Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

**Институт информационных технологий и автоматизации**

|  |  |
| --- | --- |
| Кафедра: | Интеллектуальных систем и защиты информации |
| Направление подготовки: | 10.03.01 Информационная безопасность |
| Профиль подготовки: | Информационная безопасность в коммерческих структурах |

**ОТЧЕТ**

о выполнении лабораторной работы

по дисциплине: «Теория вероятности и математическая статистика»

|  |  |
| --- | --- |
| Преподаватель: | Рябова О.Н. |
| Обучающийся: |  |
| Курс: | 2 Учебная группа: 2-МДА-9 |

Санкт-Петербург

**2021**

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Математическая статистика изучает массовые явления и процессы, ставя целью получение выводов по данным наблюдений за ними. В результате появляются утверждения об общих характеристиках таких явлений в предположении постоянства начальных условий явления. Поскольку число наблюдений конечно, их результаты можно записать в таблицу аналогично дискретной случайной величине, только в нижней строке не вероятности, а частоты тех или иных значений, а чаще – диапазонов. При этом при анализе такой таблицы нередко возникает предположение, что данная величина распределена по одному из известных непрерывных законов чаще всего – нормальному (гауссовскому).

Получены статистические данные (N=100) зависимости результатов измерения роста взрослого мужчины(Х) и длины его стопы(Y) (см. табл.1).

**Т а б л и ц а 1. Выборочные данные X и Y**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **X** | **168** | **158** | **173** | **165** | **164** | **161** | **150** | **155** | **153** | **182** |
| **Y** | **85** | **91** | **80** | **89** | **86** | **88** | **93** | **92** | **83** | **88** |
| **X** | **165** | **184** | **169** | **170** | **185** | **165** | **155** | **164** | **174** | **145** |
| **Y** | **97** | **87** | **87** | **86** | **95** | **93** | **96** | **93** | **94** | **87** |
| **X** | **166** | **181** | **151** | **158** | **170** | **184** | **153** | **158** | **151** | **164** |
| **Y** | **90** | **99** | **97** | **86** | **96** | **85** | **83** | **83** | **93** | **97** |
| **X** | **170** | **168** | **151** | **163** | **156** | **170** | **184** | **164** | **164** | **164** |
| **Y** | **92** | **81** | **98** | **97** | **93** | **85** | **99** | **87** | **87** | **94** |
| **X** | **147** | **171** | **165** | **165** | **156** | **164** | **181** | **181** | **181** | **168** |
| **Y** | **80** | **89** | **83** | **97** | **86** | **88** | **97** | **86** | **80** | **92** |
| **X** | **155** | **165** | **157** | **170** | **157** | **184** | **170** | **183** | **171** | **184** |
| **Y** | **99** | **88** | **82** | **92** | **93** | **98** | **85** | **80** | **84** | **80** |
| **X** | **184** | **150** | **189** | **155** | **147** | **163** | **183** | **158** | **185** | **178** |
| **Y** | **95** | **88** | **82** | **92** | **82** | **99** | **82** | **84** | **95** | **91** |
| **X** | **145** | **148** | **163** | **158** | **157** | **162** | **164** | **174** | **150** | **164** |
| **Y** | **94** | **85** | **88** | **91** | **86** | **94** | **84** | **98** | **81** | **80** |
| **X** | **164** | **155** | **156** | **182** | **150** | **178** | **168** | **156** | **163** | **163** |
| **Y** | **86** | **88** | **98** | **98** | **81** | **85** | **82** | **87** | **87** | **87** |
| **X** | **164** | **167** | **149** | **165** | **151** | **155** | **153** | **162** | **155** | **151** |
| **Y** | **82** | **99** | **96** | **84** | **99** | **92** | **87** | **86** | **85** | **91** |
| **X** | **148** | **170** | **156** | **155** | **184** | **162** | **185** | **170** | **183** | **164** |
| **Y** | **97** | **83** | **87** | **94** | **93** | **92** | **82** | **86** | **80** | **87** |
| **X** | **168** | **147** | **164** | **170** | **185** | **181** | **156** | **156** | **169** | **168** |
| **Y** | **99** | **97** | **92** | **85** | **84** | **84** | **85** | **85** | **82** | **92** |
| **X** | **151** | **170** | **158** | **168** | **148** | **172** | **184** | **149** | **170** | **171** |
| **Y** | **80** | **83** | **80** | **93** | **93** | **84** | **92** | **99** | **88** | **93** |
| **X** | **147** | **167** | **162** | **153** | **182** | **169** | **150** | **163** | **153** | **164** |
| **Y** | **93** | **98** | **81** | **95** | **82** | **91** | **96** | **88** | **88** | **88** |
| **X** | **160** | **160** | **150** | **173** | **160** | **174** | **161** | **150** | **183** | **168** |
| **Y** | **86** | **94** | **97** | **98** | **94** | **90** | **93** | **97** | **83** | **90** |
| **X** | **181** | **173** | **156** | **181** | **170** | **170** | **157** | **181** | **181** | **153** |
| **Y** | **92** | **91** | **80** | **96** | **97** | **90** | **81** | **85** | **93** | **97** |
| **X** | **176** | **164** | **156** | **165** | **156** | **184** | **170** | **166** | **182** | **156** |
| **Y** | **87** | **86** | **88** | **87** | **89** | **81** | **91** | **94** | **88** | **80** |
| **X** | **149** | **181** | **170** | **170** | **169** | **150** | **176** | **158** | **185** | **145** |
| **Y** | **99** | **81** | **98** | **80** | **94** | **91** | **96** | **94** | **93** | **92** |
| **X** | **161** | **184** | **165** | **164** | **157** | **166** | **158** | **176** | **165** | **183** |
| **Y** | **91** | **88** | **89** | **94** | **84** | **84** | **88** | **97** | **96** | **90** |
| **X** | **150** | **171** | **178** | **185** | **157** | **182** | **171** | **164** | **161** | **181** |
| **Y** | **98** | **84** | **90** | **83** | **92** | **98** | **80** | **98** | **92** | **99** |

