|  |
| --- |
| **Эконометрика**  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Вариант* 1Задание 1. *Модель парной линейной регрессии*.Имеются данные о размере среднемесячных доходов в разных группах семей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер группы | Среднедушевой денежный доход в месяц, руб., *X* | Доля оплаты труда в структуре доходов семьи, %, *Y* |
| 1 | 79,8 | 64,2 |
| 2 | 152,1 | 66,1 |
| 3 | 199,3 | 69,0 |
| 4 | 240,8 | 70,6 |
| 5 | 282,4 | 72,4 |
| 6 | 301,8 | 74,3 |
| 7 | 385,3 | 76,0 |
| 8 | 457,8 | 77,1 |
| 9 | 577,4 | 78,4 |

Задания:1. Рассчитать линейный коэффициент парной корреляции, оценить его статистическую значимость и построить для него доверительный интервал с уровнем значимости a =0,05. Сделать выводы2. Построить линейное уравнение парной регрессии *Y* на *X* и оценить статистическую значимость параметров регрессии. Сделать рисунок.3. Оценить качество уравнения регрессии при помощи коэффициента детерминации. Сделать выводы. Проверить качество уравнения регрессии при помощи *F*-критерия Фишера.4. Выполнить прогноз доли оплаты труда структуре доходов семьи *Y* при прогнозном значении среднедушевого денежного дохода *X*, составляющем 111% от среднего уровня. Оценить точность прогноза, рассчитав ошибку прогноза и его доверительный интервал для уровня значимости a =0,05. Сделать выводы.[Решение](http://matica.org.ua/sdelat-zakaz): Построим поле корреляции зависимости доли оплаты труда в структуре доходов семьи от среднедушевого денежного дохода в месяц.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image001_0.gifТочки на построенном графике размещаются вблизи кривой, напоминающей по форме *Прямую*, поэтому можно предположить, что между указанными величинами существует *Линейная зависимость* вида https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image002_0.gif.Для расчета линейного коэффициента парной корреляции и параметров линейной регрессии составим вспомогательную таблицу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | *X* | *Y* | *X*×*Y* | *X*2 | *Y*2 |
| 1 | 79,8 | 64,2 | 5123,16 | 6368,04 | 4121,64 |
| 2 | 152,1 | 66,1 | 10053,81 | 23134,41 | 4369,21 |
| 3 | 199,3 | 69,0 | 13751,70 | 39720,49 | 4761,00 |
| 4 | 240,8 | 70,6 | 17000,48 | 57984,64 | 4984,36 |
| 5 | 282,4 | 72,4 | 20445,76 | 79749,76 | 5241,76 |
| 6 | 301,8 | 74,3 | 22423,74 | 91083,24 | 5520,49 |
| 7 | 385,3 | 76,0 | 29282,80 | 148456,09 | 5776,00 |
| 8 | 457,8 | 77,1 | 35296,38 | 209580,84 | 5944,41 |
| 9 | 577,4 | 78,4 | 45268,16 | 333390,76 | 6146,56 |
| S | 2676,7 | 648,1 | 198645,99 | 989468,27 | 46865,43 |
| Среднее | 297,41 | 72,01 | 22071,78 | 109940,92 | 5207,27 |

