | 0,13 |
| 170 | 310 | 240 | 21 | 0,275 | 19,28 | 1,72 | 2,97 | 0,15 |
| 310 | 450 | 380 | 9 | 0,198 | 13,84 | -4,84 | 23,41 | 1,69 |
| 450 | 590 | 520 | 11 | 0,119 | 8,30 | 2,70 | 7,29 | 0,88 |
| 590 | 730 | 660 | 4 | 0,063 | 4,38 | -0,38 | 0,15 | 0,03 |
| 730 | 870 | 800 | 1 | 0,030 | 2,09 | -1,09 | 1,19 | 0,57 |
| 870 | 1010 | 940 | 4 | 0,013 | 0,91 | 3,09 | 9,53 | 10,43 |
| 1010 | 1150 | 1080 | 1 | 0,005 | 0,37 | 0,63 | 0,40 | 1,07 |
|  |  |  |  | Σ=0,997 |  |  |  | Σ=χ2=14,95 |

χ2 расчетное равно 14,95. Сравним χ2 расчетное с χ2 теоретическим:



,

14,95<15,09 , следовательно, т.к. χ2 расчетное < χ2 теор. – гипотеза верна, отклонения меньше допустимых, т.е. наработка до отказа подчиняется закону Вейбулла с такими параметрами.

1. Расчет показателей безотказности по теоретическим данным.



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ti | f(t) | R(t) | Q(t) |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 30 | 0,0012990 | 0,973 | 0,027 |
| 170 | 0,0021281 | 0,706 | 0,294 |
| 310 | 0,0017208 | 0,430 | 0,570 |
| 450 | 0,0011079 | 0,232 | 0,768 |
| 590 | 0,0006164 | 0,114 | 0,886 |
| 730 | 0,0003065 | 0,051 | 0,949 |
| 870 | 0,0001389 | 0,021 | 0,979 |
| 1010 | 0,0000580 | 0,008 | 0,992 |
| 1150 | 0,0000225 | 0,003 | 0,997 |

Рисунок 5 – График теоретической зависимости вероятности безотказной работы и вероятности отказа от времени

Рисунок 6 – График теоретической зависимости плотности распределения отказов во времени

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое случайная величина?
2. Какие события являются случайными?
3. Приведите примеры дискретных случайных величин, рассматриваемых в теории надежности.
4. Приведите примеры непрерывных случайных величин, рассматриваемых в теории надежности.
5. Какой вид имеет функция распределения случайной величины?
6. Что такое плотность распределения, математическое ожидание, дисперсия случайной величины, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, квантиль, медиана, мода?
7. Что такое статистический ряд?
8. Порядок обработки статистического ряда.
9. Что такое статистическая гипотеза?
10. Для чего применяется критерий согласия?
11. Что такое ошибки первого и второго рода?

**Варианты**

1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1070 | 89, 243, 325, 833, 887 | 5 |
| 2 | 3010 | 143, 343, 452, 362, 2053, 2560 | 6 |
| 3 | 4700 | 537, 654, 1610, 1815, 2254, 2355, 2768, 3979 | 8 |
| 4 | 4035 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |
| 5 | 590 | 30, 134, 183, 214, 236, 246, 282, 409, 572 | 9 |
| 6 | 3480 | 97, 1019, 1903, 2353, 2727, 3470 | 6 |
| 7 | 2210 | 186, 927, 1529, 1375, 1378, 1605, 1555 | 7 |
| 8 | 1275 | 95, 155, 423, 831, 1160, 1227, 1272 | 7 |
| 9 | 3745 | 21, 165, 794, 938, 2921 | 5 |
| 10 | 3980 | 45, 216, 541, 444, 1337, 2018, 2661, 3441, 3855 | 9 |

