

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ**

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №1**  
**по дисциплине «Статистические методы обработки экспериментальных**  
**данных»**  
**Тема: Формирование и первичная обработка выборки. Ранжированный и**  
**интервальный ряды.**

Студентка гр. 7381

\_\_\_\_\_

Алясова А.Н.

Студент гр. 7381

\_\_\_\_\_

Кортев Ю.В.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Середа В.И.

Санкт-Петербург

2021

## **Цель работы.**

Ознакомление с основными правилами формирования выборки и подготовки выборочных данных к статистическому анализу.

## **Основные теоретические положения.**

Ранжированный ряд – это распределение отдельных единиц совокупности в порядке возрастания или убывания исследуемого признака. Ранжирование позволяет легко разделить количественные данные по группам, сразу обнаружить наименьшее и наибольшее значения признака, выделить значения, которые чаще всего повторяются.

Вариационный ряд – последовательность значений заданной выборки  $x^m = (x_1, \dots, x_m)$ , расположенных в порядке неубывания:

$$x^{(1)} \leq x^{(2)} \leq \dots \leq x^{(m)}$$

Интервальный ряд распределения – это таблица, состоящая из двух столбцов (строк) – интервалов варьирующего признака  $X_i$  и числа единиц совокупности, попадающих в данный интервал (частот -  $f_i$ ), или долей этого числа в общей численности совокупностей (частостей -  $d_i$ ).

Полигоном частот называют ломанную, отрезки которой соединяют точки  $(x_1, n_1), (x_2, n_2), \dots, (x_k, n_k)$ . Для построения полигона частот на оси абсцисс откладывают варианты  $x_i$ , а на оси ординат – соответствующие им частоты  $n_i$ . Точки  $(x_i, n_i)$  соединяют отрезками прямых и получают полигон частот.

Гистограммой частот (частостей) называется ступенчатая фигура, состоящая из прямоугольников с основаниями, равными интервалам значений  $h_i$  и высотами, равными отношению частот (или частостей) к шагу:

$$\frac{m_i}{h_i} \left( \frac{\omega_i}{h_i} = \frac{m_i}{n * h_i} \right)$$

Эмпирической функцией распределения, построенной по выборке  $x^m = (x_1, \dots, x_m)$  объема  $m$ , называется случайная функция  $\hat{F}_m(x)$ , равная

$$\hat{F}_m(x) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m I_{\{x_i \leq x\}}.$$

Значения эмпирической функции распределения принадлежат отрезку  $[0,1]$ .

### Постановка задачи.

Осуществить формирование репрезентативной выборки заданного объема из имеющейся генеральной совокупности экспериментальных данных. Осуществить последовательное преобразование полученной выборки в ранжированный, вариационный и интервальный ряды. Применительно к интервальному ряду построить и отобразить графически полигон, гистограмму и эмпирическую функцию распределения для абсолютных и относительных частот. Полученные результаты содержательно проинтерпретировать.

### Выполнение работы.

Выборка состоит из данных наблюдений относительно объемного веса  $\mu$  ( $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ) при влажности 10% и модуля упругости  $E$  ( $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ ) при сжатии вдоль волокон древесины резонансной ели.

Формирование репрезентативной выборки заданного объема из имеющейся генеральной совокупности экспериментальных данных представлены в таблице 1-2. Объём выборки: 117.

Таблица 1

| № | $\mu$ | $E$   | №  | $\mu$ | $E$   | №  | $\mu$ | $E$   | №  | $\mu$ | $E$   | №   | $\mu$ | $E$   |
|---|-------|-------|----|-------|-------|----|-------|-------|----|-------|-------|-----|-------|-------|
| 1 | 480   | 153.3 | 25 | 408   | 110.0 | 49 | 405   | 103.6 | 73 | 465   | 127.7 | 97  | 487   | 146.0 |
| 2 | 510   | 129.4 | 26 | 331   | 74.1  | 50 | 434   | 140.4 | 74 | 390   | 108.1 | 98  | 532   | 158.7 |
| 3 | 426   | 119.0 | 27 | 467   | 113.0 | 51 | 344   | 86.8  | 75 | 463   | 129.2 | 99  | 330   | 71.1  |
| 4 | 482   | 139.9 | 28 | 545   | 145.3 | 52 | 415   | 119.7 | 76 | 468   | 128.9 | 100 | 438   | 134.1 |
| 5 | 393   | 103.2 | 29 | 396   | 83.8  | 53 | 463   | 136.7 | 77 | 488   | 134.1 | 101 | 593   | 187.4 |
| 6 | 510   | 162.3 | 30 | 351   | 102.9 | 54 | 475   | 143.6 | 78 | 443   | 137.4 | 102 | 445   | 124.7 |

