**2. Интерактивная деятельность (решение кейса).**

1 По каждому набору данных, содержащему значения двух взаимосвязанных статистических признаков (возраст оборудования и эксплуатационные расходы):

* определим средний возраст оборудования по среднеарифметической
* средние эксплуатационные расходы по среднеарифметической

Среднее арифметическое вычисляется по правилу:

,

где *хi* – отдельные значения признака, полученные в результате наблюдения; *n* – общее число наблюдений.

Таблица 1

Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Цех 1 | Цех 2 | Цех 3 | Цех 4 |
| № | Возраст | Экспл. расходы, тыс.руб. | № | Возраст | Экспл. расходы, тыс.руб. | № | Возраст | Экспл. расходы, тыс.руб. | № | Возраст | Экспл. расходы, тыс.руб. |
| 1 | 10 | 22,0 | 71 | 11 | 25,4 | 36 | 14 | 31,0 | 36 | 8 | 18,3 |
| 2 | 12 | 24,1 | 72 | 16 | 27,9 | 37 | 9 | 27,6 | 37 | 2 | 11,0 |
| 3 | 7 | 20,8 | 73 | 13 | 27,4 | 38 | 7 | 26,1 | 38 | 14 | 32,1 |
| 4 | 13 | 24,5 | 74 | 16 | 28,3 | 39 | 1 | 20,7 | 39 | 10 | 18,2 |
| 5 | 15 | 26,6 | 75 | 13 | 27,8 | 40 | 10 | 28,9 | 40 | 18 | 29,0 |
| 6 | 6 | 19,4 | 76 | 19 | 29,5 | 41 | 10 | 28,7 | 41 | 18 | 29,5 |
| 7 | 10 | 22,5 | 77 | 17 | 29,9 | 42 | 6 | 24,8 | 42 | 4 | 14,2 |
| 8 | 6 | 19,6 | 78 | 16 | 28,1 | 43 | 6 | 24,5 | 43 | 6 | 16,0 |
| 9 | 4 | 19,9 | 79 | 6 | 23,3 | 44 | 8 | 24,5 | 44 | 18 | 29,1 |
| 10 | 4 | 19,0 | 80 | 13 | 26,3 | 45 | 17 | 34,0 | 45 | 10 | 19,2 |
| 11 | 8 | 21,0 | 81 | 2 | 22,2 | 46 | 3 | 22,8 | 46 | 5 | 14,1 |
| 12 | 8 | 21,1 | 82 | 6 | 23,7 | 47 | 7 | 26,3 | 47 | 12 | 21,9 |
| 13 | 8 | 21,5 | 83 | 6 | 23,6 | 48 | 3 | 23,3 | 48 | 12 | 23,0 |
| 14 | 13 | 25,0 | 84 | 2 | 21,3 | 49 | 11 | 29,1 | 49 | 12 | 28,0 |
| 15 | 7 | 20,9 | 85 | 10 | 25,7 | 50 | 11 | 29,3 | 50 | 3 | 11,9 |
| 16 | 14 | 24,0 | 86 | 19 | 28,6 | 51 | 12 | 30,0 | 51 | 7 | 16,2 |
| 17 | 14 | 24,4 | 87 | 18 | 28,8 | 52 | 14 | 31,3 | 52 | 4 | 14,3 |
| 18 | 9 | 22,7 | 88 | 6 | 21,6 | 53 | 5 | 22,3 | 53 | 3 | 12,5 |
| 19 | 14 | 27,0 | 89 | 6 | 20,6 | 54 | 5 | 22,2 | 54 | 3 | 15,9 |
| 20 | 12 | 25,0 | 90 | 17 | 28,7 | 55 | 5 | 23,1 | 55 | 13 | 23,9 |
| 21 | 12 | 25,0 | 91 | 8 | 24,7 | 56 | 18 | 33,3 | 56 | 13 | 24,1 |
| 22 | 15 | 26,7 | 92 | 1 | 21,1 | 57 | 11 | 27,6 | 57 | 5 | 16,0 |
| 23 | 10 | 22,6 | 93 | 8 | 24,8 | 58 | 8 | 24.1 | 58 | 8 | 16,1 |
| 24 | 3 | 17,3 | 94 | 13 | 27,2 | 59 | 6 | 23,8 | 59 | 3 | 10,0 |
| 25 | 3 | 18,0 | 95 | 3 | 21,2 | 60 | 2 | 22,0 | 60 | 1 | 10,0 |
| 26 | 9 | 22,5 | 96 | 6 | 22,2 | 61 | 4 | 23,4 | 61 | 1 | 10,1 |
| 27 | 2 | 16,0 | 97 | 14 | 27,5 | 62 | 4 | 23,7 | 62 | 7 | 17,6 |
| 28 | 9 | 23,6 | 98 | 14 | 27,6 | 63 | 4 | 24,7 | 63 | 19 | 29,9 |
| 29 | 7 | 19,5 | 99 | 4 | 22,7 | 64 | 15 | 32,0 | 64 | 6 | 16,1 |
| 30 | 7 | 19,4 | 100 | 11 | 24,8 | 65 | 16 | 32,6 | 65 | 20 | 29,1 |
| 31 | 1 | 15,5 | 101 | 10 | 25,0 | 66 | 16 | 34,7 | 66 | 9 | 18,6 |
| 32 | 13 | 25,2 | 102 | 7 | 22,7 | 67 | 18 | 33,9 | 67 | 20 | 30,0 |
| 33 | 13 | 26,3 | 103 | 9 | 24,8 | 68 | 18 | 34,9 | 68 | 10 | 24,5 |
| 34 | 16 | 29,4 | 104 | 5 | 24,7 | 69 | 19 | 34,9 | 69 | 12 | 22,3 |
| 35 | 8 | 19,9 | 105 | 13 | 24,7 | 70 | 20 | 34,0 | 70 | 11 | 26,0 |
| Итого | 322 | 777,9 |   | 358 | 884,4 |   | 343 | 970,1 |   | 327 | 698,7 |