2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1530 | 1384, 880, 1090, 573, 553, 766, 948 | 7 |
| 2 | 4647 | 3926, 3505, 4076, 3570, 81 | 5 |
| 3 | 3825 | 1399, 886, 188, 1065, 2743, 2661, 104, 735, 681 | 9 |
| 4 | 1392 | 694, 1284, 1261, 259, 87 | 5 |
| 5 | 4069 | 946, 1294, 68, 795, 661, 1407, 2341, 2855, 365 | 9 |
| 6 | 3651 | 3215, 1735, 1631, 2691, 1489, 2071, 255 | 7 |
| 7 | 1257 | 662, 392, 893, 228, 178, 1015 | 6 |
| 8 | 2788 | 1098, 596, 1841, 2715, 858 | 5 |
| 9 | 4713 | 3918, 3819, 2131, 2430, 4247, 4591 | 6 |
| 10 | 4262 | 1357, 3774, 2741, 103, 283, 1210, 3987, 819, 3256 | 9 |

3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 4672 | 1107, 1008, 1462, 2659, 1344, 1843 | 6 |
| 2 | 3270 | 2382, 64, 979, 1716, 2314 | 5 |
| 3 | 4445 | 3636, 2744, 3998, 3021, 2042, 407, 371, 918 | 8 |
| 4 | 2117 | 291, 739, 443, 594, 1846 | 5 |
| 5 | 4247 | 516, 140, 2184, 1342, 2985, 1593, 666, 949, 3711 | 9 |
| 6 | 607 | 446, 593, 166, 532, 109, 592, 420, 473 | 8 |
| 7 | 3001 | 1418, 2731, 542, 1090, 355, 596, 2568, 955 | 8 |
| 8 | 3119 | 2585, 1769, 1708, 1719, 210, 1146, 493 | 7 |
| 9 | 2190 | 93, 1376, 1197, 1489, 109, 472 | 6 |
| 10 | 2208 | 1733, 683, 577, 1788, 2038, 266, 1092, 1206, 1224 | 9 |

4.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1680 | 890, 044, 1268, 756, 1628, 1648, 1567 | 7 |
| 2 | 2442 | 2133, 726, 841, 1715, 1604 | 5 |
| 3 | 3585 | 1673, 2125, 1542, 2704, 1302, 1560, 2412, 2884 | 8 |
| 4 | 4950 | 1994, 1375, 65, 3377, 4592, 3281, 3192, 3607, 3789 | 9 |
| 5 | 4647 | 1755, 922, 1577, 2612, 690, 3787, 1197 | 7 |
| 6 | 4099 | 600, 2135, 2137, 3504, 77, 1922, 3427 | 7 |
| 7 | 1069 | 929, 806, 176, 822, 547, 605, 331, 562 | 8 |
| 8 | 3069 | 145, 733, 381, 451, 736, 1383 | 6 |
| 9 | 3030 | 981, 2893, 719, 249, 750 | 5 |
| 10 | 1509 | 448, 614, 979, 620, 137, 245, 432, 62, 429 | 9 |

5.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1070 | 89, 243, 325, 833, 887 | 5 |
| 2 | 3010 | 143, 343, 452, 362, 2053, 2560 | 6 |
| 3 | 4700 | 537, 654, 1610, 1815, 2254, 2355, 2768, 3979 | 8 |
| 4 | 4035 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |
| 5 | 590 | 30, 134, 183, 214, 236, 246, 282, 409, 572 | 9 |
| 6 | 3480 | 97, 1019, 1903, 2353, 2727, 3470 | 6 |
| 7 | 2210 | 186, 927, 1529, 1375, 1378, 1605, 1555 | 7 |
| 8 | 1275 | 95, 155, 423, 831, 1160, 1227, 1272 | 7 |
| 9 | 3745 | 21, 165, 794, 938, 2921 | 5 |
| 10 | 3980 | 45, 216, 541, 444, 1337, 2018, 2661, 3441, 3855 | 9 |