Продолжение таблицы 1

|    |     |       |    |     |       |    |     |       |    |     |       |     |     |       |
|----|-----|-------|----|-----|-------|----|-----|-------|----|-----|-------|-----|-----|-------|
| 7  | 403 | 123.9 | 31 | 503 | 148.5 | 55 | 463 | 144.9 | 79 | 505 | 155.8 | 103 | 518 | 154.0 |
| 8  | 506 | 158.4 | 32 | 402 | 120.8 | 56 | 392 | 82.7  | 80 | 395 | 109.1 | 104 | 496 | 141.7 |
| 9  | 393 | 122.8 | 33 | 542 | 146.1 | 57 | 452 | 140.5 | 81 | 474 | 132.5 | 105 | 473 | 136.4 |
| 10 | 442 | 115.4 | 34 | 437 | 124.3 | 58 | 504 | 143.8 | 82 | 490 | 139.9 | 106 | 522 | 154.5 |
| 11 | 411 | 112.9 | 35 | 453 | 119.5 | 59 | 443 | 122.9 | 83 | 396 | 90.1  | 107 | 547 | 154.7 |
| 12 | 514 | 153.6 | 36 | 386 | 105.8 | 60 | 461 | 138.6 | 84 | 362 | 97.9  | 108 | 560 | 169.8 |
| 13 | 525 | 156.5 | 37 | 434 | 122.3 | 61 | 340 | 85.1  | 85 | 566 | 175.7 | 109 | 412 | 127.8 |
| 14 | 543 | 155.4 | 38 | 418 | 118.4 | 62 | 438 | 134.9 | 86 | 418 | 109.3 | 110 | 444 | 130.0 |
| 15 | 412 | 116.3 | 39 | 391 | 107.5 | 63 | 523 | 148.7 | 87 | 502 | 132.5 | 111 | 437 | 121.8 |
| 16 | 449 | 124.5 | 40 | 399 | 100.0 | 64 | 416 | 120.5 | 88 | 500 | 155.5 | 112 | 462 | 138.8 |
| 17 | 482 | 136.4 | 41 | 486 | 139.4 | 65 | 483 | 143.4 | 89 | 359 | 71.9  | 113 | 438 | 122.2 |
| 18 | 569 | 157.4 | 42 | 421 | 124.2 | 66 | 440 | 128.5 | 90 | 443 | 135.7 | 114 | 406 | 110.1 |
| 19 | 484 | 147.5 | 43 | 496 | 143.1 | 67 | 423 | 131.1 | 91 | 421 | 118.0 | 115 | 413 | 106.7 |
| 20 | 472 | 134.2 | 44 | 463 | 121.2 | 68 | 386 | 95.5  | 92 | 433 | 128.2 | 116 | 458 | 121.7 |
| 21 | 453 | 124.2 | 45 | 508 | 159.0 | 69 | 321 | 86.1  | 93 | 514 | 174.6 | 117 | 408 | 117.0 |
| 22 | 422 | 117.9 | 46 | 419 | 105.3 | 70 | 433 | 131.5 | 94 | 320 | 72.6  |     |     |       |
| 23 | 320 | 64.5  | 47 | 434 | 108.7 | 71 | 351 | 89.0  | 95 | 406 | 113.8 |     |     |       |
| 24 | 547 | 164.4 | 48 | 440 | 126.7 | 72 | 481 | 148.3 | 96 | 465 | 140.9 |     |     |       |