Вычислим коэффициент корреляции. Используем следующую формулу:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image003_0.gifhttps://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image004_0.gif= 0,9568.Можно сказать, что между рассматриваемыми признаками существует *Прямая тесная* Корреляционная связь.Среднюю ошибку коэффициента корреляции определим по формуле:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image005_0.gif= 0,032.Найдем табличное значение *T*Табл по таблице распределения Стьюдента для a = 0,05 и числе степеней свободы *K* = *N* – *M* – 1 = 9 – 1 – 1 = 7.*T*Табл(0,05; 7) = 2,36.Запишем доверительный интервал для коэффициента корреляции.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image006_0.gifhttps://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image007_0.gifДоверительный интервал не включает число 0, поэтому при заданном уровне значимости коэффициент корреляции является статистически значимым.Вычислим параметры уравнения регрессии.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image008_0.gif= 0,03.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image009_0.gif= 72,01 – 0,03×297,41 = 63,09.Получим следующее уравнение: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image010_0.gif.Для проверки статистической значимости (существенности) линейного коэффициента парной корреляции рассчитаем *T*-критерий Стьюдента по формуле:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image011_0.gif= 23,04.Фактическое значение по абсолютной величине больше табличного, что свидетельствует о значимости линейного коэффициента корреляции и существенности связи между рассматриваемыми признаками.Проверим значимость оценок теоретических коэффициентов регрессии с помощью t-статистики Стьюдента и сделаем соответствующие выводы о значимости этих оценок.Для определения статистической значимости коэффициентов *A* и *B* найдем *T*-статистики Стьюдента:Рассчитаем по полученному уравнению теоретические значенияhttps://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image012_0.gif. Составим вспомогательную таблицу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | *X* | *Y* | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image012_0.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image013_0.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image014_0.gif |
| 1 | 79,8 | 64,2 | 65,48 | 1,6384 | 47354,1 |
| 2 | 152,1 | 66,1 | 67,65 | 2,4025 | 21115,0 |
| 3 | 199,3 | 69,0 | 69,07 | 0,0049 | 9625,6 |
| 4 | 240,8 | 70,6 | 70,31 | 0,0841 | 3204,7 |
| 5 | 282,4 | 72,4 | 71,56 | 0,7056 | 225,3 |
| 6 | 301,8 | 74,3 | 72,14 | 4,6656 | 19,3 |
| 7 | 385,3 | 76,0 | 74,65 | 1,8225 | 7724,7 |
| 8 | 457,8 | 77,1 | 76,82 | 0,0784 | 25725,0 |
| 9 | 577,4 | 78,4 | 80,41 | 4,0401 | 78394,4 |
| S | 2676,7 | 648,1 | 648,09 | 15,4421 | 193388,1 |

Вычислим стандартные ошибки коэффициентов уравнения.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image015_0.gif= 1,2.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image016_0.gif= 0,003.Вычислим *T*-статистики.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image017_0.gifhttps://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image018_0.gifСравнение расчетных и табличных величин критерия Стьюдента показывает, что https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image019_0.gifи https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image020.gif, т. е. оценки *A* и *B* теоретических коэффициентов регрессии статистически значимы.Сделаем рисунок.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image021_0.gifРассчитаем коэффициент детерминации: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image022_0.gif= 0,95682= 0,915 = 91,5%.Таким образом, вариация результата *Y* на 91,5% объясняется вариацией фактора *X*.Оценку значимости уравнения регрессии проведем с помощью F-критерия Фишера:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image023_0.gif= 75,81.Найдем табличное значение Fтабл по таблице критических точек Фишера для a = 0,05; *K*1 = *M* = 1 (число факторов), *K*2 = *N* – *M* – 1 = 9 – 1 – 1 = 7.Fтабл(0,05; 1; 7) = 5,59.Поскольку *F* > *F*Табл, уравнение регрессии с вероятностью 0,95 в целом *Является* статистически значимым.Выполним прогноз доли оплаты труда структуре доходов семьи y при прогнозном значении среднедушевого денежного дохода x, составляющем 111% от среднего уровня.*X*P = 297,41 × 1,11 = 330,1.Вычислим прогнозное значение *Yp* с помощью уравнения регрессии.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image024_0.gif» 73%.Доверительный интервал прогноза имеет вид(*УP* – *Tкр*×*My*, *УP* + *Tкр*×*My*),Где https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image025_0.gif, *M* = 2 – число параметров уравнения.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image026_0.gif= 1,695 » 1,7.Запишем доверительный интервал прогноза:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image027_0.gifÞ https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image028_0.gifДанный прогноз является надежным, поскольку доверительный интервал не включает число 0, точность прогноза составляет 4.Задание 2. *Модель парной нелинейной регрессии*.По территориям Центрального района известны данные за 1995 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Район | Прожиточный минимум в среднем на одного пенсионера в месяц, тыс. руб., *X* | Средний размер назначенных ежемесячных пенсий, тыс. руб., *Y* |
| Брянская обл. | 178 | 240 |
| Владимирская обл. | 202 | 226 |
| Ивановская обл. | 197 | 221 |
| Калужская обл. | 201 | 226 |
| Костромская обл. | 189 | 220 |
| Орловская обл. | 166 | 232 |
| Рязанская обл. | 199 | 215 |
| Смоленская обл. | 180 | 220 |
| Тверская обл. | 181 | 222 |
| Тульская обл. | 186 | 231 |
| Ярославская обл. | 250 | 229 |