6.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 2899 | 2378, 1007, 546, 715, 2000, 793 | 6 |
| 2 | 1946 | 542, 1364, 1942, 696, 637, 1870, 1436 | 7 |
| 3 | 4277 | 2986, 2609, 2706, 4185, 1857, 4211, 1381, 4052 | 8 |
| 4 | 3887 | 3242, 3010, 2914, 2597, 547, 3671, 2785 | 7 |
| 5 | 2384 | 1123, 1139, 1239, 1728, 753 | 5 |
| 6 | 1915 | 1765, 1385, 786, 1734, 1320, 960, 1534, 1209, 1055 | 9 |
| 7 | 4032 | 799, 3857, 1496, 1599, 2782, 3568 | 6 |
| 8 | 1275 | 1241, 903, 1168, 998, 1210, 1026 | 6 |
| 9 | 1190 | 962, 795, 790, 741, 1036 | 5 |
| 10 | 2591 | 2464, 1403, 1550, 1722, 1573, 1036, 1404 | 7 |

7.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 4225 | 4164 4049 1253 3680 1856 | 5 |
| 2 | 1881 | 1666, 1216, 980, 874, 1306, 1630 | 6 |
| 3 | 4253 | 1011, 3127, 749, 3235, 652, 2813, 3012, 3758 | 8 |
| 4 | 4827 | 3298, 1872, 3377, 3488, 2485, 4823, 4338 | 7 |
| 5 | 4391 | 2740, 3926, 2442, 2739, 564, 680, 1558, 2255, 2648 | 9 |
| 6 | 4822 | 1677, 2162, 3006, 1917, 2471, 1563 | 6 |
| 7 | 4764 | 2784, 1999, 1884, 3236, 899, 2916, 4742 | 7 |
| 8 | 2082 | 662, 1178, 1505, 904, 1690, 1196, 1559 | 7 |
| 9 | 1869 | 1689, 1054, 1220, 1434, 1740 | 5 |
| 10 | 3980 | 1828, 1943, 1125, 2835, 1126, 2621, 3068, 1104, 1582 | 9 |

8.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 3381 | 872, 2456, 3095, 1720, 1012, 1701, 2419 | 7 |
| 2 | 3010 | 533, 2229, 1351, 1723, 1145, 615 | 6 |
| 3 | 4351 | 4097, 3826, 3267, 2603, 1008, 1872, 3701, 2125 | 8 |
| 4 | 3062 | 2087, 956, 1906, 702, 1244 | 5 |
| 5 | 1717 | 1063, 963, 1566, 1645, 1426, 730, 1143 | 7 |
| 6 | 1010 | 354, 151, 500, 351, 291, 897 | 6 |
| 7 | 2206 | 606, 1478, 1538, 1508, 2088 | 5 |
| 8 | 2747 | 306, 2006, 1683, 1378, 601 | 5 |
| 9 | 2309 | 1128, 469, 1818, 1732, 320, 441, 503, 533 | 8 |
| 10 | 1865 | 1829, 213, 569, 205, 1521, 1799, 1053 | 7 |

9.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 669 | 420, 391, 667, 521, 666 | 5 |
| 2 | 2654 | 2483, 339, 1409, 595, 2248, 806, 165 | 7 |
| 3 | 4414 | 1810, 421, 2649, 956, 2688, 3974, 4221, 86 | 8 |
| 4 | 2823 | 440, 617, 403, 1111, 2338, 2442, 270, 163, 2746 | 9 |
| 5 | 2904 | 2300, 1505, 2655, 1368, 647, 461, 2031, 476, 2460 | 9 |
| 6 | 4062 | 1040, 1215, 3075, 1825, 1446, 2950 | 6 |
| 7 | 3728 | 1397, 1361, 3423, 51, 1890 | 5 |
| 8 | 1682 | 331, 1410, 1464, 356, 964, 190 | 6 |
| 9 | 1923 | 1828, 1460, 1514, 182, 873 | 5 |
| 10 | 3266 | 1849, 1432, 1726, 2126, 415, 726, 108 | 7 |

10.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 3060 | 89, 243, 325, 833, 887 | 5 |
| 2 | 3779 | 143, 343, 452, 362, 2053, 2560 | 6 |
| 3 | 2220 | 537, 654, 1610, 1815, 2254, 2355, 2768, 3979 | 8 |
| 4 | 3218 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |
| 5 | 3724 | 30, 134, 183, 214, 236, 246, 282, 409, 572 | 9 |
| 6 | 4577 | 97, 1019, 1903, 2353, 2727, 3470 | 6 |
| 7 | 1999 | 186, 927, 1529, 1375, 1378, 1605, 1555 | 7 |
| 8 | 3188 | 95, 155, 423, 831, 1160, 1227, 1272 | 7 |
| 9 | 1895 | 21, 165, 794, 938, 2921 | 5 |
| 10 | 4344 | 45, 216, 541, 444, 1337, 2018, 2661, 3441, 3855 | 9 |