Таблица 2

| $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 1   | 480   | 18  | 569   | 35  | 453   | 52  | 415   | 69  | 321   | 86  | 418   | 103 | 518   |
| 2   | 510   | 19  | 484   | 36  | 386   | 53  | 463   | 70  | 433   | 87  | 502   | 104 | 496   |
| 3   | 426   | 20  | 472   | 37  | 434   | 54  | 475   | 71  | 351   | 88  | 500   | 105 | 473   |
| 4   | 482   | 21  | 453   | 38  | 418   | 55  | 463   | 72  | 481   | 89  | 359   | 106 | 522   |
| 5   | 393   | 22  | 422   | 39  | 391   | 56  | 392   | 73  | 465   | 90  | 443   | 107 | 547   |
| 6   | 510   | 23  | 320   | 40  | 399   | 57  | 452   | 74  | 390   | 91  | 421   | 108 | 560   |
| 7   | 403   | 24  | 547   | 41  | 486   | 58  | 504   | 75  | 463   | 92  | 433   | 109 | 412   |
| 8   | 506   | 25  | 408   | 42  | 421   | 59  | 443   | 76  | 468   | 93  | 514   | 110 | 444   |
| 9   | 393   | 26  | 331   | 43  | 496   | 60  | 461   | 77  | 488   | 94  | 320   | 111 | 437   |
| 10  | 442   | 27  | 467   | 44  | 563   | 61  | 340   | 78  | 443   | 95  | 406   | 112 | 462   |
| 11  | 411   | 28  | 545   | 45  | 508   | 62  | 438   | 79  | 505   | 96  | 465   | 113 | 438   |
| 12  | 514   | 29  | 396   | 46  | 419   | 63  | 523   | 80  | 395   | 97  | 487   | 114 | 406   |
| 13  | 525   | 30  | 351   | 47  | 434   | 64  | 416   | 81  | 474   | 98  | 532   | 115 | 413   |

Продолжение таблицы 2

|    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |     |     |
|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 14 | 543 | 31 | 503 | 48 | 440 | 65 | 483 | 82 | 490 | 99  | 330 | 116 | 458 |
| 15 | 412 | 32 | 402 | 49 | 405 | 66 | 440 | 83 | 396 | 100 | 438 | 117 | 408 |
| 16 | 449 | 33 | 542 | 50 | 434 | 67 | 423 | 84 | 362 | 101 | 593 |     |     |
| 17 | 482 | 34 | 437 | 51 | 344 | 68 | 386 | 85 | 566 | 102 | 445 |     |     |

Преобразование полученной выборки в ранжированный ряд представлено в таблице 3.

Таблица 3

| $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ | $i$ | $x_i$ |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 1   | 320   | 18  | 393   | 35  | 415   | 52  | 438   | 69  | 463   | 86  | 484   | 103 | 514   |
| 2   | 320   | 19  | 395   | 36  | 416   | 53  | 438   | 70  | 463   | 87  | 486   | 104 | 518   |
| 3   | 321   | 20  | 396   | 37  | 418   | 54  | 440   | 71  | 463   | 88  | 487   | 105 | 522   |
| 4   | 330   | 21  | 396   | 38  | 418   | 55  | 440   | 72  | 463   | 89  | 488   | 106 | 523   |
| 5   | 331   | 22  | 399   | 39  | 419   | 56  | 442   | 73  | 465   | 90  | 490   | 107 | 525   |
| 6   | 340   | 23  | 402   | 40  | 421   | 57  | 443   | 74  | 465   | 91  | 496   | 108 | 532   |
| 7   | 344   | 24  | 403   | 41  | 421   | 58  | 443   | 75  | 467   | 92  | 496   | 109 | 542   |
| 8   | 351   | 25  | 405   | 42  | 422   | 59  | 443   | 76  | 468   | 93  | 500   | 110 | 543   |
| 9   | 351   | 26  | 406   | 43  | 423   | 60  | 444   | 77  | 472   | 94  | 502   | 111 | 545   |
| 10  | 359   | 27  | 406   | 44  | 426   | 61  | 445   | 78  | 473   | 95  | 503   | 112 | 547   |
| 11  | 362   | 28  | 408   | 45  | 433   | 62  | 449   | 79  | 474   | 96  | 504   | 113 | 547   |
| 12  | 386   | 29  | 408   | 46  | 433   | 63  | 452   | 80  | 475   | 97  | 505   | 114 | 560   |
| 13  | 386   | 30  | 411   | 47  | 434   | 64  | 453   | 81  | 480   | 98  | 506   | 115 | 566   |
| 14  | 390   | 31  | 412   | 48  | 434   | 65  | 453   | 82  | 481   | 99  | 508   | 116 | 569   |
| 15  | 391   | 32  | 412   | 49  | 434   | 66  | 458   | 83  | 482   | 100 | 510   | 117 | 593   |
| 16  | 392   | 33  | 413   | 50  | 437   | 67  | 461   | 84  | 482   | 101 | 510   |     |       |
| 17  | 393   | 34  | 415   | 51  | 437   | 68  | 462   | 85  | 483   | 102 | 514   |     |       |