Задания:1. Построить поле корреляции и сформулируйте гипотезу о форме связи. Рассчитать параметры уравнений полулогарифмической (https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image029_0.gif) и степенной (https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image030_0.gif) парной регрессии. Сделать рисунки.2. Дать с помощью среднего коэффициента эластичности сравнительную оценку силы связи фактора с результатом для каждой модели. Сделать выводы. Оценить качество уравнений регрессии с помощью средней ошибки аппроксимации и коэффициента детерминации. Сделать выводы.3. По значениям рассчитанных характеристик выбрать лучшее уравнение регрессии. Дать экономический смысл коэффициентов выбранного уравнения регрессии4. Рассчитать прогнозное значение результата, если прогнозное значение фактора увеличится на 10% от его среднего уровня. Определите доверительный интервал прогноза для уровня значимости a =0,05. Сделать выводы.[Решение](http://matica.org.ua/sdelat-zakaz): Решение: Для предварительного определения вида связи между указанными признаками построим поле корреляции. Для этого построим в системе координат точки, у которых первая координата *X*, а вторая – *Y*.Получим следующий рисунок.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image031_0.gifПо внешнему виду диаграммы рассеяния трудно предположить, какая зависимость существует между указанными показателями.Построение полулогарифмической модели регрессии.Уравнение логарифмической кривой: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image032_0.gif.Обозначим: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image033_0.gifПолучим линейное уравнение регрессии:*Y* = *A* + *B*×*X*.Произведем линеаризацию модели путем замены https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image034_0.gif. В результате получим линейное уравнение https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image002_0.gif.Рассчитаем его параметры, используя данные таблицы.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | *X* | *Y* | *X* = ln(*X*) | *Xy* | *X*2 | *Y*2 | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image035_0.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image036_0.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image037_0.gif | *Ai* |
| 1 | 178 | 240 | 5,1818 | 1243,63 | 26,85 | 57600 | 226,40 | 206,314 | 184,904 | 6,006 |
| 2 | 202 | 226 | 5,3083 | 1199,67 | 28,18 | 51076 | 225,17 | 0,132 | 0,694 | 0,370 |
| 3 | 197 | 221 | 5,2832 | 1167,59 | 27,91 | 48841 | 225,41 | 21,496 | 19,464 | 1,957 |
| 4 | 201 | 226 | 5,3033 | 1198,55 | 28,13 | 51076 | 225,22 | 0,132 | 0,615 | 0,348 |
| 5 | 189 | 220 | 5,2417 | 1153,18 | 27,48 | 48400 | 225,82 | 31,769 | 33,833 | 2,576 |
| 6 | 166 | 232 | 5,1120 | 1185,98 | 26,13 | 53824 | 227,08 | 40,496 | 24,172 | 2,165 |
| 7 | 199 | 215 | 5,2933 | 1138,06 | 28,02 | 46225 | 225,31 | 113,132 | 106,362 | 4,577 |
| 8 | 180 | 220 | 5,1930 | 1142,45 | 26,97 | 48400 | 226,29 | 31,769 | 39,601 | 2,781 |
| 9 | 181 | 222 | 5,1985 | 1154,07 | 27,02 | 49284 | 226,24 | 13,223 | 17,968 | 1,874 |
| 10 | 186 | 231 | 5,2257 | 1207,15 | 27,31 | 53361 | 225,97 | 28,769 | 25,273 | 2,225 |
| 11 | 250 | 229 | 5,5215 | 1264,41 | 30,49 | 52441 | 223,09 | 11,314 | 34,980 | 2,651 |
| Итого | 2129 | 2482 | 57,862 | 13054,74 | 304,48 | 560528 | 2482,00 | 498,545 | 487,867 | 27,530 |
| Среднее | 193,5 | 225,6 | 5,260 | 1186,79 | 27,68 | 50957,091 | 225,636 | 45,322 | 44,352 | 2,503 |