Составим ранжированный (по увеличению Х) ряд для случайных

величин Х.

**Т а б л и ц а 2. Ранжированный ряд для величины X (по увеличению Х)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **X** | **145** | **145** | **145** | **147** | **147** | **147** | **147** | **148** | **148** | **148** |
| **Y** | **87** | **94** | **92** | **80** | **82** | **97** | **93** | **85** | **97** | **93** |
| **X** | **149** | **149** | **149** | **150** | **150** | **150** | **150** | **150** | **150** | **150** |
| **Y** | **96** | **99** | **99** | **93** | **88** | **81** | **81** | **96** | **97** | **97** |
| **X** | **150** | **150** | **151** | **151** | **151** | **151** | **151** | **151** | **153** | **153** |
| **Y** | **91** | **98** | **97** | **93** | **98** | **99** | **91** | **80** | **83** | **83** |
| **X** | **153** | **153** | **153** | **153** | **155** | **155** | **155** | **155** | **155** | **155** |
| **Y** | **87** | **95** | **88** | **97** | **92** | **96** | **99** | **92** | **88** | **92** |
| **X** | **155** | **155** | **156** | **156** | **156** | **156** | **156** | **156** | **156** | **156** |
| **Y** | **85** | **94** | **93** | **86** | **98** | **87** | **87** | **85** | **85** | **80** |
| **X** | **156** | **156** | **156** | **157** | **157** | **157** | **157** | **157** | **157** | **158** |
| **Y** | **88** | **89** | **80** | **82** | **93** | **86** | **81** | **84** | **92** | **91** |
| **X** | **158** | **158** | **158** | **158** | **158** | **158** | **158** | **160** | **160** | **160** |
| **Y** | **86** | **83** | **84** | **91** | **80** | **94** | **88** | **86** | **94** | **94** |
| **X** | **161** | **161** | **161** | **161** | **162** | **162** | **162** | **162** | **163** | **163** |
| **Y** | **88** | **93** | **91** | **92** | **94** | **86** | **92** | **81** | **97** | **99** |
| **X** | **163** | **163** | **163** | **163** | **164** | **164** | **164** | **164** | **164** | **164** |
| **Y** | **88** | **87** | **87** | **88** | **86** | **93** | **97** | **87** | **87** | **94** |
| **X** | **164** | **164** | **164** | **164** | **164** | **164** | **164** | **164** | **164** | **164** |
| **Y** | **88** | **84** | **80** | **86** | **82** | **87** | **92** | **88** | **86** | **94** |
| **X** | **164** | **165** | **165** | **165** | **165** | **165** | **165** | **165** | **165** | **165** |
| **Y** | **98** | **89** | **97** | **93** | **83** | **97** | **88** | **84** | **87** | **89** |
| **X** | **165** | **166** | **166** | **166** | **167** | **167** | **168** | **168** | **168** | **168** |
| **Y** | **96** | **90** | **94** | **84** | **99** | **98** | **85** | **81** | **92** | **82** |
| **X** | **168** | **168** | **168** | **168** | **169** | **169** | **169** | **169** | **170** | **170** |
| **Y** | **99** | **92** | **93** | **90** | **87** | **82** | **91** | **94** | **86** | **96** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **X** | **170** | **170** | **170** | **170** | **170** | **170** | **170** | **170** | **170** | **170** |
| **Y** | **92** | **85** | **92** | **85** | **83** | **86** | **85** | **83** | **88** | **97** |
| **X** | **170** | **170** | **170** | **170** | **171** | **171** | **171** | **171** | **171** | **172** |
| **Y** | **90** | **91** | **98** | **80** | **89** | **84** | **93** | **84** | **80** | **84** |
| **X** | **173** | **173** | **173** | **174** | **174** | **174** | **176** | **176** | **176** | **178** |
| **Y** | **80** | **98** | **91** | **94** | **98** | **90** | **87** | **96** | **97** | **91** |
| **X** | **178** | **178** | **181** | **181** | **181** | **181** | **181** | **181** | **181** | **181** |
| **Y** | **85** | **90** | **99** | **97** | **86** | **80** | **84** | **92** | **96** | **85** |
| **X** | **181** | **181** | **181** | **182** | **182** | **182** | **182** | **182** | **183** | **183** |
| **Y** | **93** | **81** | **99** | **88** | **98** | **82** | **88** | **98** | **80** | **82** |
| **X** | **183** | **183** | **183** | **184** | **184** | **184** | **184** | **184** | **184** | **184** |
| **Y** | **80** | **83** | **90** | **87** | **85** | **99** | **98** | **80** | **95** | **93** |
| **X** | **184** | **184** | **184** | **185** | **185** | **185** | **185** | **185** | **185** | **189** |
| **Y** | **92** | **81** | **88** | **95** | **95** | **82** | **84** | **93** | **83** | **82** |