Из табл.3 можно увидеть, что наименьшее значение в выборке  $x_{min} = 320$ , а наибольшее значение  $x_{max} = 593$ .

Преобразование полученной выборки в вариационный ряд с абсолютными частотами представлено в таблице 4.

Таблица 4

| $i$ | $x_i$ | $p_i$ | $i$ | $x_i$ | $p_i$ | $i$ | $x_i$ | $p_i$ | $i$ | $x_i$ | $p_i$ | $i$ | $x_i$ | $p_i$ |
|-----|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|-------|
| 1   | 320   | 2     | 19  | 403   | 1     | 37  | 438   | 3     | 55  | 474   | 1     | 73  | 508   | 1     |
| 2   | 321   | 1     | 20  | 405   | 1     | 38  | 440   | 2     | 56  | 475   | 1     | 74  | 510   | 2     |
| 3   | 330   | 1     | 21  | 406   | 2     | 39  | 442   | 1     | 57  | 480   | 1     | 75  | 514   | 2     |
| 4   | 331   | 1     | 22  | 408   | 2     | 40  | 443   | 3     | 58  | 481   | 1     | 76  | 518   | 1     |
| 5   | 340   | 1     | 23  | 411   | 1     | 41  | 444   | 1     | 59  | 482   | 2     | 77  | 522   | 1     |
| 6   | 344   | 1     | 24  | 412   | 2     | 42  | 445   | 1     | 60  | 483   | 1     | 78  | 523   | 1     |
| 7   | 351   | 2     | 25  | 413   | 1     | 43  | 449   | 1     | 61  | 484   | 1     | 79  | 525   | 1     |
| 8   | 359   | 1     | 26  | 415   | 1     | 44  | 452   | 1     | 62  | 486   | 1     | 80  | 532   | 1     |
| 9   | 362   | 1     | 27  | 416   | 1     | 45  | 453   | 2     | 63  | 487.  | 1     | 81  | 542   | 1     |
| 10  | 386   | 2     | 28  | 418   | 2     | 46  | 458   | 1     | 64  | 488   | 1     | 82  | 543   | 1     |
| 11  | 390   | 1     | 29  | 419   | 1     | 47  | 461   | 1     | 65  | 490   | 1     | 83  | 545   | 1     |
| 12  | 391   | 1     | 30  | 421   | 2     | 48  | 462   | 1     | 66  | 496   | 2     | 84  | 547   | 2     |
| 13  | 392   | 1     | 31  | 422   | 1     | 49  | 463   | 4     | 67  | 500   | 1     | 85  | 560   | 1     |
| 14  | 393   | 2     | 32  | 423   | 1     | 50  | 465   | 2     | 68  | 502   | 1     | 86  | 566   | 1     |
| 15  | 395   | 1     | 33  | 426   | 1     | 51  | 467   | 1     | 69  | 503   | 1     | 87  | 569   | 1     |
| 16  | 396   | 2     | 34  | 433   | 2     | 52  | 468   | 1     | 70  | 504   | 1     | 88  | 593   | 1     |
| 17  | 399   | 1     | 35  | 434   | 3     | 53  | 472   | 1     | 71  | 505   | 1     |     |       |       |
| 18  | 402   | 1     | 36  | 437   | 2     | 54  | 473   | 1     | 72  | 506   | 1     |     |       |       |

Преобразование полученной выборки в вариационный ряд с относительными частотами представлено в таблице 5.

