**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»**

**Факультет программной инженерии и компьютерной техники**

**Индивидуальная домашнее задание №2**

**Вариант 2**

Выполнил:

Брагин Роман Андреевич

Группа P3216

Проверила:

Селина Елена Георгиевна

г. Санкт-Петербург

**ИДЗ 19.1**

В результате эксперимента получены данные, записанные в виде статистического ряда. Требуется:

а) записать значения результатов эксперимента в виде вариационного ряда;

б) найти размах варьирования и разбить ее на 9 интервалов;

в) построить полигон частот, гистограмма относительных частот и рафи эмпирической функции распределения;

г) найти числовые характеристики выборки

д) приняв в качестве нулевой гипотезы : генеральная совокупность, из которой извлечена выборка, имеет нормальное распределение, проверить ее, пользуясь критерием Пирсона при уровне значимости

е) найти доверительные интервалы для математического ожидания и среднего квадратичного отклонения при надежности

Исходные значения

| 16,8 | 17,9 | 21,4 | 14,1 | 19,1 | 18,1 | 18,1 | 18,2 | 20,3 | 16,7 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 19,5 | 18,5 | 22,5 | 18,4 | 16,2 | 18,3 | 18,3 | 21,4 | 14,5 | 16,1 |
| 21,5 | 14,9 | 18,6 | 20,4 | 15,2 | 18,5 | 17,1 | 22,4 | 20,8 | 19,8 |
| 17,2 | 19,7 | 16,3 | 18,7 | 14,4 | 18,8 | 19,5 | 21,6 | 15,3 | 17,3 |
| 22,8 | 17,4 | 22,2 | 16,5 | 21,7 | 15,4 | 21,3 | 21,3 | 20,5 | 16,4 |
| 20,6 | 15,5 | 19,4 | 17,5 | 20,9 | 23,0 | 18,9 | 18,9 | 18,2 | 20,7 |
| 17,9 | 17,9 | 14,2 | 21,2 | 16,1 | 18,4 | 17,5 | 19,3 | 22,7 | 19,6 |
| 22,1 | 17,6 | 16,7 | 20,4 | 18,1 | 18,1 | 16,6 | 18,3 | 15,5 | 17,7 |
| 19,2 | 14,8 | 19,7 | 17,7 | 16,5 | 17,8 | 18,5 | 14,0 | 21,9 | 16,9 |
| 15,8 | 20,8 | 17,1 | 20,1 | 22,6 | 18,9 | 15,6 | 15,6 | 20,2 | 15,1 |

Вариационный ряд

| 14,0 | 14.1 | 14.2 | 14.3 | 14.4 | 14.5 | 14.8 | 14.9 | 15.1 | 15.1 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 15.2 | 15.3 | 15.4 | 15.5 | 15.5 | 15.6 | 15.7 | 15.8 | 15.9 | 16.1 |
| 16.1 | 16.2 | 16.3 | 16.4 | 16.5 | 16.5 | 16.6 | 16.7 | 16.7 | 16.8 |
| 16.9 | 17.1 | 17.1 | 17.2 | 17.3 | 17.4 | 17.5 | 17.5 | 17.6 | 17.7 |
| 17.7 | 17.8 | 17.9 | 17.9 | 18.1 | 18.1 | 18.2 | 18.2 | 18.3 | 18.3 |
| 18.4 | 18.4 | 18.5 | 18.5 | 18.5 | 18.6 | 18.7 | 18.8 | 18.9 | 18.9 |
| 19.1 | 19.1 | 19.2 | 19.3 | 19.4 | 19.5 | 19.5 | 19.6 | 19.7 | 19.7 |
| 19.8 | 20.1 | 20.2 | 20.3 | 20.4 | 20.4 | 20.5 | 20.6 | 20.7 | 20.8 |
| 20.8 | 20.9 | 21.1 | 21.2 | 21.3 | 21.4 | 21.4 | 21.5 | 21.6 | 21.7 |
| 21.8 | 21.9 | 22.1 | 22.2 | 22.4 | 22.5 | 22.6 | 22.7 | 22.8 | 23.0 |