11.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1191 | 80,995, 1135, 519, 787 | 5 |
| 2 | 3691 | 836, 3082, 2723, 3512, 1648, 225, 1515 | 8 |
| 3 | 4595 | 4571, 3361, 286, 2257, 1860, 762, 1951, 2527, 268 | 9 |
| 4 | 517 | 171, 306, 59, 321, 332 | 5 |
| 5 | 3612 | 3157, 2673, 2875, 2183, 886, 617, 636, 639, 3323 | 9 |
| 6 | 2195 | 556, 577, 1571, 410, 189, 1368 | 6 |
| 7 | 2374 | 578, 1623, 1462, 190, 1430, 1550, 2295 | 7 |
| 8 | 513 | 179, 360, 316, 284, 292, 73 | 6 |
| 9 | 864 | 500, 242, 240, 414, 378 | 5 |
| 10 | 2282 | 2089, 2223, 1415, 2025, 2116, 662, 239, 455, 95 | 9 |

12.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 4501 | 3583, 3133, 2939, 3443, 757 | 5 |
| 2 | 4970 | 3616, 627, 2202, 3675, 1014, 1867 | 6 |
| 3 | 781 | 673, 419, 665, 320, 516 | 5 |
| 4 | 4429 | 3520, 755, 3202, 592, 2468, 2504, 3636 | 7 |
| 5 | 2577 | 905, 398, 1525, 239, 2316, 1787, 383, 756, 1195 | 9 |
| 6 | 1711 | 845, 546, 488, 1195, 241, 982 | 6 |
| 7 | 2868 | 311, 1796, 1956, 2290, 2785, 770, 675 | 7 |
| 8 | 2067 | 826, 759, 711, 717, 1932, 253, 1063, 735 | 8 |
| 9 | 3281 | 3036, 162, 1677, 1623, 1469, 352, 273, 1384, 3189 | 9 |
| 10 | 1191 | 316, 940, 739, 902, 182 | 5 |

13.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 2674 | 1821, 2619, 1207, 2610, 1088, 984, 925, 763 | 8 |
| 2 | 2385 | 1790, 1996, 839, 539, 485, 2160, 2349 | 7 |
| 3 | 4761 | 2703, 1095, 161, 1102, 3096, 1164, 2522, 3534, 1278 | 9 |
| 4 | 2194 | 671, 1963, 471, 1294, 1796, 2092 | 6 |
| 5 | 1762 | 721, 627, 1496, 1466, 323 | 5 |
| 6 | 3946 | 524, 288, 3097, 2908, 3712, 1406, 209, 3808 | 8 |
| 7 | 873 | 263, 774, 684, 226, 449 | 5 |
| 8 | 4803 | 3669, 4315, 4289, 2811, 2417, 1338, 2984, 1614, 3186 | 9 |
| 9 | 3929 | 193, 2892, 1214, 1265, 2755, 977, 707 | 7 |
| 10 | 2791 | 2055, 221, 2475, 1170, 2012, 2735 | 6 |

14.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 4147 | 607, 968, 2814, 1629, 1676, 500, 763, 1538, 3566 | 9 |
| 2 | 4916 | 4556, 2735, 1495, 2065, 1169, 1771, 2416, 3546 | 8 |
| 3 | 3942 | 3140, 911, 2600, 2793, 3148, 127, 771, 1133 | 8 |
| 4 | 2930 | 1717, 872, 2620, 1386, 1317, 981, 1340 | 7 |
| 5 | 3760 | 1875, 337, 2663, 1460, 122, 2178 | 6 |
| 6 | 1791 | 51, 784, 1565, 1020, 1172 | 5 |
| 7 | 2998 | 2569, 2597, 2045, 420, 1137, 1020, 2663 | 7 |
| 8 | 1532 | 255, 318, 204, 1030, 1109, 878, 1322 | 7 |
| 9 | 2849 | 2775, 1231, 1559, 1966, 174, 866 | 6 |
| 10 | 2562 | 2547, 1239, 1301, 664, 199, 68, 317, 1000 | 8 |