Таблица 5

| $i$ | $x_i$ | $p_i$   | $i$ | $x_i$ | $p_i$   | $i$ | $x_i$ | $p_i$   | $i$ | $x_i$ | $p_i$   | $i$ | $x_i$ | $p_i$   |
|-----|-------|---------|-----|-------|---------|-----|-------|---------|-----|-------|---------|-----|-------|---------|
| 1   | 320   | 0.01709 | 19  | 403   | 0.00855 | 37  | 438   | 0.02564 | 55  | 474   | 0.00855 | 73  | 508   | 0.00855 |
| 2   | 321   | 0.00855 | 20  | 405   | 0.00855 | 38  | 440   | 0.01709 | 56  | 475   | 0.00855 | 74  | 510   | 0.01709 |
| 3   | 330   | 0.00855 | 21  | 406   | 0.01709 | 39  | 442   | 0.00855 | 57  | 480   | 0.00855 | 75  | 514   | 0.01709 |
| 4   | 331   | 0.00855 | 22  | 408   | 0.01709 | 40  | 443   | 0.02564 | 58  | 481   | 0.00855 | 76  | 518   | 0.00855 |
| 5   | 340   | 0.00855 | 23  | 411   | 0.00855 | 41  | 444   | 0.00855 | 59  | 482   | 0.01709 | 77  | 522   | 0.00855 |
| 6   | 344   | 0.00855 | 24  | 412   | 0.01709 | 42  | 445   | 0.00855 | 60  | 483   | 0.00855 | 78  | 523   | 0.00855 |
| 7   | 351   | 0.01709 | 25  | 413   | 0.00855 | 43  | 449   | 0.00855 | 61  | 484   | 0.00855 | 79  | 525   | 0.00855 |
| 8   | 359   | 0.00855 | 26  | 415   | 0.00855 | 44  | 452   | 0.00855 | 62  | 486   | 0.00855 | 80  | 532   | 0.00855 |
| 9   | 362   | 0.00855 | 27  | 416   | 0.00855 | 45  | 453   | 0.01709 | 63  | 487.  | 0.00855 | 81  | 542   | 0.00855 |

Продолжение таблицы 5

|    |     |         |    |     |         |    |     |         |    |     |         |    |     |         |
|----|-----|---------|----|-----|---------|----|-----|---------|----|-----|---------|----|-----|---------|
| 10 | 386 | 0.01709 | 28 | 418 | 0.01709 | 46 | 458 | 0.00855 | 64 | 488 | 0.00855 | 82 | 543 | 0.00855 |
| 11 | 390 | 0.00855 | 29 | 419 | 0.00855 | 47 | 461 | 0.00855 | 65 | 490 | 0.00855 | 83 | 545 | 0.00855 |
| 12 | 391 | 0.00855 | 30 | 421 | 0.01709 | 48 | 462 | 0.00855 | 66 | 496 | 0.01709 | 84 | 547 | 0.01709 |
| 13 | 392 | 0.00855 | 31 | 422 | 0.00855 | 49 | 463 | 0.03419 | 67 | 500 | 0.00855 | 85 | 560 | 0.00855 |
| 14 | 393 | 0.01709 | 32 | 423 | 0.00855 | 50 | 465 | 0.01709 | 68 | 502 | 0.00855 | 86 | 566 | 0.00855 |
| 15 | 395 | 0.00855 | 33 | 426 | 0.00855 | 51 | 467 | 0.00855 | 69 | 503 | 0.00855 | 87 | 569 | 0.00855 |
| 16 | 396 | 0.01709 | 34 | 433 | 0.01709 | 52 | 468 | 0.00855 | 70 | 504 | 0.00855 | 88 | 593 | 0.00855 |
| 17 | 399 | 0.00855 | 35 | 434 | 0.02564 | 53 | 472 | 0.00855 | 71 | 505 | 0.00855 |    |     |         |
| 18 | 402 | 0.00855 | 36 | 437 | 0.01709 | 54 | 473 | 0.00855 | 72 | 506 | 0.00855 |    |     |         |

Для определения количества интервалов используем формулу Стерджесса:

$$k = 1. + 3.322 * \log(n),$$

где  $n$  – объем выборки.