https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image038_0.gif= -9,76.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image039_0.gif= 225,6 – (-9,76)×5,26 = 276,99.Уравнение модели имеет вид: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image040_0.gifОпределим индекс корреляции https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image041_0.gifИспользуя данные таблицы, получим:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image042.gif.Рассчитаем коэффициент детерминации: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image043.gif= 0,14642= 0,021 = 2,1%.Вариация результата *Y* всего на 2,1% объясняется вариацией фактора *X*.Сделаем рисунок.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image044.gifРассчитаем средний коэффициент эластичности по формуле:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image045.gif= -0,04%.Коэффициент эластичности https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image046.gifпоказывает, что при среднем росте признака *X* на 1% признак *Y* снижается на 0,04%.Вычислим среднюю ошибку аппроксимации. Используя данные расчетной таблицы, получаем:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image047.gif= 2,5%.Построение степенной модели парной регрессии.Уравнение степенной модели имеет вид: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image048.gif.Для построения этой модели необходимо произвести линеаризацию переменных. Для этого произведем логарифмирование обеих частей уравнения:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image049.gif.Произведем линеаризацию модели путем замены https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image050.gifи https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image051.gif. В результате получим линейное уравнение https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image002_0.gif.Рассчитаем его параметры, используя данные таблицы.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | *X* | *Y* | *X* = ln(*X*) | *Y* = ln(*Y*) | *XY* | *X*2 | *Y*2 | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image035_0.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image036_0.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image037_0.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image052.gif | *Ai* |
| 1 | 178 | 240 | 5,1818 | 5,4806 | 28,3995 | 26,851 | 30,037 | 226,3 | 206,3 | 188,391 | 241,661 | 6,07 |
| 2 | 202 | 226 | 5,3083 | 5,4205 | 28,7737 | 28,178 | 29,382 | 225,1 | 0,132 | 0,835 | 71,479 | 0,406 |
| 3 | 197 | 221 | 5,2832 | 5,3982 | 28,5196 | 27,912 | 29,140 | 225,3 | 21,496 | 18,671 | 11,934 | 1,918 |
| 4 | 201 | 226 | 5,3033 | 5,4205 | 28,7467 | 28,125 | 29,382 | 225,1 | 0,132 | 0,753 | 55,570 | 0,385 |
| 5 | 189 | 220 | 5,2417 | 5,3936 | 28,2720 | 27,476 | 29,091 | 225,7 | 31,769 | 32,607 | 20,661 | 2,530 |
| 6 | 166 | 232 | 5,1120 | 5,4467 | 27,8437 | 26,132 | 29,667 | 226,9 | 40,496 | 25,675 | 758,752 | 2,233 |
| 7 | 199 | 215 | 5,2933 | 5,3706 | 28,4284 | 28,019 | 28,844 | 225,2 | 113,132 | 104,576 | 29,752 | 4,540 |
| 8 | 180 | 220 | 5,1930 | 5,3936 | 28,0089 | 26,967 | 29,091 | 226,2 | 31,769 | 38,059 | 183,479 | 2,728 |
| 9 | 181 | 222 | 5,1985 | 5,4027 | 28,0858 | 27,024 | 29,189 | 226,1 | 13,223 | 16,950 | 157,388 | 1,821 |
| 10 | 186 | 231 | 5,2257 | 5,4424 | 28,4407 | 27,308 | 29,620 | 225,9 | 28,769 | 26,413 | 56,934 | 2,275 |
| 11 | 250 | 229 | 5,5215 | 5,4337 | 30,0021 | 30,487 | 29,525 | 223,1 | 11,314 | 34,846 | 3187,116 | 2,646 |
| Итого | 2129 | 2482 | 57,862 | 59,603 | 313,521 | 304,479 | 322,969 | 2480,927 | 498,545 | 487,777 | 4774,727 | 27,548 |
| Среднее | 193,5 | 225,6 | 5,260 | 5,418 | 28,502 | 27,680 | 29,361 | 225,539 | 45,322 | 44,343 | 434,066 | 2,504 |