Размах:

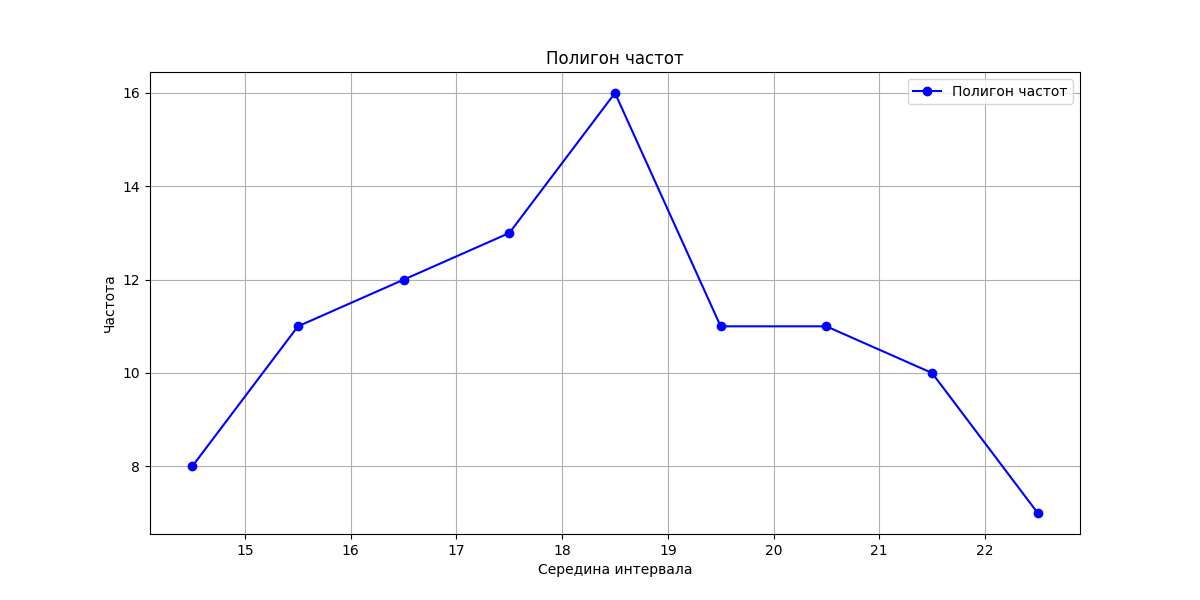
Кол-во интервалов:

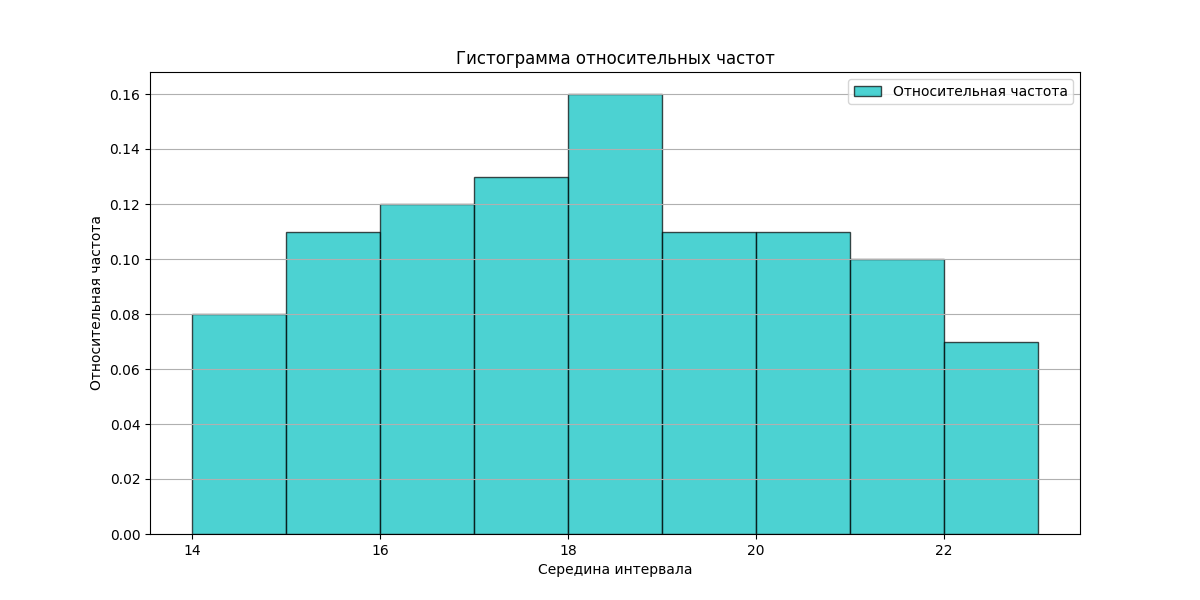
Длина интервала:

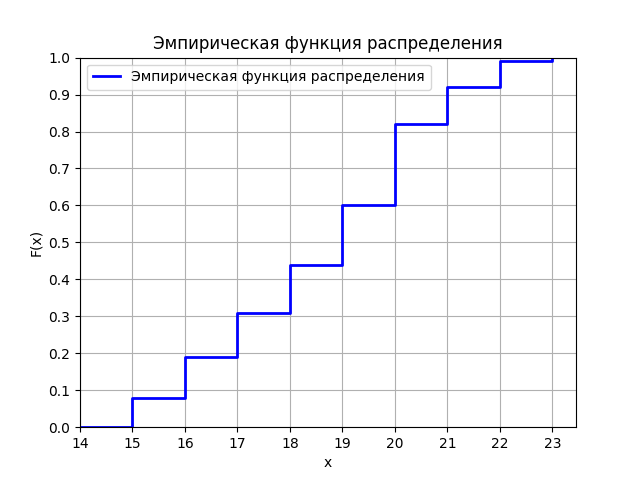
Таблица 1

| Номер интервала | Границы | Середины интервала | Частота | Относительная частота | Плотность Относ. частота |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 14 - 15 | 14,5 | 8 | 0,08 | 0,08 |
| 2 | 15 - 16 | 15,5 | 11 | 0,11 | 0,11 |
| 3 | 16 - 17 | 16,5 | 12 | 0,12 | 0,12 |
| 4 | 17 - 18 | 17,5 | 13 | 0,13 | 0,13 |
| 5 | 18 - 19 | 18,5 | 16 | 0,16 | 0,16 |
| 6 | 19 - 20 | 19,5 | 11 | 0,11 | 0,11 |
| 7 | 20 - 21 | 20,5 | 11 | 0,11 | 0,11 |
| 8 | 21 - 22 | 21,5 | 10 | 0,10 | 0,10 |
| 9 | 22 - 23 | 22,5 | 8 | 0,07 | 0,07 |
|  | - | - | 100 | - | - |

Находим значения эмпирической функции распределения







Среднее выборочное:

Выборочная дисперсия

Выборочное отклонение

|  | Границы | Середины интервала | Частота |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | [14.0, 15.0) | 14,5 | 8 | 116 | 13456 | 107648 |
| 2 | [15.0, 16.0) | 15,5 | 11 | 170,5 | 29070,25 | 319772,75 |
| 3 | [16.0, 17.0) | 16,5 | 12 | 198 | 39204 | 470448 |
| 4 | [17.0, 18.0) | 17,5 | 13 | 227,5 | 51756,25 | 672831,25 |
| 5 | [18.0, 19.0) | 18,5 | 16 | 296 | 87616 | 1401856 |
| 6 | [19.0, 20.0) | 19,5 | 11 | 214,5 | 46010,25 | 506112,75 |
| 7 | [20.0, 21.0) | 20,5 | 11 | 225,5 | 50850,25 | 559352,75 |
| 8 | [21.0, 22.0) | 21,5 | 10 | 215 | 462.25 | 462250 |
| 9 | [22.0, 23.0] | 22,5 | 8 | 180 | 506.25 | 259200 |
|  |  |  | 100 | 1843 | - | 4759471,5 |