Используя в качестве  $n = 117$ , получаем, что  $k = 8$ .

Чтобы определить шаг, с которым формировать интервалы, использована формула:

$$h = \frac{x_{max} - x_{min}}{k}.$$

Соответственно, для  $x_{min} = 320$ ,  $x_{max} = 593$  и  $k = 8$  получаем, что  $h \approx 34$ .

Полученный интервальный ряд приведен в табл. 6.

Таблица 6

| Интервал   | Абсолютная частота | Относительная частота |
|------------|--------------------|-----------------------|
| [320, 354) | 9                  | 0.07692               |
| [354,388)  | 4                  | 0.03419               |
| [388,422)  | 27                 | 0.23077               |
| [422,456)  | 25                 | 0.21368               |
| [456,490)  | 24                 | 0.20513               |
| [490,524)  | 17                 | 0.14530               |
| [524,558)  | 7                  | 0.05983               |
| [558,592)  | 3                  | 0.02564               |
| [592,593]  | 1                  | 0.00855               |

В сумме абсолютные частоты дают 117, что соответствует объему выборки, а относительные частоты суммируются к единице.

Полигон, построенный применительно к интервальному ряду для абсолютных частот представлен на рис. 1.

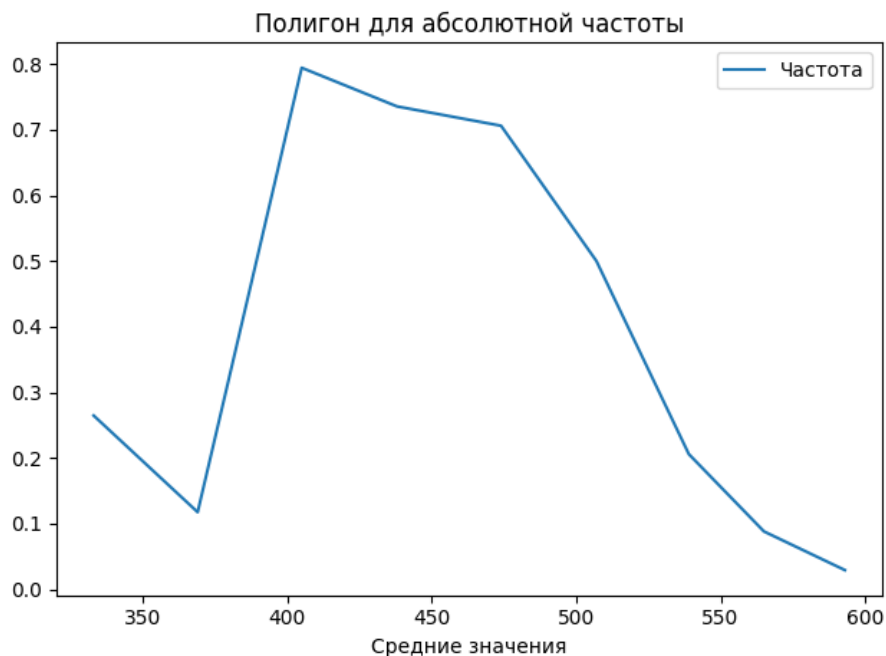


Рисунок 1 – Полигон для абсолютной частоты

Полигон, построенный применительно к интервальному ряду для относительных частот представлен на рис. 2.