С учетом введенных обозначений уравнение примет вид: *Y* = *A* + *BX* – линейное уравнение регрессии. Рассчитаем его параметры, используя данные таблицы.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image053.gif= -0,042.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image054.gif= 5,418 – 0,959×5,26 = 5,637.Перейдем к исходным переменным *X* и *Y*, выполнив потенцирование данного уравнения.*A = eA = e*5,637 = 280,76Получим уравнение степенной модели регрессии: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image055.gif.Определим индекс корреляции https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image041_0.gifИспользуя данные таблицы, получим:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image056.gif.Рассчитаем коэффициент детерминации: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image043.gif= 0,1472= 0,021 = 2,1%.Вариация результата *Y* всего на 2,1% объясняется вариацией фактора *X*.Сделаем рисунок.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image057.gifДля степенной модели средний коэффициент эластичности равен коэффициенту *B*.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image058.gif= -0,042%.Коэффициент эластичности https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image059.gifпоказывает, что при среднем росте признака *X* на 1% признак *Y* снижается на 0,042%.Вычислим среднюю ошибку аппроксимации. Используя данные расчетной таблицы, получаем:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image047.gif= 2,5%.Сводная таблица вычислений

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | Модель |
| Полулогарифмическая | Степенная |
| Уравнение связи | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image060.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image055.gif |
| Индекс корреляции | 0,1464 | 0,147 |
| Коэффициент детерминации | 0,021 | 0,021 |
| Средняя ошибка аппроксимации, % | 2,5 | 2,5 |

Для выявления формы связи между указанными признаками были построены полулогарифмическая и степенная модели регрессии. Анализ показателей корреляции, а также оценка качества моделей с использованием средней ошибки аппроксимации позволил предположить, что из перечисленных моделей более адекватной является степенная модель, поскольку для нее индекс корреляции принимает наибольшее значение *R* = 0,147, свидетельствующий о том, что между рассматриваемыми признаками наблюдается *Слабая корреляционная связь*.Рассчитаем прогнозное значение результата по степенной модели регрессии, если прогнозируется увеличение значения фактора на 10% от среднего уровня.Прогнозное значение составит:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image061.gif= 193,5 × 1,1 = 212,9 тыс. р., тогда прогнозное значение *Y* составит:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image062.gif= 224,6 тыс. р.Определим доверительный интервал прогноза для уровня значимости a = 0,05.Вычислим *Среднюю стандартную ошибку прогноза* https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image063.gifПо следующей формуле:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image064.gif, где https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image065.gifПолучаем: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image066.gif= 7,55.Найдем предельную ошибку прогноза https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image067.gif, где для доверительной вероятности 0,95 значение *T* составляет 1,96.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image068.gif= 14,8.Запишем доверительный интервал прогноза.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image069.gif= 224,6 – 14,8 = 209,8 тыс. р.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image070.gif= 224,6 + 14,8 = 239,4 тыс. р.Таким образом, с вероятностью 0,95 можно утверждать, что прогнозное значение среднего размера назначенных ежемесячных пенсий будет находиться в пределах от 209,8 тыс. р. до 239,4 тыс. р.Задание 3. *Моделирование временных рядов*Имеются поквартальные данные по розничному товарообороту России в 1995-1999 гг.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер квартала | Товарооборот % к предыдущему периоду | Номер квартала | Товарооборот % к предыдущему периоду |
| 1 | 100 | 11 | 98,8 |
| 2 | 93,9 | 12 | 101,9 |
| 3 | 96,5 | 13 | 113,1 |
| 4 | 101,8 | 14 | 98,4 |
| 5 | 107,8 | 15 | 97,3 |
| 6 | 96,3 | 16 | 112,1 |
| 7 | 95,7 | 17 | 97,6 |
| 8 | 98,2 | 18 | 93,7 |
| 9 | 104 | 19 | 114,3 |
| 10 | 99 | 20 | 108,4 |