Средний возраст оборудования

По цеху №1 По цеху №2

 

По цеху №3 По цеху №4

 

Средние эксплуатационные расходы

По цеху №1 По цеху №2

 

По цеху №3 По цеху №4

 

Среднее квадратическое отклонение для каждого статистического признака

Дисперсия рассчитывается по формуле:



Таблица 2

Для цеха №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Возраст (х) | Экспл. расходы, тыс.руб. (у) |  |  |  |  | Совпадение знаков  |
| С | Н |
| 1 | 10 | 22 | 0,8 | 0,64 | -0,23 | 0,0529 |   | + |
| 2 | 12 | 24,1 | 8,83 | 77,9689 | 4,01 | 16,0801 | + |   |
| 3 | 7 | 20,8 | 0,83 | 0,6889 | 0,81 | 0,6561 | + |   |
| 4 | 13 | 24,5 | 3,83 | 14,6689 | 2,61 | 6,8121 | + |   |
| 5 | 15 | 26,6 | 4,83 | 23,3289 | 1,91 | 3,6481 | + |   |
| 6 | 6 | 19,4 | -8,17 | 66,7489 | -4,39 | 19,2721 | + |   |
| 7 | 10 | 22,5 | -4,17 | 17,3889 | -2,49 | 6,2001 | + |   |
| 8 | 6 | 19,6 | 6,83 | 46,6489 | 2,51 | 6,3001 | + |   |
| 9 | 4 | 19,9 | 3,83 | 14,6689 | 1,31 | 1,7161 | + |   |
| 10 | 4 | 19 | 0,83 | 0,6889 | 0,91 | 0,8281 | + |   |
| 11 | 8 | 21 | -7,17 | 51,4089 | -3,99 | 15,9201 | + |   |
| 12 | 8 | 21,1 | -0,17 | 0,0289 | 2,31 | 5,3361 |   | + |
| 13 | 8 | 21,5 | 3,83 | 14,6689 | 0,61 | 0,3721 | + |   |
| 14 | 13 | 25 | -3,17 | 10,0489 | -1,19 | 1,4161 | + |   |
| 15 | 7 | 20,9 | -8,17 | 66,7489 | -4,89 | 23,9121 | + |   |
| 16 | 14 | 24 | 5,83 | 33,9889 | 3,51 | 12,3201 | + |   |
| 17 | 14 | 24,4 | 5,83 | 33,9889 | 2,11 | 4,4521 | + |   |
| 18 | 9 | 22,7 | 7,83 | 61,3089 | 4,31 | 18,5761 | + |   |
| 19 | 14 | 27 | 6,83 | 46,6489 | 4,21 | 17,7241 | + |   |
| 20 | 12 | 25 | -2,17 | 4,7089 | 0,01 | 0,00014 |   | + |
| 21 | 12 | 25 | -2,17 | 4,7089 | -2,29 | 5,2441 | + |   |
| 22 | 15 | 26,7 | -7,17 | 51,4089 | -4,99 | 24,9001 | + |   |
| 23 | 10 | 22,6 | 0,83 | 0,6889 | 1,61 | 2,5921 | + |   |
| 24 | 3 | 17,3 | 0,83 | 0,6889 | 1,41 | 1,9881 | + |   |
| 25 | 3 | 18 | -2,17 | 4,7089 | -0,39 | 0,1521 | + |   |
| 26 | 9 | 22,5 | 2,83 | 8,0089 | 1,31 | 1,7161 | + |   |
| 27 | 2 | 16 | -7,17 | 51,4089 | -5,49 | 30,1401 | + |   |
| 28 | 9 | 23,6 | -0,17 | 0,0289 | 1,91 | 3,6481 |   | + |
| 29 | 7 | 19,5 | -3,17 | 10,0489 | -2,49 | 6,2001 | + |   |
| 30 | 7 | 19,4 | -9,17 | 84,0889 | -4,49 | 20,1601 | + |   |
| 31 | 1 | 15,5 | -1,17 | 1,3689 | 1,11 | 1,2321 |   | + |
| 32 | 13 | 25,2 | -4,17 | 17,3889 | -1,89 | 3,5721 | + |   |
| 33 | 13 | 26,3 | 6,83 | 46,6489 | 1,41 | 1,9881 | + |   |
| 34 | 16 | 29,4 | -6,17 | 38,0689 | -2,79 | 7,7841 | + |   |
| 35 | 8 | 19,9 | 5,83 | 33,9889 | 2,81 | 7,8961 | + |   |
| Итого | 322 | 777,9 |   | 940,24 |   | 280,81 | 30 | 5 |
| Ср. | 9,2 | 22,23 |   | 26,86 |   | 8,02 |   |   |

Среднее квадратическое отклонение – корень квадратный из дисперсии:





Таблица 3

Для цеха №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Возраст (х) | Экспл. расходы, тыс.руб. (у) |  |  |  |  | Совпадение знаков  |
| С | Н |
| 1 | 11 | 25,4 | 0,77 | 0,5929 | 0,13 | 0,0169 | + |  |
| 2 | 16 | 27,9 | 5,77 | 33,2929 | 2,63 | 6,9169 | + |  |
| 3 | 13 | 27,4 | 2,77 | 7,6729 | 2,13 | 4,5369 | + |  |
| 4 | 16 | 28,3 | 5,77 | 33,2929 | 3,03 | 9,1809 | + |  |
| 5 | 13 | 27,8 | 2,77 | 7,6729 | 2,53 | 6,4009 | + |  |
| 6 | 19 | 29,5 | 8,77 | 76,9129 | 4,23 | 17,8929 | + |  |
| 7 | 17 | 29,9 | 6,77 | 45,8329 | 4,63 | 21,4369 | + |  |
| 8 | 16 | 28,1 | 5,77 | 33,2929 | 2,83 | 8,0089 | + |  |
| 9 | 6 | 23,3 | -4,23 | 17,8929 | -1,97 | 3,8809 | + |  |
| 10 | 13 | 26,3 | 2,77 | 7,6729 | 1,03 | 1,0609 | + |  |
| 11 | 2 | 22,2 | -8,23 | 67,7329 | -3,07 | 9,4249 | + |  |
| 12 | 6 | 23,7 | -4,23 | 17,8929 | -1,57 | 2,4649 | + |  |
| 13 | 6 | 23,6 | -4,23 | 17,8929 | -1,67 | 2,7889 | + |  |
| 14 | 2 | 21,3 | -8,23 | 67,7329 | -3,97 | 15,7609 | + |  |
| 15 | 10 | 25,7 | -0,23 | 0,0529 | 0,43 | 0,1849 |  | + |
| 16 | 19 | 28,6 | 8,77 | 76,9129 | 3,33 | 11,0889 | + |  |
| 17 | 18 | 28,8 | 7,77 | 60,3729 | 3,53 | 12,4609 | + |  |
| 18 | 6 | 21,6 | -4,23 | 17,8929 | -3,67 | 13,4689 | + |  |
| 19 | 6 | 20,6 | -4,23 | 17,8929 | -4,67 | 21,8089 | + |  |
| 20 | 17 | 28,7 | 6,77 | 45,8329 | 3,43 | 11,7649 | + |  |
| 21 | 8 | 24,7 | -2,23 | 4,9729 | -0,57 | 0,3249 | + |  |
| 22 | 1 | 21,1 | -9,23 | 85,1929 | -4,17 | 17,3889 | + |  |
| 23 | 8 | 24,8 | -2,23 | 4,9729 | -0,47 | 0,2209 | + |  |
| 24 | 13 | 27,2 | 2,77 | 7,6729 | 1,93 | 3,7249 | + |  |
| 25 | 3 | 21,2 | -7,23 | 52,2729 | -4,07 | 16,5649 | + |  |
| 26 | 6 | 22,2 | -4,23 | 17,8929 | -3,07 | 9,4249 | + |  |
| 27 | 14 | 27,5 | 3,77 | 14,2129 | 2,23 | 4,9729 | + |  |
| 28 | 14 | 27,6 | 3,77 | 14,2129 | 2,33 | 5,4289 | + |  |
| 29 | 4 | 22,7 | -6,23 | 38,8129 | -2,57 | 6,6049 | + |  |
| 30 | 11 | 24,8 | 0,77 | 0,5929 | -0,47 | 0,2209 |  | + |
| 31 | 10 | 25 | -0,23 | 0,0529 | -0,27 | 0,0729 | + |  |
| 32 | 7 | 22,7 | -3,23 | 10,4329 | -2,57 | 6,6049 | + |  |
| 33 | 9 | 24,8 | -1,23 | 1,5129 | -0,47 | 0,2209 | + |  |
| 34 | 5 | 24,7 | -5,23 | 27,3529 | -0,57 | 0,3249 | + |  |
| 35 | 13 | 24,7 | 2,77 | 7,6729 | -0,57 | 0,3249 |  | + |
| Итого | 358 | 884,4 |  | 942,1715 |  | 252,9755 | 32 | 3 |
| Ср. | 10,23 | 25,27 |  | 26,92 |  | 7,23 |  |  |

Среднее квадратическое отклонение – корень квадратный из дисперсии:





Таблица 4

Для цеха №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Возраст (х) | Экспл. расходы, тыс.руб. (у) |  |  |  |  | Совпадение знаков  |
| С | Н |
| 1 | 14 | 31 | 4,2 | 17,64 | 3,28 | 10,7584 | + |  |
| 2 | 9 | 27,6 | -0,8 | 0,64 | -0,12 | 0,0144 | + |  |
| 3 | 7 | 26,1 | -2,8 | 7,84 | -1,62 | 2,6244 | + |  |
| 4 | 1 | 20,7 | -8,8 | 77,44 | -7,02 | 49,2804 | + |  |
| 5 | 10 | 28,9 | 0,2 | 0,04 | 1,18 | 1,3924 | + |  |
| 6 | 10 | 28,7 | 0,2 | 0,04 | 0,98 | 0,9604 | + |  |
| 7 | 6 | 24,8 | -3,8 | 14,44 | -2,92 | 8,5264 | + |  |
| 8 | 6 | 24,5 | -3,8 | 14,44 | -3,22 | 10,3684 | + |  |
| 9 | 8 | 24,5 | -1,8 | 3,24 | -3,22 | 10,3684 | + |  |
| 10 | 17 | 34 | 7,2 | 51,84 | 6,28 | 39,4384 | + |  |
| 11 | 3 | 22,8 | -6,8 | 46,24 | -4,92 | 24,2064 | + |  |
| 12 | 7 | 26,3 | -2,8 | 7,84 | -1,42 | 2,0164 | + |  |
| 13 | 3 | 23,3 | -6,8 | 46,24 | -4,42 | 19,5364 | + |  |
| 14 | 11 | 29,1 | 1,2 | 1,44 | 1,38 | 1,9044 | + |  |
| 15 | 11 | 29,3 | 1,2 | 1,44 | 1,58 | 2,4964 | + |  |
| 16 | 12 | 30 | 2,2 | 4,84 | 2,28 | 5,1984 | + |  |
| 17 | 14 | 31,3 | 4,2 | 17,64 | 3,58 | 12,8164 | + |  |
| 18 | 5 | 22,3 | -4,8 | 23,04 | -5,42 | 29,3764 | + |  |
| 19 | 5 | 22,2 | -4,8 | 23,04 | -5,52 | 30,4704 | + |  |
| 20 | 5 | 23,1 | -4,8 | 23,04 | -4,62 | 21,3444 | + |  |
| 21 | 18 | 33,3 | 8,2 | 67,24 | 5,58 | 31,1364 | + |  |
| 22 | 11 | 27,6 | 1,2 | 1,44 | -0,12 | 0,0144 |  | + |
| 23 | 8 | 24,10 | -1,8 | 3,24 | -3,62 | 13,1044 | + |  |
| 24 | 6 | 23,8 | -3,8 | 14,44 | -3,92 | 15,3664 | + |  |
| 25 | 2 | 22 | -7,8 | 60,84 | -5,72 | 32,7184 | + |  |
| 26 | 4 | 23,4 | -5,8 | 33,64 | -4,32 | 18,6624 | + |  |
| 27 | 4 | 23,7 | -5,8 | 33,64 | -4,02 | 16,1604 | + |  |
| 28 | 4 | 24,7 | -5,8 | 33,64 | -3,02 | 9,1204 | + |  |
| 29 | 15 | 32 | 5,2 | 27,04 | 4,28 | 18,3184 | + |  |
| 30 | 16 | 32,6 | 6,2 | 38,44 | 4,88 | 23,8144 | + |  |
| 31 | 16 | 34,7 | 6,2 | 38,44 | 6,98 | 48,7204 | + |  |
| 32 | 18 | 33,9 | 8,2 | 67,24 | 6,18 | 38,1924 | + |  |
| 33 | 18 | 34,9 | 8,2 | 67,24 | 7,18 | 51,5524 | + |  |
| 34 | 19 | 34,9 | 9,2 | 84,64 | 7,18 | 51,5524 | + |  |
| 35 | 20 | 34 | 10,2 | 104,04 | 6,28 | 39,4384 | + |  |
| Итого | 343 | 970,1 |  | 1057,6 |  | 690,97 | 34 | 1 |
| Ср. | 9,80 | 27,72 |  | 30,22 |  | 19,74 |  |  |