Составим таблицу, в которой отразим частоты ni появления случайных  
величин Xi (ni – столько раз данный Xi появляется в выборке), и  
относительные частоты pi= ni /N

**Т а б л и ц а 3. Дискретный вариационный ряд для Х**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| xi | 145 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 153 | 155 | 156 | 157 |
| pi | 3 | 4 | 3 | 3 | 9 | 6 | 6 | 8 | 11 | 6 |
| ni | 3/200 | 4/200 | 3/200 | 3/200 | 9/200 | 6/200 | 6/200 | 8/200 | 11/200 | 6/200 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| xi | 158 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 |
| pi | 8 | 3 | 4 | 4 | 6 | 17 | 10 | 3 | 2 | 8 |
| ni | 8/200 | 3/200 | 4/200 | 4/200 | 6/200 | 17/200 | 10/200 | 3/200 | 2/200 | 8/200 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i | 21 | | 22 | 23 | | 24 | 25 | | 26 | | 27 | 28 | 29 | 30 |
| xi | 169 | | 170 | 171 | | 172 | 173 | | 174 | | 176 | 178 | 181 | 182 |
| pi | 4 | | 16 | 5 | | 1 | 3 | | 3 | | 3 | 3 | 11 | 5 |
| ni | 4/200 | | 16/200 | 5/200 | | 1/200 | 3/200 | | 3/200 | | 3/200 | 3/200 | 11/200 | 5/200 |
| i | | 31 | | | 32 | | | 33 | | 34 | | | | |
| xi | | 183 | | | 184 | | | 185 | | 189 | | | | |
| pi | | 5 | | | 10 | | | 6 | | 1 | | | | |
| ni | | 5/200 | | | 10/200 | | | 6/200 | | 1/200 | | | | |

Для построения вариационного ряда будем использовать интервальный ряд распределения. Весь возможный интервал варьирования разобьём на конечное число интервалов и подсчитаем частоту попадания значений величины в каждый интервал. Минимальное и максимальное значения случайной величины:

Xmin = **145**, Xmax = **189** Тогда интервал варьирования R («размах») будет равен R = Xmax - Xmin = 44. Рассчитаем размер интервала h по формуле . Получим, hx ≈ 3, тогда число интервалов будет равно 14.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер интервала i** | **Интервалы**  **xi < X ≤ xi+1** | **Частота ni** | **Относительная частота** |
| **1** | **145-148** | **10** | **10/200** |
| **2** | **148-151** | **18** | **18/200** |
| **3** | **151-154** | **6** | **6/200** |
| **4** | **154-157** | **25** | **25/200** |
| **5** | **157-160** | **11** | **11/200** |
| **6** | **160-163** | **14** | **14/200** |
| **7** | **163-166** | **30** | **30/200** |
| **8** | **166-169** | **14** | **14/200** |
| **9** | **169-172** | **22** | **22/200** |
| **10** | **172-175** | **6** | **6/200** |
| **11** | **175-178** | **6** | **6/200** |
| **12** | **178-181** | **11** | **11/200** |
| **13** | **181-184** | **20** | **20/200** |
| **14** | **184-187** | **6** | **6/200** |
| **15** | **187-190** | **1** | **1/200** |

Контрольные суммы (промежуточный контроль вычислений) равны ni = 100 и pi = 1

После составления вариационного ряда необходимо построить  
функцию распределения выборки или эмпирическую функцию F\*(x)=N/nx , то есть функцию найденную опытным путём.

**Т а б л и ц а 5. Расчет эмпирической функции распределения X**

|  |  |
| --- | --- |
| i | F\*(x) |
| 1 | 10/200 |
| 2 | 10/200 + 18/200 = 28/200 |
| 3 | 28/200 + 6/200 = 34/200 |
| 4 | 34/200 + 25/200 = 59/200 |
| 5 | 59/200 + 11/200 = 70/200 |
| 6 | 70/200 + 14/200 = 84/200 |
| 7 | 84/200 + 30/200 = 114/200 |
| 8 | 114/200 + 14/200 = 128/200 |
| 9 | 128/200 + 22/200 = 150/200 |
| 10 | 150/200 + 6/200 = 156/200 |
| 11 | 156/200 + 6/200 = 162/200 |
| 12 | 162/200 + 11/200 = 173/200 |
| 13 | 173/200 + 20/200 = 193/200 |
| 14 | 193/200 + 6/200 = 199/200 |
| 15 | 199/200 + 1/200 = 200/200 |

На основании полученных выборочных данных необходимо сделать

предположение, что изучаемая величина распределена по некоторому

определённому закону. Для того чтобы проверить, согласуется ли это

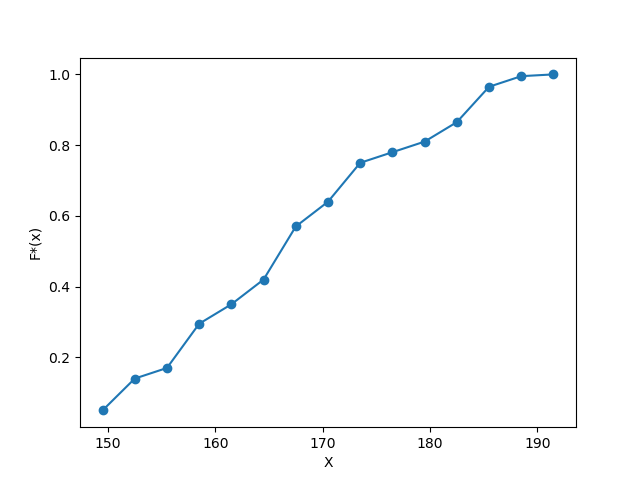
предположение с данными наблюдений, вычисляют частоты полученных в

наблюдениях значений, т.е. находят теоретически сколько раз величина Х

**должна была принять каждое из наблюдавшихся значений, если она распределена по предполагаемому закону. Для этого находят выравнивающие(теоретические) частоты по формуле: , где N – число испытаний, - вероятность наблюдаемого значения xi , вычисленная при допущении, что Х имеет предполагаемое распределение.**