| i | Границы интервала | |  |  | Границы интервала () | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1 | 14 | 15 | -4,41 | -3,41 | -1,82 | -1,41 |
| 2 | 15 | 16 | -3,41 | -2,41 | -1,41 | -0,1 |
| 3 | 16 | 17 | -2,41 | -1,41 | -0,99 | -0,58 |
| 4 | 17 | 18 | -1,41 | -0,41 | -0,58 | -0,17 |
| 5 | 18 | 19 | -0,41 | 0,59 | -0,17 | 0,24 |
| 6 | 19 | 20 | 0,59 | 1,59 | 0,25 | 0,65 |
| 7 | 20 | 21 | 1,59 | 2,59 | 0,66 | 1,07 |
| 8 | 21 | 22 | 2,59 | 3,59 | 1,07 | 1,48 |
| 9 | 22 | 23 | 3,59 | 4,59 | 1,48 | 1,89 |

| i | Границы интервала () | |  |  | - |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |
| 1 | -1,82 | -1,41 | -0,4656 | -0,4192 | 0,0464 | 4,64 |
| 2 | -1,41 | -0,1 | -0,4192 | -0,0298 | 0,3894 | 38,94 |
| 3 | -0,99 | -0,58 | -0,3389 | -0,2190 | 0,1199 | 11,99 |
| 4 | -0,58 | -0,17 | -0,2190 | -0,0675 | 0,1515 | 15,15 |
| 5 | -0,17 | 0,24 | -0,0675 | 0,0948 | 0,1623 | 16,23 |
| 6 | 0,25 | 0,65 | 0,0987 | 0,2422 | 0,1435 | 14,35 |
| 7 | 0,66 | 1,07 | 0,2454 | 0,3577 | 0,1123 | 11,23 |
| 8 | 1,07 | 1,48 | 0,3577 | 0,4306 | 0,0729 | 7,29 |
| 9 | 1,48 | 1,89 | 0,4306 | 0,4706 | 0,04 | 4 |
|  | - | - | - | - | 1 | 100 |

- теоретические вероятности

- теоретические частоты

| i |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 8 | 4,64 | 3,36 | 11,2896 | 2,43 | 64 | 13,79 |
| 2 | 11 | 38,94 | -27,94 | 780,6436 | 20,04 | 121 | 3,10 |
| 3 | 12 | 11,99 | 0,01 | 0,0001 | 0,000008 | 144 | 12,01 |
| 4 | 13 | 15,15 | -2,15 | 4,6225 | 0,30 | 169 | 11,15 |
| 5 | 16 | 16,23 | -0,23 | 0,0529 | 0,0032 | 256 | 15,77 |
| 6 | 11 | 14,35 | -3,35 | 11,2225 | 0,7821 | 121 | 8,43 |
| 7 | 11 | 11,23 | -0,23 | 0,0529 | 0,0047 | 121 | 10,77 |
| 8 | 10 | 7,29 | 2,71 | 7,3441 | 1,007 | 100 | 13,71 |
| 9 | 8 | 4 | 4 | 16 | 4 | 64 | 16 |
|  | 100 | 100 | - | - | =4,73 | - | 104,73 |

Контроль:

- наблюдаемое значение критерия Пирсона, для эмпирических частот.

- критическое значение критерия Пирсона, для теоретических частот.

Проверим критерий Пирсона, сравнив эти значения :

для и числу степеней свободы .

И так как , то гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности принимается.

Если СВ X генеральной совокупности распределена нормально, то с надежностью 𝛾 = 0,9 можно утверждать, что математическое ожидание 𝛼 СВ X покрывается доверительным интервалом:

В нашем случае

,

->

Доверительным интервалом для мат. ожидания будет (18,011; 18.80).