Задания:1. Построить график данного временного ряда. Охарактеризовать структуру этого ряда.2. Рассчитать сезонную компоненты временного ряда и построить его *Мультипликативную* Модель.3. Рассчитать трендовую компоненту временного ряда и построить его график4. Оценить качество модели через показатели средней абсолютной ошибки и среднего относительного отклонения.Решение: Пронумеруем указанные месяцы от 1 до 24 и построим график временного ряда.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image071.gifПолученный график показывает, что а данном временном ряду присутствуют сезонные колебания.Построим мультипликативную модель временного ряда.Эта модель предполагает, что каждый уровень временного ряда может быть представлен как произведение трендовой (*T*), сезонной (*S*) и случайной (*E*) компонент.Построение мультипликативной моделей сведем к расчету значений *T*, *S* и *E* для каждого уровня ряда.Процесс построения модели включает в себя следующие шаги.1)  Выравнивание исходного ряда методом скользящей средней.2)  Расчет значений сезонной компоненты *S*.3)  Устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выровненных данных *T×E*.4)  Аналитическое выравнивание уровней *T×E* и расчет значений *T* с использованием полученного уравнения тренда.5)  Расчет полученных по модели значений *T×E*.6)  Расчет абсолютных и/или относительных ошибок.***Шаг 1*.** Проведем выравнивание исходных уровней ряда методом скользящей средней. Для этого:1.1. Просуммируем уровни ряда последовательно за каждые четыре месяца со сдвигом на один момент времени и определим условные годовые уровни объема продаж (гр. 3 табл. 2.1).1.2. Разделив полученные суммы на 4, найдем скользящие средние (гр. 4 табл. 2.1). Полученные таким образом выровненные значения уже не содержат сезонной компоненты.1.3. Приведем эти значения в соответствие с фактическими моментами времени, для чего найдем средние значения из двух последовательных скользящих средних – центрированные скользящие средние (гр. 5 табл. 2.1).**Таблица 2.1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № месяца, *T* | Товарооборот, *Yi* | Итого за четыре месяца | Скользящая средняя за четыре месяца | Центрированная скользящая средняя | Оценка сезонной компоненты |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 1 | 100,0 | – | – | – | – |
| 2 | 93,9 | 392 | 98 | – | – |
| 3 | 96,5 | 400 | 100 | 99 | 0,975 |
| 4 | 101,8 | 402 | 100,5 | 100,25 | 1,015 |
| 5 | 107,8 | 402 | 100,5 | 100,5 | 1,073 |
| 6 | 96,3 | 398 | 99,5 | 100 | 0,963 |
| 7 | 95,7 | 394 | 98,5 | 99 | 0,967 |
| 8 | 98,2 | 397 | 99,25 | 98,875 | 0,993 |
| 9 | 104,0 | 400 | 100 | 99,625 | 1,044 |
| 10 | 99,0 | 404 | 101 | 100,5 | 0,985 |
| 11 | 98,8 | 413 | 103,25 | 102,125 | 0,967 |
| 12 | 101,9 | 412 | 103 | 103,125 | 0,988 |
| 13 | 113,1 | 411 | 102,75 | 102,875 | 1,099 |
| 14 | 98,4 | 309 | 77,25 | 90 | 1,093 |
| 15 | 97,3 | 196 | 49 | 63,125 | 1,541 |
| 16 | 112,1 | 303 | 75,75 | 62,375 | 1,797 |
| 17 | 97,6 | 418 | 104,5 | 90,125 | 1,083 |
| 18 | 93,7 | 414 | 103,5 | 104 | 0,901 |
| 19 | 114,3 | – | – | – | – |
| 20 | 108,4 | – | – | – | – |

