**Задача 1.** В таблице 1.2 приводятся данные по различным регионам России о среднедушевом прожиточном минимуме в день одного трудоспособного x (руб) и среднедневной заработной плате y(руб).

Табл. 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер варианта** | **Параметры** | Номер региона | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| **1** | x | 81 | 85 | 89 | 76 | 92 | 104 | 72 | 88 | 76 | 84 |
| y | 135 | 149 | 137 | 152 | 164 | 198 | 143 | 155 | 161 | 167 |
| **2** | x | **92** | **87** | **83** | **95** | **77** | **99** | **80** | **93** | **79** | **92** |
| y | **128** | **131** | **147** | **164** | **173** | **207** | **155** | **164** | **148** | **192** |
| **3** | x | 77 | 83 | 89 | 81 | 97 | 113 | 82 | 93 | 79 | 94 |
| y | 133 | 150 | 145 | 161 | 178 | 189 | 167 | 174 | 122 | 154 |
| **4** | x | **89** | **76** | **91** | **79** | **99** | **86** | **112** | **107** | **87** | **96** |
| y | **132** | **127** | **131** | **120** | **154** | **143** | **153** | **149** | **125** | **146** |
| **5** | x | 95 | 98 | 78 | 87 | 91 | 101 | 79 | 88 | 69 | 107 |
| y | 144 | 156 | 132 | 145 | 158 | 172 | 126 | 139 | 115 | 159 |
| **6** | x | **77** | **89** | **84** | **69** | **93** | **87** | **76** | **90** | **104** | **111** |
| y | **161** | **149** | **159** | **122** | **137** | **143** | **135** | **190** | **202** | **221** |
| **7** | x | 85 | 89 | 90 | 109 | 112 | 96 | 92 | 78 | 94 | 108 |
| y | 133 | 143 | 147 | 198 | 210 | 207 | 189 | 178 | 188 | 214 |
| **8** | x | **85** | **87** | **93** | **97** | **104** | **87** | **91** | **113** | **106** | **86** |
| y | **157** | **169** | **198** | **225** | **214** | **203** | **198** | **246** | **217** | **159** |
| **9** | x | 79 | 86 | 80 | 95 | 98 | 106 | 117 | 108 | 92 | 87 |
| y | 176 | 179 | 176 | 181 | 215 | 232 | 241 | 208 | 205 | 180 |
| **10** | x | **113** | **89** | **95** | **93** | **102** | **123** | **154** | **137** | **98** | **96** |
| **y** | **224** | **199** | **257** | **248** | **232** | **256** | **302** | **264** | **213** | **245** |

Требуется:

1. Построить поле корреляции и сформулировать гипотезу о форме связи yиx .

2**.**  Построить уравнение линейной парной регрессии; определить для него коэффициент детерминации и среднюю относительную ошибку аппроксимации.

3. На поле корреляции построить график полученной кривой.

4. Дать с помощью среднего коэффициента эластичности сравнительную оценку силы связи фактора с результирующим признаком.

5. Оценить статистическую значимость параметров регрессии и модели в целом, а также построить интервальную оценку коэффициентов линейной регрессии с надежностью 0,95.

6. Выполнить прогноз заработной платы yпри прогнозном значении среднедушевого прожиточного минимума x,составляющего 107%от среднего уровня, и оценить точность прогноза, рассчитав ошибку прогноза и его доверительный интервал.

7. Построить гиперболическую регрессионную модель зависимости среднедневной заработной платы от среднедушевого прожиточного минимума, вычислить индекс корреляции и детерминации, а также статистическую значимость уравнения регрессии по критерию на уровне .

8. Построить степенную регрессионную модель, оценить её точность по индексу детерминации и средней относительной ошибки аппроксимации и установить значимость уравнения регрессии по критерию (на уровне ).

9. На поле корреляции построить графики полученных нелинейных кривых.

10. Сравнить модели парной регрессии (включая линейную) по индексу детерминации и средней относительной ошибки аппроксимации и выбрать наилучшую.

**Задача 2.** Изучается влияние стоимости основных x1 и оборотных x2 средств на величину валового дохода y торговых предприятий. Для этого по 12 торговым предприятиям были получены данные, приведенные в таблице 2.2 (все величины измеряются в млн. руб.).