**Т а б л и ц а 6. Дискретный вариационный ряд для Y**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| i | Xi | pi | ni / h\*N |
| 1 | 146.5 | 0.050 | 0.017 |
| 2 | 149.5 | 0.090 | 0.030 |
| 3 | 152.5 | 0.030 | 0.010 |
| 4 | 155.5 | 0.125 | 0.042 |
| 5 | 158.5 | 0.055 | 0.018 |
| 6 | 161.5 | 0.070 | 0.023 |
| 7 | 164.5 | 0.150 | 0.050 |
| 8 | 167.5 | 0.070 | 0.023 |
| 9 | 170.5 | 0.110 | 0.037 |
| 10 | 173.5 | 0.030 | 0.010 |
| 11 | 176.5 | 0.030 | 0.010 |
| 12 | 179.5 | 0.055 | 0.018 |
| 13 | 182.5 | 0.100 | 0.033 |
| 14 | 185.5 | 0.030 | 0.010 |
| 15 | 188.5 | 0.005 | 0.002 |

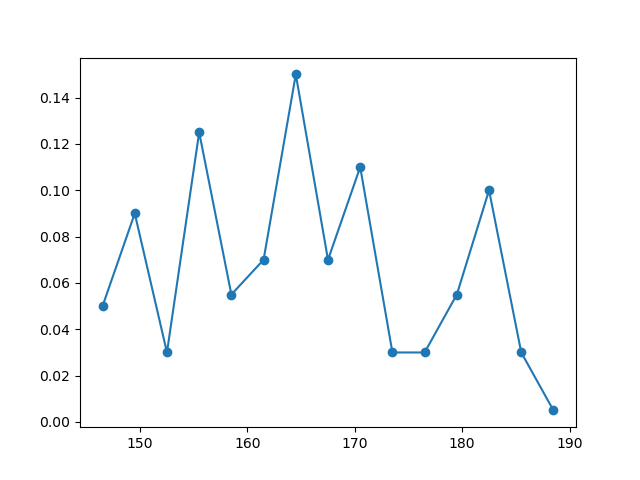


**Рис 1. Эмпирическая функция распределения X**

**Эмпирические (полученные из таблицы, сплошная линия на рис. 1) и  
полученные позже выравнивающие частоты сравнивают, и при небольшом**

расхождении данных делают заключение о выбранном законе распределения.  
Мы предположим, что случайная величина Х распределена нормально  
(в случае, когда на случайную величину влияют многие различные причины, действие некоторых из них мы часто не в состоянии описать, это наиболее часто встречающееся распределение). В этом случае выравнивающие частоты находят по формуле: , где N -число испытаний, h-длина частичного интервала ,  -выборочное среднее и выборочное среднее квадратичное отклонение соответственно, (xi - середина i – го частичного интервала), - функция Лапласа.

Результаты вычислений отобразим в табл. 6. Сравнение графиков наглядно показывает близость выравнивающих частот к наблюдавшимся и подтверждает правильность допущения о том, что обследуемый признак распределён нормально. Напомним, что теоретические частоты будут рассчитаны ниже.

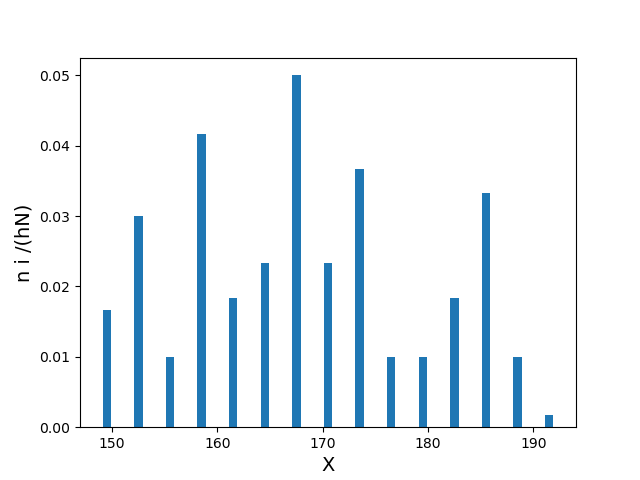
**Рис 2. Эмпирические и теоретические частоты X**

Найдем числовые характеристики вариационных рядов.

M(x) = 165.47 - математическое ожидание

dB = 126.9 - дисперсия

**= 11.27 - среднее квадратичное отклонение**

**Рис 3. Гистограмма интегрального вариационного ряда для X**

Найдем несмещённую оценку дисперсии и среднеквадратического

отклонения («исправленную» выборочную дисперсию и среднеквадратическое отклонение) по формулам: и

; S = 11.294 - несмещенное значение выборочного среднего квадратичного отклонения.