***Шаг 2*.** Найдем оценки сезонной компоненты как частное от деления фактических уровней ряда на центрированные скользящие средние (гр. 6 табл. 2.1). Эти оценки используются для расчета сезонной компоненты *S* (табл. 2.2). Для этого найдем средние за каждый месяц оценки сезонной компоненты *Si*. Так же как и в аддитивной модели считается, что сезонные воздействия за период взаимопогашаются. В мультипликативной модели это выражается в том, что сумма значений сезонной компоненты по всем месяцам должна быть равна числу периодов в цикле. В нашем случае число периодов одного цикла равно 4.Таблица 2.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели | Год | № квартала, *I* |
| I | II | III | IV |
|  | 1 | –  | – | 0,975 | 1,015 |
|  | 2 | 1,073 | 0,963 | 0,967 | 0,993 |
|  | 3 | 1,044 | 0,985 | 0,967 | 0,988 |
|  | 4 | 1,099 | 1,093 | 1,541 | 1,797 |
|  | 5 | 1,083 | 0,901 | – | – |
| Всего за *I*-й квартал |  | 4,299 | 3,942 | 4,45 | 4,793 |
| Средняя оценка сезонной компоненты для *I*-го квартала, https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image072.gif |  | 0,860 | 0,788 | 0,890 | 0,959 |
| Скорректированная сезонная компонента, https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image072.gif |  | 0,984 | 0,901 | 1,018 | 1,097 |

Имеем: 0,860 + 0,788 + 0,890 + 0,959 = 3,497.Определяем корректирующий коэффициент: *K* = 4 : 3,497 = 1,144.Скорректированные значения сезонной компоненты https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image073.gifполучаются при умножении ее средней оценки https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image072.gifна корректирующий коэффициент *K*.Проверяем условие: равенство 4 суммы значений сезонной компоненты:0,984 + 0,901 + 1,018 + 1,097 = 4.***Шаг 3*.** Разделим каждый уровень исходного ряда на соответствующие значения сезонной компоненты. В результате получим величины https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image074.gif(гр. 4 табл. 2.3), которые содержат только тенденцию и случайную компоненту.Таблица 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *T* | *Yt* | *St* | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image075.gif | *T* | *T×S* | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image076.gif |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 1 | 100,0 | 0,984 | 101,6 | 100,02 | 98,42 | 1,016 |
| 2 | 93,9 | 0,901 | 104,2 | 100,19 | 90,27 | 1,040 |
| 3 | 96,5 | 1,018 | 94,8 | 100,36 | 102,17 | 0,945 |
| 4 | 101,8 | 1,097 | 92,8 | 100,53 | 110,28 | 0,923 |
| 5 | 107,8 | 0,984 | 109,6 | 100,7 | 99,09 | 1,088 |
| 6 | 96,3 | 0,901 | 106,9 | 100,87 | 90,88 | 1,060 |
| 7 | 95,7 | 1,018 | 94,0 | 101,04 | 102,86 | 0,930 |
| 8 | 98,2 | 1,097 | 89,5 | 101,21 | 111,03 | 0,884 |
| 9 | 104,0 | 0,984 | 105,7 | 101,38 | 99,76 | 1,043 |
| 10 | 99,0 | 0,901 | 109,9 | 101,55 | 91,50 | 1,082 |
| 11 | 98,8 | 1,018 | 97,1 | 101,72 | 103,55 | 0,954 |
| 12 | 101,9 | 1,097 | 92,9 | 101,89 | 111,77 | 0,912 |
| 13 | 113,1 | 0,984 | 114,9 | 102,06 | 100,43 | 1,126 |
| 14 | 98,4 | 0,901 | 109,2 | 102,23 | 92,11 | 1,068 |
| 15 | 97,3 | 1,018 | 95,6 | 102,4 | 104,24 | 0,933 |
| 16 | 112,1 | 1,097 | 102,2 | 102,57 | 112,52 | 0,996 |
| 17 | 97,6 | 0,984 | 99,2 | 102,74 | 101,10 | 0,965 |
| 18 | 93,7 | 0,901 | 104,0 | 102,91 | 92,72 | 1,011 |
| 19 | 114,3 | 1,018 | 112,3 | 103,08 | 104,94 | 1,089 |
| 20 | 108,4 | 1,097 | 98,8 | 103,25 | 113,27 | 0,957 |
| Среднее | 101,4 |  |  |  |  | 1,0011 |