15.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 2139 | 239, 1128, 1697, 676, 1116 | 5 |
| 2 | 3796 | 1836, 910, 1752, 1300, 1862, 3568, 3729, 3561, 158 | 9 |
| 3 | 1026 | 285, 171, 85, 928, 655, 493 | 6 |
| 4 | 4153 | 2905, 4002, 821, 1626, 2498, 3351, 465, 1807, 1394 | 9 |
| 5 | 3806 | 1447, 783, 538, 236, 644, 1649, 1846, 2878 | 8 |
| 6 | 4682 | 2985, 1049, 1342, 2281, 671, 4419, 597, 2928, 3557 | 9 |
| 7 | 2692 | 269, 1814, 2535, 619, 1158, 250, 1683 | 7 |
| 8 | 3338 | 936, 2074, 163, 1259, 2397, 173, 2209 | 7 |
| 9 | 1789 | 469, 254, 1177, 742, 1089 | 5 |
| 10 | 2946 | 79, 2506, 1090, 2649, 2659, 894, 1235, 1502, 2443 | 9 |

16.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 2082 | 662, 1178, 1505, 904, 1690 | 5 |
| 2 | 1869 | 1689, 1054, 1220, 1434, 1740, 1263 | 6 |
| 3 | 3980 | 1828, 1943, 1125, 2835, 1126, 2621, 3068, 1104 | 8 |
| 4 | 669 | 420, 391, 667, 521, 666, 541 | 6 |
| 5 | 2654 | 2483, 339, 1409, 595, 2248, 806, 165, 2341, 174 | 9 |
| 6 | 4414 | 1810, 421, 2649, 956, 2688, 3974 | 6 |
| 7 | 4822 | 1677, 2162, 3006, 1917, 2471, 1563 | 6 |
| 8 | 4764 | 2784, 1999, 1884, 3236, 899, 2916, 4742 | 7 |
| 9 | 2082 | 662, 1178, 1505, 904, 1690, 1196, 1559 | 7 |
| 10 | 1869 | 1689, 1054, 1220, 1434, 1740 | 5 |

17.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 4445 | 3636, 2744, 3998, 3021, 2042, 407, 371, 918 | 8 |
| 2 | 2117 | 291, 739, 443, 594, 1846 | 5 |
| 3 | 4247 | 516, 140, 2184, 1342, 2985, 1593, 666, 949, 3711 | 9 |
| 4 | 607 | 446, 593, 166, 532, 109, 592, 420, 473 | 8 |
| 5 | 1680 | 890, 044, 1268, 756, 1628, 1648, 1567 | 7 |
| 6 | 2442 | 2133, 726, 841, 1715, 1604 | 5 |
| 7 | 3585 | 1673, 2125, 1542, 2704, 1302, 1560, 2412, 2884 | 8 |
| 8 | 4950 | 1994, 1375, 65, 3377, 4592, 3281, 3192, 3607, 3789 | 9 |
| 9 | 1275 | 95, 155, 423, 831, 1160, 1227, 1272 | 7 |
| 10 | 3745 | 21, 165, 794, 938, 2921 | 5 |

18.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1680 | 890, 044, 1268, 756, 1628, 1648, 1567 | 7 |
| 2 | 2442 | 2133, 726, 841, 1715, 1604 | 5 |
| 3 | 3585 | 1673, 2125, 1542, 2704, 1302, 1560, 2412, 2884 | 8 |
| 4 | 4035 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |
| 5 | 4277 | 2986, 2609, 2706, 4185, 1857, 4211, 1381, 4052 | 8 |
| 6 | 3887 | 3242, 3010, 2914, 2597, 547, 3671, 2785 | 7 |
| 7 | 2384 | 1123, 1139, 1239, 1728, 753 | 5 |
| 8 | 4225 | 4164 4049 1253 3680 1856 | 5 |
| 9 | 1881 | 1666, 1216, 980, 874, 1306, 1630 | 6 |
| 10 | 4253 | 1011, 3127, 749, 3235, 652, 2813, 3012, 3758 | 8 |