Среднее квадратическое отклонение – корень квадратный из дисперсии:





Таблица 4

Для цеха №4

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Возраст (х) | Экспл. расходы, тыс.руб. (у) |  |  |  |  | Совпадение знаков  |
| С | Н |
| 1 | 8 | 18,3 | -1,34 | 1,7956 | -1,66 | 2,7556 | + |  |
| 2 | 2 | 11 | -7,34 | 53,8756 | -8,96 | 80,2816 | + |  |
| 3 | 14 | 32,1 | 4,66 | 21,7156 | 12,14 | 147,3796 | + |  |
| 4 | 10 | 18,2 | 0,66 | 0,4356 | -1,76 | 3,0976 |  | + |
| 5 | 18 | 29 | 8,66 | 74,9956 | 9,04 | 81,7216 | + |  |
| 6 | 18 | 29,5 | 8,66 | 74,9956 | 9,54 | 91,0116 | + |  |
| 7 | 4 | 14,2 | -5,34 | 28,5156 | -5,76 | 33,1776 | + |  |
| 8 | 6 | 16 | -3,34 | 11,1556 | -3,96 | 15,6816 | + |  |
| 9 | 18 | 29,1 | 8,66 | 74,9956 | 9,14 | 83,5396 | + |  |
| 10 | 10 | 19,2 | 0,66 | 0,4356 | -0,76 | 0,5776 |  | + |
| 11 | 5 | 14,1 | -4,34 | 18,8356 | -5,86 | 34,3396 | + |  |
| 12 | 12 | 21,9 | 2,66 | 7,0756 | 1,94 | 3,7636 | + |  |
| 13 | 12 | 23 | 2,66 | 7,0756 | 3,04 | 9,2416 | + |  |
| 14 | 12 | 28 | 2,66 | 7,0756 | 8,04 | 64,6416 | + |  |
| 15 | 3 | 11,9 | -6,34 | 40,1956 | -8,06 | 64,9636 | + |  |
| 16 | 7 | 16,2 | -2,34 | 5,4756 | -3,76 | 14,1376 | + |  |
| 17 | 4 | 14,3 | -5,34 | 28,5156 | -5,66 | 32,0356 | + |  |
| 18 | 3 | 12,5 | -6,34 | 40,1956 | -7,46 | 55,6516 | + |  |
| 19 | 3 | 15,9 | -6,34 | 40,1956 | -4,06 | 16,4836 | + |  |
| 20 | 13 | 23,9 | 3,66 | 13,3956 | 3,94 | 15,5236 | + |  |
| 21 | 13 | 24,1 | 3,66 | 13,3956 | 4,14 | 17,1396 | + |  |
| 22 | 5 | 16 | -4,34 | 18,8356 | -3,96 | 15,6816 | + |  |
| 23 | 8 | 16,1 | -1,34 | 1,7956 | -3,86 | 14,8996 | + |  |
| 24 | 3 | 10 | -6,34 | 40,1956 | -9,96 | 99,2016 | + |  |
| 25 | 1 | 10 | -8,34 | 69,5556 | -9,96 | 99,2016 | + |  |
| 26 | 1 | 10,1 | -8,34 | 69,5556 | -9,86 | 97,2196 | + |  |
| 27 | 7 | 17,6 | -2,34 | 5,4756 | -2,36 | 5,5696 | + |  |
| 28 | 19 | 29,9 | 9,66 | 93,3156 | 9,94 | 98,8036 | + |  |
| 29 | 6 | 16,1 | -3,34 | 11,1556 | -3,86 | 14,8996 | + |  |
| 30 | 20 | 29,1 | 10,66 | 113,6356 | 9,14 | 83,5396 | + |  |
| 31 | 9 | 18,6 | -0,34 | 0,1156 | -1,36 | 1,8496 | + |  |
| 32 | 20 | 30 | 10,66 | 113,6356 | 10,04 | 100,8016 | + |  |
| 33 | 10 | 24,5 | 0,66 | 0,4356 | 4,54 | 20,6116 | + |  |
| 34 | 12 | 22,3 | 2,66 | 7,0756 | 2,34 | 5,4756 | + |  |
| 35 | 11 | 26 | 1,66 | 2,7556 | 6,04 | 36,4816 | + |  |
| Итого | 327 | 698,7 |  | 1111,886 |  | 1561,382 | 33 | 2 |
| Ср. | 9,34 | 19,96 |  | 31,77 |  | 44,61 |  |  |

Среднее квадратическое отклонение – корень квадратный из дисперсии:





Определим медиану возраста оборудования для каждого набора данных,

Медианой Ме называют такое значение признака, которое приходится на середину ранжированного ряда и делит его на две равные по числу единиц части. Таким образом, в ранжированном ряду распределения одна половина ряда имеет значения признака, превышающие медиану, другая – меньше медианы.