Теперь мы получили выравнивающие (теоретические) частоты. Ниже мы проведём более строгий анализ. Графическое изображение вариационных рядов в виде полигона и гистограммы позволяет получать первоначальное представление о закономерностях, имеющих место в совокупности наблюдений.

Теперь проведём более строгую проверку нашей основной гипотезы. Для расчёта теоретических частот используют табличные значения функции Лапласа Ф(z). Алгоритм вычисления состоит в следующем: по нормированным значениям случайной величины Z находят значения Ф(z), а затем = 0,5 + Ф(zi).

Т а б л и ц а 7. Расчет выравнивающих частот (, ) для X

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Хi | Хi –Xв | Ui = Хi –Xв / |  |  |  |  |
| **146.5** | **-18.975** | **-1.684** | **0.097** | **5.143** | **5** | **0.025** |
| **149.5** | **-15.975** | **-1.418** | **0.146** | **7.774** | **8** | **0.040** |
| **152.5** | **-12.975** | **-1.152** | **0.206** | **10.946** | **11** | **0.055** |
| **155.5** | **-9.975** | **-0.885** | **0.270** | **14.357** | **14** | **0.070** |
| **158.5** | **-6.975** | **-0.619** | **0.329** | **17.542** | **18** | **0.090** |
| **161.5** | **-3.975** | **-0.353** | **0.375** | **19.965** | **20** | **0.100** |
| **164.5** | **-0.975** | **-0.087** | **0.397** | **21.168** | **21** | **0.105** |
| **167.5** | **2.025** | **0.180** | **0.393** | **20.907** | **21** | **0.105** |
| **170.5** | **5.025** | **0.446** | **0.361** | **19.236** | **19** | **0.095** |
| **173.5** | **8.025** | **0.712** | **0.310** | **16.486** | **16** | **0.080** |
| **176.5** | **11.025** | **0.979** | **0.247** | **13.162** | **13** | **0.065** |
| **179.5** | **14.025** | **1.245** | **0.184** | **9.789** | **10** | **0.050** |
| **182.5** | **17.025** | **1.511** | **0.127** | **6.782** | **7** | **0.035** |
| **185.5** | **20.025** | **1.778** | **0.082** | **4.377** | **4** | **0.020** |
| **188.5** | **23.025** | **2.044** | **0.049** | **2.632** | **3** | **0.015** |

Далее вычисляют вероятности попадания случайной величины в интервал с

помощью (интегральной) функции распределения.

= *P*(zi ≤ X ˂ zi+1) = ;

Возьмем (уровень значимости), степень свободы l = k-3 = 6 (k = 9 промежутков).

**Т а б л и ц а 8. Определение для X.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i | ÷ |  | Ф(zi) |  |  |  |  |  |
| 0 | -∞÷146.5 | 0 | -0.500 | 0.0000 | 0.0446 | 0.0446 | 8.9140 | 8.914 |
| 1 | 146.5÷149.5 | 10 | -0.455 | 0.0446 | 0.0749 | 0.0304 | 6.0720 | 2.54 |
| 2 | 149.5÷152.5 | 18 | -0.425 | 0.0749 | 0.1190 | 0.0441 | 8.8140 | 9.57 |
| 3 | 152.5÷155.5 | 6 | -0.381 | 0.1190 | 0.1762 | 0.0572 | 11.4380 | 2.59 |
| 4 | 155.5÷158.5 | 25 | -0.324 | 0.1762 | 0.2514 | 0.0752 | 15.0480 | 6.581 |
| 5 | 158.5÷161.5 | 11 | -0.249 | 0.2514 | 0.3409 | 0.0895 | 17.8940 | 2.67 |
| 6 | 161.5÷164.5 | 14 | -0.159 | 0.3409 | -0.1356 | -0.4765 | -95.3000 | - |
| 7 | 164.5÷167.5 | 30 | -0.636 | -0.1356 | 0.6141 | 0.7497 | 149.9380 | 2.07 |
| 8 | 167.5÷170.5 | 14 | 0.114 | 0.6141 | 0.6700 | 0.0559 | 11.1880 | 0.71 |
| 9 | 170.5÷173.5 | 22 | 0.170 | 0.6700 | 0.7580 | 0.0880 | 17.6020 | 1.10 |
| 10 | 173.5÷176.5 | 6 | 0.258 | 0.7580 | 0.8554 | 0.0974 | 19.4780 | 9.33 |
| 11 | 176.5÷179.5 | 6 | 0.355 | 0.8554 | 0.8869 | 0.0314 | 6.2860 | 0.01 |
| 12 | 179.5÷182.5 | 11 | 0.387 | 0.8869 | 0.9418 | 0.0549 | 10.9860 | 1.78 |
| 13 | 182.5÷185.5 | 20 | 0.442 | 0.9418 | 0.9664 | 0.0246 | 4.9180 | - |
| 14 | 185.5÷188.5 | 6 | 0.466 | 0.966 | 0.998 | 0.032 | 6.4540 | 18.81 |
| 15 | 188.5÷+∞ | 1 | 0.499 | 0.999 | 0.999 | 0.000 | 0.0000 | - |
|  |  |  |  |  |  |  | 200 |  |