Табл. 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер варианта** | **Переменные** | Номер предприятия | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **1** | **x1** | 3,9 | 4,8 | 3,9 | 4,3 | 4,8 | 4,9 | 5,6 | 4,6 | 5,6 | 7 | 7,2 | 7,7 |
| **x2** | 10 | 14 | 16 | 16 | 17 | 20 | 19 | 21 | 21 | 21 | 22 | 21 |
| **y** | 7 | 8 | 7 | 7 | 7 | 8 | 9 | 8 | 9 | 11 | 11 | 11 |
| **2** | **x1** | 3,9 | 4,1 | 3,8 | 4,7 | 4,4 | 5,2 | 5,6 | 5,2 | 5,5 | 6,8 | 7,5 | 7,2 |
| **x2** | 10 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 | 21 | 22 | 21 |
| **y** | 8 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 9 | 9 | 8 | 11 | 11 | 11 |
| **3** | **x1** | 4 | 4,3 | 4 | 4,9 | 4,4 | 4,9 | 6,3 | 4,8 | 6,2 | 7,7 | 7,6 | 7,1 |
| **x2** | 11 | 14 | 16 | 16 | 18 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 22 | 21 |
| **y** | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 11 | 11 | 11 |
| **4** | **x1** | 4,7 | 4,2 | 3,8 | 5 | 4,1 | 5,5 | 5,8 | 5 | 5,7 | 7,6 | 7,6 | 7,4 |
| **x2** | 11 | 14 | 16 | 17 | 17 | 20 | 20 | 21 | 20 | 20 | 21 | 22 |
| **y** | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 11 | 10 | 10 |
| **5** | **x1** | 4,4 | 4,4 | 4,2 | 4,2 | 4,1 | 5,1 | 5,7 | 4,8 | 5,6 | 7,6 | 7,7 | 7 |
| **x2** | 11 | 14 | 16 | 16 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| **y** | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 | 10 | 10 | 11 |
| **6** | **x1** | 4,5 | 4,7 | 4,3 | 4,2 | 4,8 | 5,7 | 5,5 | 5,2 | 5,8 | 7,2 | 7,1 | 7,2 |
| **x2** | 10 | 15 | 16 | 16 | 18 | 20 | 19 | 20 | 21 | 20 | 21 | 22 |
| **y** | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 10 | 11 | 10 |
| **7** | **x1** | 4,3 | 4,2 | 4,5 | 4,2 | 4 | 5,5 | 6,3 | 4,8 | 5,4 | 7,1 | 7,9 | 7 |
| **x2** | 11 | 15 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 | 21 | 21 | 20 | 22 | 22 |
| **y** | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 11 | 10 | 11 |
| **8** | **x1** | 4,1 | 4 | 4,2 | 5 | 4,6 | 5,1 | 6,2 | 4,9 | 6,2 | 7 | 7,5 | 7,4 |
| **x2** | 11 | 15 | 16 | 16 | 17 | 20 | 20 | 21 | 21 | 20 | 22 | 21 |
| **y** | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 9 | 8 | 10 | 10 | 11 |
| **9** | **x1** | 3,9 | 4,1 | 3,8 | 5 | 4,8 | 5,6 | 5,6 | 4,8 | 6 | 7,6 | 6,9 | 7,4 |
| **x2** | 11 | 14 | 15 | 16 | 18 | 20 | 20 | 21 | 21 | 20 | 22 | 21 |
| **y** | 7 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 9 | 9 | 8 | 10 | 10 | 11 |
| **10** | **x1** | 4,9 | 4,2 | 4,6 | 4,2 | 3,8 | 4,9 | 5,4 | 5,3 | 5,4 | 7,4 | 7,6 | 6,9 |
| **x2** | 10 | 14 | 15 | 16 | 18 | 20 | 20 | 21 | 20 | 21 | 22 | 21 |
| **y** | 7 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 11 |

Требуется:

1. Полагая, что между переменными y, x1, x2существует линейная корреляционная зависимость, найти ее аналитическое выражение (уравнение регрессии yпо x1и x2) и пояснить экономический смысл параметров регрессии.

2. Установить раздельное влияние на величину валового дохода двух факторов - основных и оборотных средств через стандартизованные коэффициенты регрессии и средние коэффициенты эластичности.

3. Проверить значимость коэффициентов регрессии и построить для них 95% доверительные интервалы.

4. Сравнить значения скорректированного и не скорректированного коэффициентов множественной детерминации и проверить значимость полученного уравнения регрессии по критерию на уровне **=**0,05**.**

5. С помощью частных F-критериев Фишера оценить целесообразность включения в уравнение множественной регрессии фактора x1после x2, и фактора x2после x1.