19.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 3585 | 1673, 2125, 1542, 2704, 1302, 1560, 2412, 2884 | 8 |
| 2 | 4950 | 1994, 1375, 65, 3377, 4592, 3281, 3192, 3607, 3789 | 9 |
| 3 | 4647 | 1755, 922, 1577, 2612, 690, 3787, 1197 | 7 |
| 4 | 4099 | 600, 2135, 2137, 3504, 77, 1922, 3427 | 7 |
| 5 | 3119 | 2585, 1769, 1708, 1719, 210, 1146, 493 | 7 |
| 6 | 2190 | 93, 1376, 1197, 1489, 109, 472 | 6 |
| 7 | 2208 | 1733, 683, 577, 1788, 2038, 266, 1092, 1206, 1224 | 9 |
| 8 | 1275 | 95, 155, 423, 831, 1160, 1227, 1272 | 7 |
| 9 | 1530 | 1384, 880, 1090, 573, 553, 766, 948 | 7 |
| 10 | 4647 | 3926, 3505, 4076, 3570, 81 | 5 |

20.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 3796 | 1836, 910, 1752, 1300, 1862, 3568, 3729, 3561, 158 | 9 |
| 2 | 1026 | 285, 171, 85, 928, 655, 493 | 6 |
| 3 | 1789 | 469, 254, 1177, 742, 1089 | 5 |
| 4 | 2946 | 79, 2506, 1090, 2649, 2659, 894, 1235, 1502, 2443 | 9 |
| 5 | 2674 | 1821, 2619, 1207, 2610, 1088, 984, 925, 763 | 8 |
| 6 | 2385 | 1790, 1996, 839, 539, 485, 2160, 2349 | 7 |
| 7 | 4761 | 2703, 1095, 161, 1102, 3096, 1164, 2522, 3534, 1278 | 9 |
| 8 | 2374 | 578, 1623, 1462, 190, 1430, 1550, 2295 | 7 |
| 9 | 513 | 179, 360, 316, 284, 292, 73 | 6 |
| 10 | 864 | 500, 242, 240, 414, 378 | 5 |

21.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 3060 | 89, 243, 325, 833, 887 | 5 |
| 2 | 3779 | 143, 343, 452, 362, 2053, 2560 | 6 |
| 3 | 2220 | 537, 654, 1610, 1815, 2254, 2355, 2768, 3979 | 8 |
| 4 | 3218 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |
| 5 | 513 | 179, 360, 316, 284, 292, 73 | 6 |
| 6 | 864 | 500, 242, 240, 414, 378 | 5 |
| 7 | 2282 | 2089, 2223, 1415, 2025, 2116, 662, 239, 455, 95 | 9 |
| 8 | 1762 | 721, 627, 1496, 1466, 323 | 5 |
| 9 | 3946 | 524, 288, 3097, 2908, 3712, 1406, 209, 3808 | 8 |
| 10 | 873 | 263, 774, 684, 226, 449 | 5 |

22.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1070 | 89, 243, 325, 833, 887 | 5 |
| 2 | 3010 | 143, 343, 452, 362, 2053, 2560 | 6 |
| 3 | 4700 | 537, 654, 1610, 1815, 2254, 2355, 2768, 3979 | 8 |
| 4 | 4035 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |
| 5 | 590 | 30, 134, 183, 214, 236, 246, 282, 409, 572 | 9 |
| 6 | 3480 | 97, 1019, 1903, 2353, 2727, 3470 | 6 |
| 7 | 2210 | 186, 927, 1529, 1375, 1378, 1605, 1555 | 7 |
| 8 | 1275 | 95, 155, 423, 831, 1160, 1227, 1272 | 7 |
| 9 | 3745 | 21, 165, 794, 938, 2921 | 5 |
| 10 | 3980 | 45, 216, 541, 444, 1337, 2018, 2661, 3441, 3855 | 9 |