***Шаг 4*.** Определим компоненту *T* в мультипликативной модели. Для этого рассчитаем параметры линейного тренда, используя уровни *T×E*. Составим вспомогательную таблицу.Таблица 2.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *T* | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image077.gif | *T*2 | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image078.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image079.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image080.gif | https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image081.gif |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
|  | 1 | 101,6 | 1 | 101,6 | 2,5 | 1,58 | 2,0 |
|  | 2 | 104,2 | 4 | 208,4 | 13,2 | 3,87 | 56,3 |
|  | 3 | 94,8 | 9 | 284,4 | 32,1 | 5,88 | 24,0 |
|  | 4 | 92,8 | 16 | 371,2 | 71,9 | 8,33 | 0,2 |
|  | 5 | 109,6 | 25 | 548 | 75,9 | 8,08 | 41,0 |
|  | 6 | 106,9 | 36 | 641,4 | 29,4 | 5,63 | 26,0 |
|  | 7 | 94,0 | 49 | 658 | 51,3 | 7,48 | 32,5 |
|  | 8 | 89,5 | 64 | 716 | 164,6 | 13,07 | 10,2 |
|  | 9 | 105,7 | 81 | 951,3 | 18,0 | 4,08 | 6,8 |
|  | 10 | 109,9 | 100 | 1099 | 56,3 | 7,58 | 5,8 |
|  | 11 | 97,1 | 121 | 1068,1 | 22,6 | 4,81 | 6,8 |
|  | 12 | 92,9 | 144 | 1114,8 | 97,4 | 9,69 | 0,3 |
|  | 13 | 114,9 | 169 | 1493,7 | 160,5 | 11,20 | 136,9 |
|  | 14 | 109,2 | 196 | 1528,8 | 39,6 | 6,39 | 9,0 |
|  | 15 | 95,6 | 225 | 1434 | 48,2 | 7,13 | 16,8 |
|  | 20 | 102,2 | 400 | 2044 | 0,2 | 0,37 | 114,5 |
|  | 21 | 99,2 | 441 | 2083,2 | 12,3 | 3,59 | 14,4 |
|  | 22 | 104,0 | 484 | 2288 | 1,0 | 1,05 | 59,3 |
|  | 23 | 112,3 | 529 | 2582,9 | 87,6 | 8,19 | 166,4 |
|  | 24 | 98,8 | 576 | 2371,2 | 23,7 | 4,49 | 49,0 |
| Сумма | 230 | 2035,2 | 3670 | 23588 | 1008,3 | 122,49 | 778,2 |
| Среднее | 11,5 | 101,8 | 183,5 | 1179,4 | 50,4 | 6,12 | 38,91 |

Вычислим параметры уравнения тренда.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image082.gif= 0,17.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image083.gif= 99,85.В результате получим уравнение тренда:*T* = 99,85 + 0,17×*T*.Подставляя в это уравнение значения *T* = 1,2,…,16, найдем уровни *T* для каждого момента времени (гр. 5 табл. 2.3).***Шаг 5*.** Найдем уровни ряда, умножив значения *T* на соответствующие значения сезонной компоненты (гр. 6 табл. 2.3). На одном графике откладываем фактические значения уровней временного ряда и теоретические, полученные по мультипликативной модели.https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image084.gifРасчет ошибки в мультипликативной модели произведем по формуле:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image085.gifСредняя абсолютная ошибка составила 1,0011 (см. гр. 7 табл. 2.3).Рассчитаем сумму квадратов абсолютных ошибок https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image079.gif.Используя 5-й столбец таблицы 2.4, получим:https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image086.gif= 7,099.Рассчитаем среднюю относительную ошибку: https://matica.org.ua/images/stories/Kat1/image080.gif.Используя 6-й столбец таблицы 2.4, получим, что средняя относительная ошибка составила 6,12%, т. е. построенная модель достаточно точно описывает динамику данного явления.

|  |
| --- |
|  |

 |