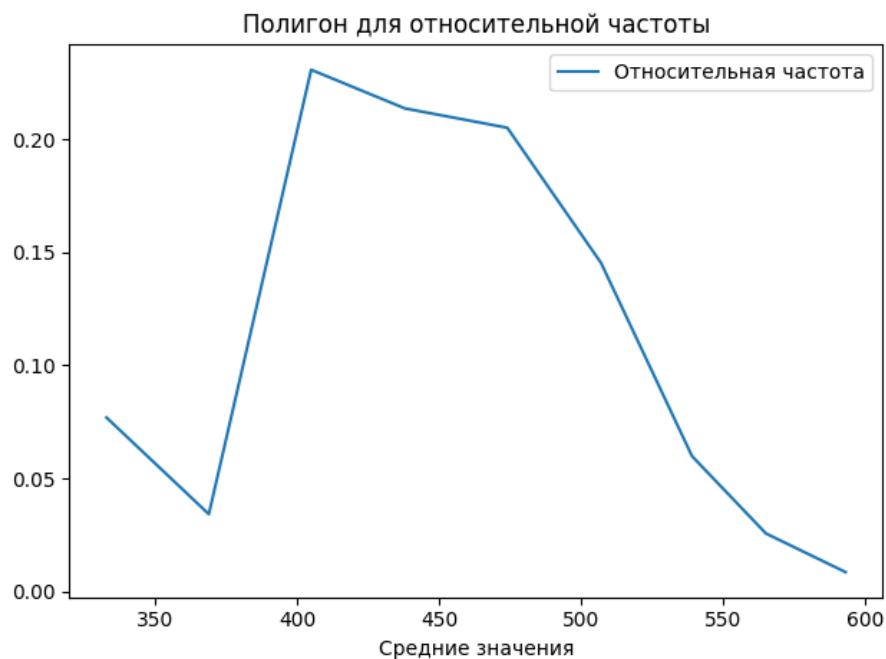


Рисунок 2 – Полигон для относительной частоты



Гистограмма, построенная применительно к интервальному ряду для абсолютных частот представлен на рис. 3.



Рисунок 3 – Гистограмма для абсолютной частоты

Гистограмма, построенная применительно к интервальному ряду для относительных частот представлен на рис. 4.



Рисунок 4 – Гистограмма для относительной частоты

Эмпирическая функция распределения, построенная применительно к интервальному ряду для относительных частот представлен на рис. 5.

Функция распределения:

$$F(333) = 0.0769$$

$$F(369) = 0.1111$$

$$F(405) = 0.3419$$

$$F(438) = 0.5556$$

$$F(474) = 0.7607$$

$$F(507) = 0.9060$$

$$F(539) = 0.9658$$

$$F(565) = 0.9915$$

$$F(593) = 1$$

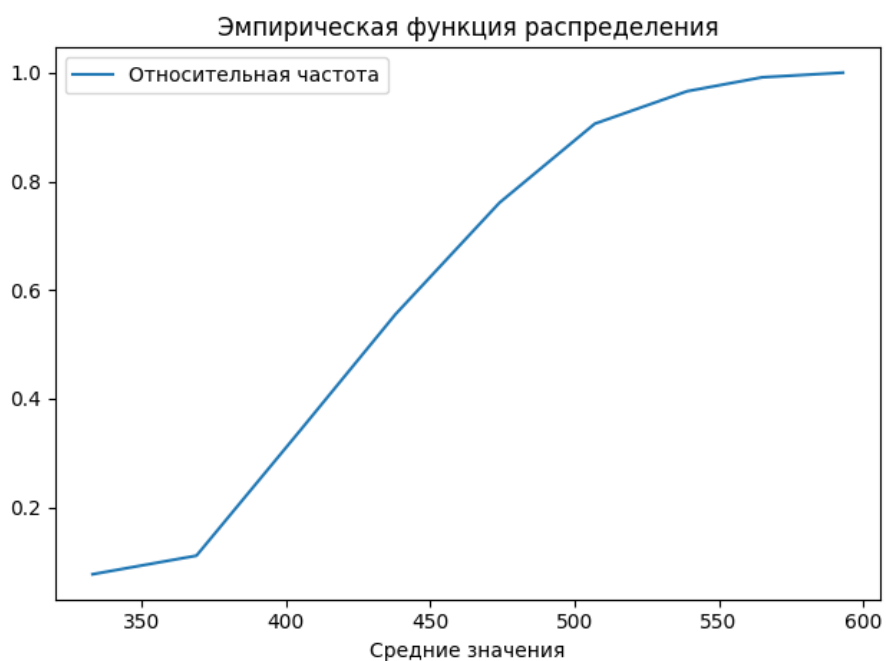


Рисунок 5 – График эмпирической функции распределения

### **Выводы.**

В ходе данной лабораторной работы была сформирована выборка данных и осуществлена её подготовка к статическому анализу.