23.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1070 | 89, 243, 325, 833, 887 | 5 |
| 2 | 4225 | 4164 4049 1253 3680 1856 | 5 |
| 3 | 1881 | 1666, 1216, 980, 874, 1306, 1630 | 6 |
| 4 | 4253 | 1011, 3127, 749, 3235, 652, 2813, 3012, 3758 | 8 |
| 5 | 4764 | 2784, 1999, 1884, 3236, 899, 2916, 4742 | 7 |
| 6 | 2082 | 662, 1178, 1505, 904, 1690, 1196, 1559 | 7 |
| 7 | 2210 | 186, 927, 1529, 1375, 1378, 1605, 1555 | 7 |
| 8 | 3728 | 1397, 1361, 3423, 51, 1890 | 5 |
| 9 | 1682 | 331, 1410, 1464, 356, 964, 190 | 6 |
| 10 | 1923 | 1828, 1460, 1514, 182, 873 | 5 |

24.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1762 | 721, 627, 1496, 1466, 323 | 5 |
| 2 | 3946 | 524, 288, 3097, 2908, 3712, 1406, 209, 3808 | 8 |
| 3 | 873 | 263, 774, 684, 226, 449 | 5 |
| 4 | 4035 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |
| 5 | 781 | 673, 419, 665, 320, 516 | 5 |
| 6 | 4429 | 3520, 755, 3202, 592, 2468, 2504, 3636 | 7 |
| 7 | 2210 | 186, 927, 1529, 1375, 1378, 1605, 1555 | 7 |
| 8 | 3779 | 143, 343, 452, 362, 2053, 2560 | 6 |
| 9 | 2220 | 537, 654, 1610, 1815, 2254, 2355, 2768, 3979 | 8 |
| 10 | 3218 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |

25.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 2930 | 1717, 872, 2620, 1386, 1317, 981, 1340 | 7 |
| 2 | 3760 | 1875, 337, 2663, 1460, 122, 2178 | 6 |
| 3 | 1791 | 51, 784, 1565, 1020, 1172 | 5 |
| 4 | 4414 | 1810, 421, 2649, 956, 2688, 3974 | 6 |
| 5 | 4822 | 1677, 2162, 3006, 1917, 2471, 1563 | 6 |
| 6 | 4764 | 2784, 1999, 1884, 3236, 899, 2916, 4742 | 7 |
| 7 | 607 | 446, 593, 166, 532, 109, 592, 420, 473 | 8 |
| 8 | 590 | 30, 134, 183, 214, 236, 246, 282, 409, 572 | 9 |
| 9 | 3745 | 21, 165, 794, 938, 2921 | 5 |
| 10 | 1026 | 285, 171, 85, 928, 655, 493 | 6 |

26.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 1680 | 890, 044, 1268, 756, 1628, 1648, 1567 | 7 |
| 2 | 2442 | 2133, 726, 841, 1715, 1604 | 5 |
| 3 | 3585 | 1673, 2125, 1542, 2704, 1302, 1560, 2412, 2884 | 8 |
| 4 | 4950 | 1994, 1375, 65, 3377, 4592, 3281, 3192, 3607, 3789 | 9 |
| 5 | 3010 | 143, 343, 452, 362, 2053, 2560 | 6 |
| 6 | 4700 | 537, 654, 1610, 1815, 2254, 2355, 2768, 3979 | 8 |
| 7 | 4035 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |
| 8 | 1530 | 1384, 880, 1090, 573, 553, 766, 948 | 7 |
| 9 | 4647 | 3926, 3505, 4076, 3570, 81 | 5 |
| 10 | 3825 | 1399, 886, 188, 1065, 2743, 2661, 104, 735, 681 | 9 |