**Задача 3.** В таблице 3 приведены данные, отражающие спрос  (в усл. ед.) на некоторый товар за 16 лет по одному из микрорайонов г Казани.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Номер варианта | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Значение спроса  по годам | | | | | | | | | |
| 1 | 225 | 188 | 220 | 165 | 198 | 170 | 212 | 209 | 193 | 223 |
| 2 | 187 | 221 | 177 | 234 | 232 | 245 | 189 | 185 | 198 | 238 |
| 3 | 302 | 258 | 312 | 198 | 267 | 211 | 234 | 229 | 235 | 265 |
| 4 | 319 | 314 | 309 | 246 | 322 | 251 | 268 | 261 | 213 | 245 |
| 5 | 328 | 326 | 338 | 321 | 328 | 344 | 254 | 249 | 290 | 321 |
| 6 | 379 | 318 | 368 | 376 | 365 | 384 | 290 | 287 | 316 | 365 |
| 7 | 361 | 376 | 342 | 348 | 358 | 348 | 345 | 340 | 287 | 307 |
| 8 | 373 | 348 | 387 | 356 | 381 | 391 | 344 | 357 | 346 | 389 |
| 9 | 387 | 361 | 368 | 367 | 369 | 388 | 356 | 347 | 323 | 391 |
| 10 | 381 | 370 | 373 | 365 | 392 | 397 | 361 | 355 | 378 | 399 |
| 11 | 398 | 382 | 397 | 369 | 404 | 399 | 359 | 369 | 391 | 389 |
| 12 | 405 | 388 | 399 | 378 | 411 | 406 | 374 | 377 | 398 | 410 |
| 13 | 421 | 385 | 404 | 382 | 409 | 413 | 381 | 371 | 386 | 423 |
| 14 | 418 | 397 | 412 | 388 | 418 | 418 | 388 | 385 | 390 | 418 |
| 15 | 427 | 394 | 409 | 395 | 414 | 409 | 394 | 390 | 408 | 432 |
| 16 | 432 | 403 | 421 | 399 | 423 | 421 | 400 | 396 | 406 | 441 |

Требуется:

1. Найти выборочные коэффициенты автокорреляции до 4-го порядка включительно, построить коррелограмму и по коррелограмме выявить тип процесса.
2. Полагая тренд линейным, найти его уравнение и проверить значимость полученного уравнения по критерию на уровне значимости .
3. Выполнить сглаживание временного ряда с интервалами сглаживания  и  года.
4. На уровне значимости  выявить наличие или отсутствие автокорреляции возмущений, используя критерий Дарбина-Уотсона.