Результаты вычисления , , приведены в табл. 15.

По таблице “Критические точки распределения ” величина

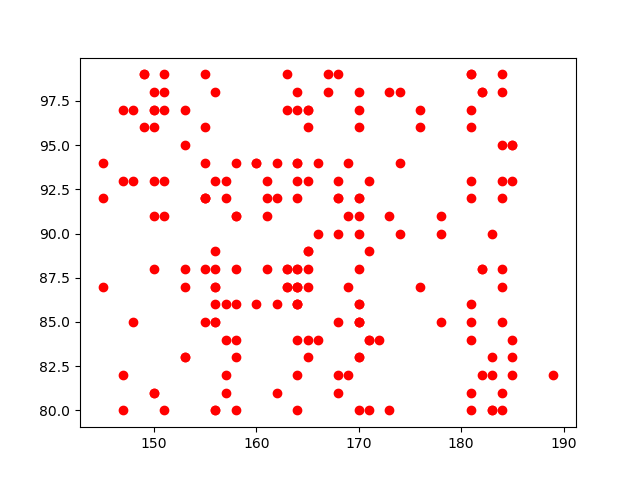
= 27,5435 и не входит в критическую область (т.е. < ), поэтому гипотеза о том, что случайная величина Y подчинена нормальному закону распределения, не отвергается.

Составим корреляционную таблицу для наших значений, используя данные таблицы 1.

**Т а б л и ц а 16. Корреляционная таблица**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X/Y | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | nxi |
| 145 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 147 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 148 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 149 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| 150 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 9 |
| 151 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 153 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 |
| 155 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 8 |
| 156 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 |
| 157 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 158 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 161 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 162 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 163 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 6 |
| 164 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 17 |
| 165 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| 166 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 167 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 168 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 |
| 169 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 170 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 16 |
| 171 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 172 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 173 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 174 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 176 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 178 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 181 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 11 |
| 182 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 |
| 183 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 184 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 10 |
| 185 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 189 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| yii | 13 | 7 | 9 | 8 | 10 | 11 | 11 | 13 | 15 | 4 | 6 | 9 | 14 | 14 | 11 | 4 | 7 | 13 | 11 | 10 | 200 |

**xbar=1/n... ybar=....xbar=165.475ybar=89.505x^2bar=27508.885000000002y^2bar=8044.385xybar=14804.36**



**Рис. 7 Экспериментальные точки**

Т а б л и ц а 17. Сгруппированные данные выборки.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N** |  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** |  |
|  | Y/X | 146.5 | 149.5 | 152.5 | 155.5 | 158.5 | 161.5 | 164.5 | 167.5 | 170.5 | 173.5 | 176.5 | 179.5 | 182.5 | 185.5 | 188.5 | nyi |
| 1 | 80 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 7 | 4 | 1 | 37 |
| 2 | 84 | 1 | 1 | 1 | 6 | 4 | 2 | 11 | 2 | 8 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0 | 45 |
| 3 | 88 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 7 | 2 | 5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 34 |
| 4 | 92 | 3 | 2 | 2 | 5 | 3 | 6 | 5 | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 6 | 0 | 43 |
| 5 | 96 | 1 | 8 | 4 | 3 | 0 | 0 | 7 | 3 | 3 | 2 | 2 | 0 | 6 | 2 | 0 | 41 |
|  | nxi | 7 | 15 | 12 | 19 | 14 | 11 | 33 | 13 | 25 | 7 | 3 | 3 | 21 | 16 | 1 | 200 |