Расположим оборудование по возрастанию возраста. В дискретном вариационном ряду, содержащем нечетное число единиц, медиана равна варианте признака, имеющей номер: Для определения медианного значения признака по следующей формуле находят номер медианной единицы ряда

,

где n - объем совокупности.

Тогда N = (35+1) / 2 = 18

Для цеха №1 Ме = 9 лет. Для цеха №2 Ме = 6 лет.

Для цеха №3 Ме = 5лет. Для цеха №4 Ме = 3 года.

Сравним между собой средние значения для всех четырех наборов исходных данных, построив таблицу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Средний возраст оборудования, лет | Средние эксплуатационные расходы, тыс.руб. |
| Цех 1 | 9,2 | 22,23 |
| Цех 2 | 10,23 | 25,27 |
| Цех 3 | 9,8 | 27,72 |
| Цех 4 | 9,34 | 19,96 |

Самое старое оборудование наблюдается в цехе №2, самое молодое в цехе №2, высокие эксплуатационные расходы наблюдаются в цехе №3 и цехе №2.

По каждому цеху проанализируем средний возраст и средние эксплуатационные расходы по группам, а также по всему машинному парку:

* произведем аналитическую группировку статистических данных, выбрав в качестве факторного признака возраст оборудования, результативного признака – эксплуатационные расходы, образовав четыре группы станков по возрасту: от 1 года до 5, от 6 до 10, от 2 до 15, от 15 и выше,
* в каждой образованной по возрасту группе найдем средние по группе эксплуатационные расходы,
* данные группировки представим в виде набора из четырех гистограмм, показывающих распределение оборудования по возрасту на каждом из объектов наблюдения,
* определить моду и медиану возраста оборудования для каждого набора данных расчетным путем и графически.

Таблица 5

**Распределение станочного парка по цеху 1 по возрасту**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группы по возрасту, лет | Число станков в группе, шт | В процентах к итогу | Эксплуатационные расходыВсего, тыс.руб. | эксплуатационные расходы, средние по группе, тыс.руб |
| от 1 до 5 | 6 | 17,14 | 105,7 | 17,62 |
| от 6 до 10 | 16 | 45,71 | 339 | 21,19 |
| от 11 до 15 | 12 | 34,29 | 303,8 | 25,32 |
| от 16 до 20 | 1 | 2,86 | 29,4 | 29,40 |
| Всего | 35 | 100 | 777,9 | 22,23 |

Таблица 6

**Распределение станочного парка по цеху 2 по возрасту**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группы по возрасту, лет | Число станков в группе, шт | В процентах к итогу | Эксплуатационные расходыВсего, тыс.руб. | эксплуатационные расходы, средние по группе, тыс.руб |
| от 1 до 5 | 6 | 17,14 | 133,2 | 22,20 |
| от 6 до 10 | 12 | 34,29 | 282,7 | 23,56 |
| от 11 до 15 | 9 | 25,71 | 238,7 | 26,52 |
| от 16 до 20 | 8 | 22,86 | 229,8 | 28,73 |
| Всего | 35 | 100 | 884,4 | 25,27 |

Таблица 7

**Распределение станочного парка по цеху 3 по возрасту**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группы по возрасту, лет | Число станков в группе, шт | В процентах к итогу | Эксплуатационные расходыВсего, тыс.руб. | эксплуатационные расходы, средние по группе, тыс.руб |
| от 1 до 5 | 10 | 28,57 | 228,2 | 22,82 |
| от 6 до 10 | 10 | 28,57 | 259,3 | 25,93 |
| от 11 до 15 | 7 | 20,00 | 210,3 | 30,04 |
| от 16 до 20 | 8 | 22,86 | 272,3 | 34,04 |
| Всего | 35 | 100 | 970,1 | 27,72 |

Таблица 8

**Распределение станочного парка по цеху 4 по возрасту**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группы по возрасту, лет | Число станков в группе, шт | В процентах к итогу | Эксплуатационные расходыВсего, тыс.руб. | эксплуатационные расходы, средние по группе, тыс.руб |
| от 1 до 5 | 11 | 31,43 | 140 | 12,73 |
| от 6 до 10 | 10 | 28,57 | 180,8 | 18,08 |
| от 11 до 15 | 8 | 22,86 | 201,3 | 25,16 |
| от 16 до 20 | 6 | 17,14 | 176,6 | 29,43 |
| Всего | 35 | 100 | 698,7 | 19,96 |

Таблица 9

**Распределение станочного парка по всему машинному парку по возрасту**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группы по возрасту, лет | Число станков в группе, шт | В процентах к итогу | Эксплуатационные расходыВсего, тыс.руб. | эксплуатационные расходы, средние по группе, тыс.руб |
| от 1 до 5 | 33 | 23,57 | 607,1 | 18,40 |
| от 6 до 10 | 48 | 34,29 | 1061,8 | 22,12 |
| от 11 до 15 | 36 | 25,71 | 954,1 | 26,50 |
| от 16 до 20 | 23 | 16,43 | 708,1 | 30,79 |
| Всего | 140 | 100 | 3331,1 | 23,79 |

Данные группировки представим в виде набора из четырех гистограмм, показывающих распределение оборудования по возрасту на каждом из объектов наблюдения

Рисунок 1 Гистограмма распределения оборудования по возрасту (цех №1)

Рисунок 2 Гистограмма распределения оборудования по возрасту (цех №2)

Рисунок 3 Гистограмма распределения оборудования по возрасту (цех №3)

Рисунок 4 Гистограмма распределения оборудования по возрасту (цех №4)

Мода Мо – наиболее часто встречающееся значение признака в совокупности рассчитывается как:

,

где: ХМО – нижняя граница модального интервала; h – величина интервала; fMO –частота, соответствующая модальному интервалу; fMO–1 – частота интервала, предшествующего модельному; fMO+1 – частота интервала, следующего за модальным.