Приложение

**Распределение Дарбина-Уотсона**

Критические точки при уровне значимости  = 0,05

(n – число наблюдений, p – число объясняющих переменных)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **n** | **p = 1** | | **p = 2** | | **p = 3** | | **p = 4** | |
| **dн** | **dв** | **dн** | **dв** | **dн** | **dв** | **dн** | **dв** |
| **6** | 0,610 | 1,400 |  |  |  |  |  |  |
| **7** | 0,700 | 1,356 | 0,467 | 1,896 |  |  |  |  |
| **8** | 0,763 | 1,332 | 0,359 | 1,777 | 0,368 | 2,287 |  |  |
| **9** | 0,824 | 1,320 | 0,629 | 1,699 | 0,435 | 2,128 | 0,296 | 2,388 |
| **10** | 0,879 | 1,320 | 0,697 | 1,641 | 0,525 | 2,016 | 0,376 | 2,414 |
| **11** | 0,927 | 1,324 | 0,658 | 1,604 | 0,595 | 1,928 | 0,444 | 2,283 |
| **12** | 0,971 | 1,331 | 0,812 | 1,579 | 0,658 | 1,864 | 0,512 | 2,177 |
| **13** | 1,010 | 1,340 | 0,861 | 1,562 | 0,715 | 1,816 | 0,574 | 2,094 |
| **14** | 1,045 | 1,330 | 0,905 | 1,551 | 0,767 | 1,779 | 0,632 | 2,030 |
| **15** | 1,077 | 1,361 | 0,946 | 1,543 | 0,814 | 1,750 | 0,685 | 1,977 |
| **16** | 1,106 | 1,371 | 0,982 | 1,539 | 0,857 | 1,728 | 0,734 | 1,935 |
| **17** | 1,133 | 1,381 | 1,015 | 1,536 | 0,897 | 1,710 | 0,779 | 1,900 |
| **18** | 1,158 | 1,391 | 1,046 | 1,535 | 0,933 | 1,696 | 0,820 | 1,872 |
| **19** | 1,180 | 1,401 | 1,074 | 1,536 | 0,967 | 1,685 | 0,859 | 1,848 |
| **20** | 1,201 | 1,411 | 1,100 | 1,537 | 0,998 | 1,676 | 0,894 | 1,828 |
| **21** | 1,221 | 1,420 | 1,125 | 1,538 | 1,026 | 1,669 | 0,927 | 1,812 |
| **22** | 1,239 | 1,429 | 1,147 | 1,541 | 1,053 | 1,664 | 0,958 | 1,797 |
| **23** | 1,257 | 1,437 | 1,168 | 1,543 | 1,078 | 1,660 | 0,986 | 1,785 |
| **24** | 1,273 | 1,446 | 1,188 | 1,546 | 1,101 | 1,656 | 1,013 | 1,775 |
| **25** | 1,288 | 1,454 | 1,206 | 1,550 | 1,123 | 1,654 | 1,038 | 1,767 |
| **26** | 1,302 | 1,461 | 1,224 | 1,553 | 1,143 | 1,652 | 1,062 | 1,759 |
| **27** | 1,316 | 1,469 | 1,240 | 1,556 | 1,162 | 1,651 | 1,084 | 1,753 |
| **28** | 1,328 | 1,476 | 1,255 | 1,560 | 1,181 | 1,650 | 1,104 | 1,747 |
| **29** | 1,341 | 1,483 | 1,270 | 1,563 | 1,198 | 1,650 | 1,124 | 1,743 |
| **30** | 1,352 | 1,489 | 1,284 | 1,567 | 1,214 | 1,650 | 1,143 | 1,739 |
| **31** | 1,361 | 1,496 | 1,297 | 1,570 | 1,229 | 1,650 | 1,160 | 1,735 |
| **32** | 1,373 | 1,502 | 1,309 | 1,574 | 1,244 | 1,650 | 1,177 | 1,732 |
| **33** | 1,383 | 1,508 | 1,321 | 1,577 | 1,258 | 1,651 | 1,193 | 1,730 |
| **34** | 1,393 | 1,514 | 1,333 | 1,580 | 1,271 | 1,652 | 1,208 | 1,728 |
| **35** | 1,402 | 1,519 | 1,343 | 1,584 | 1,283 | 1,653 | 1,222 | 1,726 |
| **36** | 1,411 | 1,525 | 1,354 | 1,587 | 1,295 | 1,654 | 1,236 | 1,724 |
| **37** | 1,419 | 1,530 | 1,364 | 1,590 | 1,307 | 1,655 | 1,249 | 1,723 |
| **38** | 1,427 | 1,535 | 1,373 | 1,594 | 1,318 | 1,656 | 1,261 | 1,722 |
| **39** | 1,435 | 1,540 | 1,382 | 1,597 | 1,328 | 1,658 | 1,273 | 1,722 |
| **40** | 1,442 | 1,544 | 1,391 | 1,600 | 1,338 | 1,659 | 1,285 | 1,721 |
| **45** | 1,475 | 1,566 | 1,430 | 1,615 | 1,383 | 1,666 | 1,336 | 1,720 |
| **50** | 1,503 | 1,585 | 1,462 | 1,628 | 1,421 | 1,674 | 1,378 | 1,721 |
| **55** | 1,528 | 1,601 | 1,490 | 1,641 | 1,452 | 1,681 | 1,414 | 1,724 |
| **60** | 1,549 | 1,616 | 1,514 | 1,652 | 1,480 | 1,689 | 1,444 | 1,727 |
| **65** | 1,567 | 1,629 | 1,536 | 1,662 | 1,503 | 1,696 | 1,471 | 1,731 |
| **70** | 1,583 | 1,641 | 1,554 | 1,672 | 1,525 | 1,703 | 1,494 | 1,735 |
| **75** | 1,598 | 1,650 | 1,571 | 1,680 | 1,543 | 1,709 | 1,515 | 1,739 |
| **80** | 1,611 | 1,662 | 1,586 | 1,688 | 1,560 | 1,715 | 1,534 | 1,743 |
| **85** | 1,624 | 1,671 | 1,600 | 1,696 | 1,575 | 1,721 | 1,550 | 1,747 |
| **90** | 1,635 | 1,679 | 1,612 | 1,703 | 1,589 | 1,726 | 1,566 | 1,751 |
| **95** | 1,645 | 1,687 | 1,623 | 1,709 | 1,602 | 1,732 | 1,579 | 1,755 |
| **100** | 1,654 | 1,694 | 1,634 | 1,715 | 1,613 | 1,736 | 1,592 | 1,758 |
| **150** | 1,720 | 1,746 | 1,706 | 1,760 | 1,693 | 1,774 | 1,679 | 1,788 |
| **200** | 1,758 | 1,778 | 1,748 | 1,789 | 1,738 | 1,799 | 1,728 | 1,810 |