Доверительный интервал, покрывающий среднее квадратичное отклонение 𝜎 с заданной надежностью

При 𝛾 = 0,9 и 𝑛 = 100 имеем: 𝑞 = 0,102.

Доверительным интервалом для среднеквадрати. будет (2,17316; 2,66684)

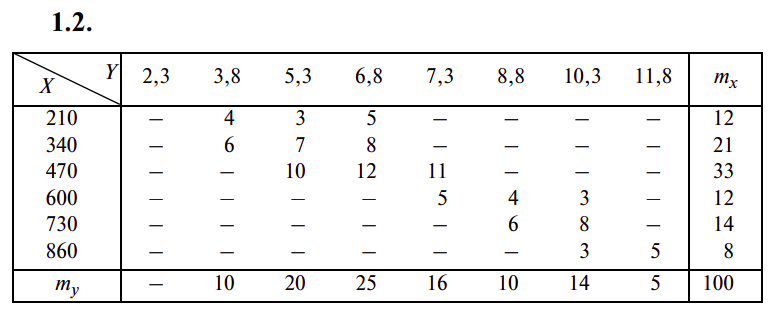
**ИДЗ 19.2**

Дана таблица распределения 100 заводов по производственным средствам Х (тыс. ден. ед.) и по суточной выработке Y(т). Известно, что между Х и Y существует линейная корреляционная зависимость.

Требуется:

а) Найти уравнение прямой регрессии y на x;

б) Построить уравнение эмпирической линии регрессии и случайные точки выборки (X, Y)



Для подсчета числовых характеристик (выборочных средних и 𝑦̅, выборочных средних квадратичных отклонений и и выборочного корреляционного момента ) составляем расчетную таблицу. При заполнении таблицы осуществляем контроль по строкам и столбцам:

Вычислить выборочные средние и

Выборочные дисперсии находим по формулам:

3

|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | x/y | 2,3 | 3,8 | 5,3 | 6,8 | 7,3 | 8,8 | 10,3 | 11,8 |  |  |  |  |  |
| 1 | 210 | – | 4 | 3 | 5 | – | – | – | – | 12 | 2520 | 65,1 | 529200 | 13671 |
| 2 | 340 | – | 6 | 7 | 8 | – | – | – | – | 21 | 7140 | 114,3 | 2427600 | 38862 |
| 3 | 470 | – | – | 10 | 12 | 11 | – | – | – | 33 | 15510 | 214,9 | 7289700 | 101003 |
| 4 | 600 | – | – | – | – | 5 | 4 | 3 | – | 12 | 7200 | 102,6 | 4320000 | 61560 |
| 5 | 730 | – | – | – | – | – | 6 | 8 | – | 14 | 10220 | 135,2 | 7460600 | 98696 |
| 6 | 860 | – | – | – | – | – | – | 3 | 5 | 8 | 6880 | 89,9 | 5916800 | 77314 |
| 7 |  | – | 10 | 20 | 25 | 16 | 10 | 14 | 5 | 100 | 49470 | 722 | 27943900 | 391106 |
| 8 |  | 0 | 38 | 106 | 170 | 116,8 | 88 | 144,2 | 59 | 722 |  |  |  |  |
| 9 |  | 0 | 2880 | 7710 | 9410 | 8170 | 6780 | 10220 | 4300 | 49470 |  |  |  |  |
| 10 |  | 0 | 144,4 | 561,8 | 1156 | 852,64 | 774,4 | 1485,26 | 696,2 | 5670,7 |  |  |  |  |
| 11 |  | 0 | 10944 | 40863 | 63988 | 59641 | 59664 | 105266 | 50740 | 391106 |  |  |  |  |

Корреляционный момент вычисляем по формуле:

Оценкой теоретической линии регрессии является эмпирическая линия регрессии, уравнение которой имеет вид

Подставив получим