На рисунке 1,2,3,4 представлено графическое построение моды.

Для ответа на вопрос: на каком объекте наблюдения быстрее возрастают с возрастом эксплуатационные расходы и для какого цеха наблюдается более тесная связь между возрастом оборудования и величиной эксплуатационных издержек, следует для каждого набора данных:

* определим коэффициент Фехнера,
* построим поле корреляции,
* рассчитаем коэффициент корреляции,
* получим уравнение линии регрессии.

смыслового значения не несет.

Коэффициент Фехнера основан на оценке степени согласованности направлений отклонений индивидуальных значений факторного и результативного признаков от соответствующих средних (расчет приведен в таблице 2,3,4,5).

,

где Кф – коэффициент Фехнера; na – число совпадений знаков отклонений индивидуальных величин от средней; nв – число несовпадений знаков отклонений.

  



В соответствии со шкалой Чеддока при значении 0,714,0,829,0,943 связь высокая.

Степень тесноты связи в статистике измеряют с помощью специального показателя, называемого коэффициентом корреляции:

,

где х – значения факторного признака; у – значения результативного признака; n – общее число наблюдений.





Между признаками существует высокая связь.

Для цеха № 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Возраст (х) | Экспл. расходы, тыс. руб. (у) | х \* у | х2 | у2 | у |
| 1 | 10 | 22 | 220 | 100 | 484 | 22,8 |
| 2 | 12 | 24,1 | 289,2 | 144 | 580,81 | 24,34 |
| 3 | 7 | 20,8 | 145,6 | 49 | 432,64 | 20,49 |
| 4 | 13 | 24,5 | 318,5 | 169 | 600,25 | 25,11 |
| 5 | 15 | 26,6 | 399 | 225 | 707,56 | 26,65 |
| 6 | 6 | 19,4 | 116,4 | 36 | 376,36 | 19,72 |
| 7 | 10 | 22,5 | 225 | 100 | 506,25 | 22,8 |
| 8 | 6 | 19,6 | 117,6 | 36 | 384,16 | 19,72 |
| 9 | 4 | 19,9 | 79,6 | 16 | 396,01 | 18,18 |
| 10 | 4 | 19 | 76 | 16 | 361 | 18,18 |
| 11 | 8 | 21 | 168 | 64 | 441 | 21,26 |
| 12 | 8 | 21,1 | 168,8 | 64 | 445,21 | 21,26 |
| 13 | 8 | 21,5 | 172 | 64 | 462,25 | 21,26 |
| 14 | 13 | 25 | 325 | 169 | 625 | 25,11 |
| 15 | 7 | 20,9 | 146,3 | 49 | 436,81 | 20,49 |
| 16 | 14 | 24 | 336 | 196 | 576 | 25,88 |
| 17 | 14 | 24,4 | 341,6 | 196 | 595,36 | 25,88 |
| 18 | 9 | 22,7 | 204,3 | 81 | 515,29 | 22,03 |
| 19 | 14 | 27 | 378 | 196 | 729 | 25,88 |
| 20 | 12 | 25 | 300 | 144 | 625 | 24,34 |
| 21 | 12 | 25 | 300 | 144 | 625 | 24,34 |
| 22 | 15 | 26,7 | 400,5 | 225 | 712,89 | 26,65 |
| 23 | 10 | 22,6 | 226 | 100 | 510,76 | 22,8 |
| 24 | 3 | 17,3 | 51,9 | 9 | 299,29 | 17,41 |
| 25 | 3 | 18 | 54 | 9 | 324 | 17,41 |
| 26 | 9 | 22,5 | 202,5 | 81 | 506,25 | 22,03 |
| 27 | 2 | 16 | 32 | 4 | 256 | 16,64 |
| 28 | 9 | 23,6 | 212,4 | 81 | 556,96 | 22,03 |
| 29 | 7 | 19,5 | 136,5 | 49 | 380,25 | 20,49 |
| 30 | 7 | 19,4 | 135,8 | 49 | 376,36 | 20,49 |
| 31 | 1 | 15,5 | 15,5 | 1 | 240,25 | 15,87 |
| 32 | 13 | 25,2 | 327,6 | 169 | 635,04 | 25,11 |
| 33 | 13 | 26,3 | 341,9 | 169 | 691,69 | 25,11 |
| 34 | 16 | 29,4 | 470,4 | 256 | 864,36 | 27,42 |
| 35 | 8 | 19,9 | 159,2 | 64 | 396,01 | 21,26 |
| итого  | 322 | 777,9 | 7593,1 | 3524 | 17655,07 |  |
| средине | 9,2 | 22,23 | 216,95 | 100,69 | 504,43 |  |

Определим параметры линейного уравнения.

Найдем числовые значения переменных, используя следующие формулы

 и 

Параметр b – коэффициент регрессии.



уравнение регрессии будет выглядеть следующим образом

,

т.е. при увеличении количества лет работы оборудования на один год расходы на его содержание возрастают на 0,77 тыс.руб.