27.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 2899 | 2378, 1007, 546, 715, 2000, 793 | 6 |
| 2 | 1946 | 542, 1364, 1942, 696, 637, 1870, 1436 | 7 |
| 3 | 4277 | 2986, 2609, 2706, 4185, 1857, 4211, 1381, 4052 | 8 |
| 4 | 3887 | 3242, 3010, 2914, 2597, 547, 3671, 2785 | 7 |
| 5 | 4225 | 4164 4049 1253 3680 1856 | 5 |
| 6 | 1881 | 1666, 1216, 980, 874, 1306, 1630 | 6 |
| 7 | 4253 | 1011, 3127, 749, 3235, 652, 2813, 3012, 3758 | 8 |
| 8 | 4764 | 2784, 1999, 1884, 3236, 899, 2916, 4742 | 7 |
| 9 | 2082 | 662, 1178, 1505, 904, 1690, 1196, 1559 | 7 |
| 10 | 3980 | 45, 216, 541, 444, 1337, 2018, 2661, 3441, 3855 | 9 |

28.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 3381 | 872, 2456, 3095, 1720, 1012, 1701, 2419 | 7 |
| 2 | 3010 | 533, 2229, 1351, 1723, 1145, 615 | 6 |
| 3 | 4351 | 4097, 3826, 3267, 2603, 1008, 1872, 3701, 2125 | 8 |
| 4 | 3062 | 2087, 956, 1906, 702, 1244 | 5 |
| 5 | 669 | 420, 391, 667, 521, 666 | 5 |
| 6 | 2654 | 2483, 339, 1409, 595, 2248, 806, 165 | 7 |
| 7 | 4414 | 1810, 421, 2649, 956, 2688, 3974, 4221, 86 | 8 |
| 8 | 2823 | 440, 617, 403, 1111, 2338, 2442, 270, 163, 2746 | 9 |
| 9 | 1923 | 1828, 1460, 1514, 182, 873 | 5 |
| 10 | 3266 | 1849, 1432, 1726, 2126, 415, 726, 108 | 7 |

29.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 2220 | 537, 654, 1610, 1815, 2254, 2355, 2768, 3979 | 8 |
| 2 | 3218 | 643, 1380, 1485, 2547, 2621, 3799, 3813 | 7 |
| 3 | 3724 | 30, 134, 183, 214, 236, 246, 282, 409, 572 | 9 |
| 4 | 4577 | 97, 1019, 1903, 2353, 2727, 3470 | 6 |
| 5 | 1895 | 21, 165, 794, 938, 2921 | 5 |
| 6 | 4344 | 45, 216, 541, 444, 1337, 2018, 2661, 3441, 3855 | 9 |
| 7 | 4595 | 4571, 3361, 286, 2257, 1860, 762, 1951, 2527, 268 | 9 |
| 8 | 517 | 171, 306, 59, 321, 332 | 5 |
| 9 | 4429 | 3520, 755, 3202, 592, 2468, 2504, 3636 | 7 |
| 10 | 2577 | 905, 398, 1525, 239, 2316, 1787, 383, 756, 1195 | 9 |

30.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № объекта | Время наблюдения | Время отказа, час | Число отказов |
| 1 | 3929 | 193, 2892, 1214, 1265, 2755, 977, 707 | 7 |
| 2 | 2791 | 2055, 221, 2475, 1170, 2012, 2735 | 6 |
| 3 | 2674 | 1821, 2619, 1207, 2610, 1088, 984, 925, 763 | 8 |
| 4 | 2385 | 1790, 1996, 839, 539, 485, 2160, 2349 | 7 |
| 5 | 3942 | 3140, 911, 2600, 2793, 3148, 127, 771, 1133 | 8 |
| 6 | 2930 | 1717, 872, 2620, 1386, 1317, 981, 1340 | 7 |
| 7 | 4916 | 4556, 2735, 1495, 2065, 1169, 1771, 2416, 3546 | 8 |
| 8 | 3942 | 3140, 911, 2600, 2793, 3148, 127, 771, 1133 | 8 |
| 9 | 3745 | 21, 165, 794, 938, 2921 | 5 |
| 10 | 3796 | 1836, 910, 1752, 1300, 1862, 3568, 3729, 3561, 158 | 9 |