Выборка приведена к ранжированному, вариационному и интервальному видам. Используя полученный интервальный ряд построен полигон, гистограмма и эмпирическая функция распределения для абсолютных и относительных частот.

В результате выполнения работы были получены результаты, описанные ниже.

Из полученного ранжированного ряда сразу видны минимальное и максимальное значение выборки. В данном случае были получены значения  $x_{min} = 320$ ,  $x_{max} = 593$ .

По полученному вариационному ряду виден наиболее частотный элемент выборки  $x_{49} = 463$  с частотой  $p_{49} = 4$ .

По сформированному интервальному ряду можно увидеть, что большинство значений выборки сконцентрированы в интервале  $[388, 422)$ . Более наглядно это представляют построенные гистограммы и полигоны частот. При этом их форма не зависит от того, какие частоты используются – абсолютные или относительные.

По полученным результатам можно сделать предположение о том, что выборка была сделана из нормального распределения, на это указывает форма полученных гистограмм и полигонов частот.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ИСХОДНЫЙ КОД

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

df = pd.read_csv('sample.csv', header=None).iloc[:, 0]

ranked_series = df.sort_values()

ranked_series.to_csv('Ранжированный_ряд.csv', index=0, header=None)

variation_series = ranked_series.apply(lambda x: sum(ranked_series == x))
relative_var_series = variation_series.apply(lambda x: x / len(df))

variation_df = pd.DataFrame({'Значение': ranked_series, 'Частота': variation_series,
                             'Относительная частота': relative_var_series}).drop_duplicates()
variation_df.to_csv('Вариационный_ряд.csv', index=0, header=None)

k = 1.33 + 3.31 * np.log10(len(df))
k = int(k)
print(k)
h = (max(ranked_series) - min(ranked_series)) / k
h = int(h)
print(h)

means = []
nums = []
relative_nums = []
distrib_nums = []
for i in range(min(ranked_series), max(ranked_series), h):
```

```

    cond = (i <= variation_df['Значение']) & (variation_df['Значение'] <
i+h) if i+h < max(ranked_series) else (i <= variation_df['Значение']) &
(vvariation_df['Значение'] <= i+h)
    means.append(int(variation_df['Значение'][cond].mean()))
    nums.append(variation_df['Частота'][cond].sum())
    relative_nums.append(variation_df['Относительная частота'][cond].sum())
    distrib_nums.append(variation_df['Относительная частота'][variation_df['Значение'] < i+h].sum())

inter_df = pd.DataFrame({'Средние значения': means, 'Частота': nums},
dtype=np.int64)
inter_df.to_csv('Интервальный_Ряд.csv', index=0, header=None)
inter_df['Частота'] = inter_df['Частота'] / h

relative_inter_df = pd.DataFrame({'Средние значения': means,
'Относительная частота': relative_nums}, dtype=np.int64)
relative_inter_df.to_csv('Интервальный_ряд_относительные_частоты.csv',
index=0, header=None)

distrib_df = pd.DataFrame({'Средние значения': means, 'Относительная частота': distrib_nums}, dtype=np.int64)
distrib_df.to_csv('Функция_распределения.csv', index=0, header=None)

fig = inter_df.plot(x='Средние значения', y='Частота', title='Полигон для абсолютной частоты')
plt.show()

fig = inter_df.plot(x='Средние значения', y='Частота', kind='bar', title='Гистограмма для абсолютной частоты')
plt.show()

fig = relative_inter_df.plot(x='Средние значения', y='Относительная частота', title='Полигон для относительной частоты')

```

```
plt.show()
```

```
fig = relative_inter_df.plot(x='Средние значения', y='Относительная ча-  
стота', kind='bar', title='Гистограмма для относительной частоты')  
plt.show()
```

```
fig = distrib_df.plot(x='Средние значения', y='Относительная частота',  
title='Эмпирическая функция распределения')  
plt.show()
```