Рисунок 5 Поле корреляции

Для цеха № 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Возраст (х) | Экспл. расходы, тыс. руб. (у) | х \* у | х2 | у2 |  |
| 1 | 11 | 25,4 | 279,4 | 121 | 645,16 | 25,66 |
| 2 | 16 | 27,9 | 446,4 | 256 | 778,41 | 28,11 |
| 3 | 13 | 27,4 | 356,2 | 169 | 750,76 | 26,64 |
| 4 | 16 | 28,3 | 452,8 | 256 | 800,89 | 28,11 |
| 5 | 13 | 27,8 | 361,4 | 169 | 772,84 | 26,64 |
| 6 | 19 | 29,5 | 560,5 | 361 | 870,25 | 29,58 |
| 7 | 17 | 29,9 | 508,3 | 289 | 894,01 | 28,6 |
| 8 | 16 | 28,1 | 449,6 | 256 | 789,61 | 28,11 |
| 9 | 6 | 23,3 | 139,8 | 36 | 542,89 | 23,21 |
| 10 | 13 | 26,3 | 341,9 | 169 | 691,69 | 26,64 |
| 11 | 2 | 22,2 | 44,4 | 4 | 492,84 | 21,25 |
| 12 | 6 | 23,7 | 142,2 | 36 | 561,69 | 23,21 |
| 13 | 6 | 23,6 | 141,6 | 36 | 556,96 | 23,21 |
| 14 | 2 | 21,3 | 42,6 | 4 | 453,69 | 21,25 |
| 15 | 10 | 25,7 | 257 | 100 | 660,49 | 25,17 |
| 16 | 19 | 28,6 | 543,4 | 361 | 817,96 | 29,58 |
| 17 | 18 | 28,8 | 518,4 | 324 | 829,44 | 29,09 |
| 18 | 6 | 21,6 | 129,6 | 36 | 466,56 | 23,21 |
| 19 | 6 | 20,6 | 123,6 | 36 | 424,36 | 23,21 |
| 20 | 17 | 28,7 | 487,9 | 289 | 823,69 | 28,6 |
| 21 | 8 | 24,7 | 197,6 | 64 | 610,09 | 24,19 |
| 22 | 1 | 21,1 | 21,1 | 1 | 445,21 | 20,76 |
| 23 | 8 | 24,8 | 198,4 | 64 | 615,04 | 24,19 |
| 24 | 13 | 27,2 | 353,6 | 169 | 739,84 | 26,64 |
| 25 | 3 | 21,2 | 63,6 | 9 | 449,44 | 21,74 |
| 26 | 6 | 22,2 | 133,2 | 36 | 492,84 | 23,21 |
| 27 | 14 | 27,5 | 385 | 196 | 756,25 | 27,13 |
| 28 | 14 | 27,6 | 386,4 | 196 | 761,76 | 27,13 |
| 29 | 4 | 22,7 | 90,8 | 16 | 515,29 | 22,23 |
| 30 | 11 | 24,8 | 272,8 | 121 | 615,04 | 25,66 |
| 31 | 10 | 25 | 250 | 100 | 625 | 25,17 |
| 32 | 7 | 22,7 | 158,9 | 49 | 515,29 | 23,7 |
| 33 | 9 | 24,8 | 223,2 | 81 | 615,04 | 24,68 |
| 34 | 5 | 24,7 | 123,5 | 25 | 610,09 | 22,72 |
| 35 | 13 | 24,7 | 321,1 | 169 | 610,09 | 26,64 |
| итого  | 358 | 884,4 | 9506,2 | 4604 | 22600,5 | 884,87 |
| средине | 10,23 | 25,27 | 271,61 | 131,54 | 645,73 |  |

Определим параметры линейного уравнения.

Найдем числовые значения переменных, используя следующие формулы

 и 

Параметр b – коэффициент регрессии.



уравнение регрессии будет выглядеть следующим образом

,

т.е. при увеличении количества лет работы оборудования на один год расходы на его содержание возрастают на 0,49 тыс.руб.

Рисунок 6 Поле корреляции

Для цеха № 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Возраст (х) | Экспл. расходы, тыс. руб. (у) | х \* у | х2 | у2 |  |
| 1 | 14 | 31 | 434 | 196 | 961 | 31,05 |
| 2 | 9 | 27,6 | 248,4 | 81 | 761,76 | 27,1 |
| 3 | 7 | 26,1 | 182,7 | 49 | 681,21 | 25,52 |
| 4 | 1 | 20,7 | 20,7 | 1 | 428,49 | 20,78 |
| 5 | 10 | 28,9 | 289 | 100 | 835,21 | 27,89 |
| 6 | 10 | 28,7 | 287 | 100 | 823,69 | 27,89 |
| 7 | 6 | 24,8 | 148,8 | 36 | 615,04 | 24,73 |
| 8 | 6 | 24,5 | 147 | 36 | 600,25 | 24,73 |
| 9 | 8 | 24,5 | 196 | 64 | 600,25 | 26,31 |
| 10 | 17 | 34 | 578 | 289 | 1156 | 33,42 |
| 11 | 3 | 22,8 | 68,4 | 9 | 519,84 | 22,36 |
| 12 | 7 | 26,3 | 184,1 | 49 | 691,69 | 25,52 |
| 13 | 3 | 23,3 | 69,9 | 9 | 542,89 | 22,36 |
| 14 | 11 | 29,1 | 320,1 | 121 | 846,81 | 28,68 |
| 15 | 11 | 29,3 | 322,3 | 121 | 858,49 | 28,68 |
| 16 | 12 | 30 | 360 | 144 | 900 | 29,47 |
| 17 | 14 | 31,3 | 438,2 | 196 | 979,69 | 31,05 |
| 18 | 5 | 22,3 | 111,5 | 25 | 497,29 | 23,94 |
| 19 | 5 | 22,2 | 111 | 25 | 492,84 | 23,94 |
| 20 | 5 | 23,1 | 115,5 | 25 | 533,61 | 23,94 |
| 21 | 18 | 33,3 | 599,4 | 324 | 1108,89 | 34,21 |
| 22 | 11 | 27,6 | 303,6 | 121 | 761,76 | 28,68 |
| 23 | 8 | 24,01 | 192,08 | 64 | 576,4801 | 26,31 |
| 24 | 6 | 23,8 | 142,8 | 36 | 566,44 | 24,73 |
| 25 | 2 | 22 | 44 | 4 | 484 | 21,57 |
| 26 | 4 | 23,4 | 93,6 | 16 | 547,56 | 23,15 |
| 27 | 4 | 23,7 | 94,8 | 16 | 561,69 | 23,15 |
| 28 | 4 | 24,7 | 98,8 | 16 | 610,09 | 23,15 |
| 29 | 15 | 32 | 480 | 225 | 1024 | 31,84 |
| 30 | 16 | 32,6 | 521,6 | 256 | 1062,76 | 32,63 |
| 31 | 16 | 34,7 | 555,2 | 256 | 1204,09 | 32,63 |
| 32 | 18 | 33,9 | 610,2 | 324 | 1149,21 | 34,21 |
| 33 | 18 | 34,9 | 628,2 | 324 | 1218,01 | 34,21 |
| 34 | 19 | 34,9 | 663,1 | 361 | 1218,01 | 35 |
| 35 | 20 | 34 | 680 | 400 | 1156 | 35,79 |
| итого  | 343 | 970,01 | 10339,98 | 4419 | 27575,0401 | 970,62 |
| средине | 9,80 | 27,71 | 295,43 | 126,26 | 787,86 |  |

Определим параметры линейного уравнения.

Найдем числовые значения переменных, используя следующие формулы

 и 

Параметр b – коэффициент регрессии.



уравнение регрессии будет выглядеть следующим образом

,

т.е. при увеличении количества лет работы оборудования на один год расходы на его содержание возрастают на 0,79 тыс.руб.

Рисунок 7 Поле корреляции

Для цеха № 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Возраст (х) | Экспл. расходы, тыс. руб. (у) | х \* у | х2 | у2 |  |
| 1 | 8 | 18,3 | 146,4 | 64 | 334,89 | 26,31 |
| 2 | 2 | 11 | 22 | 4 | 121 | 21,57 |
| 3 | 14 | 32,1 | 449,4 | 196 | 1030,41 | 31,05 |
| 4 | 10 | 18,2 | 182 | 100 | 331,24 | 27,89 |
| 5 | 18 | 29 | 522 | 324 | 841 | 34,21 |
| 6 | 18 | 29,5 | 531 | 324 | 870,25 | 34,21 |
| 7 | 4 | 14,2 | 56,8 | 16 | 201,64 | 23,15 |
| 8 | 6 | 16 | 96 | 36 | 256 | 24,73 |
| 9 | 18 | 29,1 | 523,8 | 324 | 846,81 | 34,21 |
| 10 | 10 | 19,2 | 192 | 100 | 368,64 | 27,89 |
| 11 | 5 | 14,1 | 70,5 | 25 | 198,81 | 23,94 |
| 12 | 12 | 21,9 | 262,8 | 144 | 479,61 | 29,47 |
| 13 | 12 | 23 | 276 | 144 | 529 | 29,47 |
| 14 | 12 | 28 | 336 | 144 | 784 | 29,47 |
| 15 | 3 | 11,9 | 35,7 | 9 | 141,61 | 22,36 |
| 16 | 7 | 16,2 | 113,4 | 49 | 262,44 | 25,52 |
| 17 | 4 | 14,3 | 57,2 | 16 | 204,49 | 23,15 |
| 18 | 3 | 12,5 | 37,5 | 9 | 156,25 | 22,36 |
| 19 | 3 | 15,9 | 47,7 | 9 | 252,81 | 22,36 |
| 20 | 13 | 23,9 | 310,7 | 169 | 571,21 | 30,26 |
| 21 | 13 | 24,1 | 313,3 | 169 | 580,81 | 30,26 |
| 22 | 5 | 16 | 80 | 25 | 256 | 23,94 |
| 23 | 8 | 16,1 | 128,8 | 64 | 259,21 | 26,31 |
| 24 | 3 | 10 | 30 | 9 | 100 | 22,36 |
| 25 | 1 | 10 | 10 | 1 | 100 | 20,78 |
| 26 | 1 | 10,1 | 10,1 | 1 | 102,01 | 20,78 |
| 27 | 7 | 17,6 | 123,2 | 49 | 309,76 | 25,52 |
| 28 | 19 | 29,9 | 568,1 | 361 | 894,01 | 35 |
| 29 | 6 | 16,1 | 96,6 | 36 | 259,21 | 24,73 |
| 30 | 20 | 29,1 | 582 | 400 | 846,81 | 35,79 |
| 31 | 9 | 18,6 | 167,4 | 81 | 345,96 | 27,1 |
| 32 | 20 | 30 | 600 | 400 | 900 | 35,79 |
| 33 | 10 | 24,5 | 245 | 100 | 600,25 | 27,89 |
| 34 | 12 | 22,3 | 267,6 | 144 | 497,29 | 29,47 |
| 35 | 11 | 26 | 286 | 121 | 676 | 28,68 |
| итого  | 327 | 698,7 | 7777 | 4167 | 15509,43 | 957,98 |
| средине | 9,34 | 19,96 | 222,20 | 119,06 | 443,13 |  |

Определим параметры линейного уравнения.

Найдем числовые значения переменных, используя следующие формулы

 и 

Параметр b – коэффициент регрессии.



уравнение регрессии будет выглядеть следующим образом

,

т.е. при увеличении количества лет работы оборудования на один год расходы на его содержание возрастают на 1,12 тыс.руб.

Рисунок 8 Поле корреляцииРазмещено на Allb