МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Тульский государственный университет»

Кафедра «Финансы и менеджмент»

**методические указания**

с вариантами заданий для выполнения контрольно-курсовых

 работ по эконометрике

**для студентов экономических специальностей РЦПК**

Тула 2013

Методические указания составлены доц. Гучек Н.Е и обсуждены на заседании кафедры «Финансы и менеджмент» факультета Экономики и менеджмента,

протокол № \_\_1\_\_ от « \_30\_ » \_\_августа\_\_ 2013 г.

зав. каф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.А Федорова

Методические указания пересмотрены и утверждены на заседании кафедры «Финансы и менеджмент» факультета Экономики и менеджмента,

протокол № \_\_\_\_ от « \_ » \_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_г.

зав. каф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.А Федорова

 В соответствии с учебным планом студенты экономического профиля по дисциплине «Эконометрика» должны выполнить контрольно-курсовую работу, в которой они должны продемонстрировать умение применять знания, полученные на лекционных и практических занятиях в результате изучения данного курса.Задача ККР – выработать у студентов твердые навыки исследования и решения определенного круга задач, привить способность к аналитическому мышлению и умению работать со специальной справочной литературой и таблицами.

**Задание для ККР**

Экономист, изучая зависимость уровня издержек обращения  (тыс. руб.) от объема товарооборота  (тыс. руб.), обследовал 10 магазинов, торгующих одинаковым ассортиментом товаров, и получил следующие данные (таблица 1).

**Задание:** 1.Постройте поле корреляции и сформулируйте гипотезу о форме связи.

 2. Рассчитайте параметры уравнений линейной, степенной и гиперболической регрессии.

 3. Оцените тесноту связи с помощью показателей корреляции и детерминации.

 4. Дайте с помощью среднего коэффициента эластичности сравнительную оценку силы связи фактора с результатом.

 5.Оцените с помощью средней ошибки аппроксимации качество уравнений регрессии.

 6.Оцените с помощью F-критерия Фишера статистическую надежность результатов регрессионного моделирования. По значениям характеристик, рассчитанных в п.п. 3-5 и данном пункте, выберите лучшее уравнение регрессии и дайте обоснование этого шага.

 7.Для выбранной лучшей модели постройте таблицу дисперсионного анализа и найдите доверительные интервалы для параметров регрессии и коэффициента корреляции.

 8. Сделать прогноз значения  при  (см. задание) и найти доверительные интервалы прогноза для двух уравнений регрессии

 .

 9. Оценить полученные результаты и сделать вывод.

Исходные данные для тридцати одного варианта приведены в табл.1.

Таблица 1.

| № вар-та | № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | х\* |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Х | 110 | 85 | 70 | 105 | 150 | 90 | 60 | 140 | 100 | 115 | 130 |
| У | 6,1 | 4,2 | 2,9 | 5,8 | 8,3 | 5,2 | 3,4 | 7,5 | 4,9 | 5,4 |
| 2 | Х | 80 | 60 | 100 | 130 | 120 | 50 | 90 | 150 | 70 | 125 | 120 |
| У | 4,2 | 4,9 | 7,2 | 9,1 | 6,4 | 3,9 | 5,1 | 8,4 | 3,5 | 8,7 |
| 3 | Х | 160 | 120 | 110 | 80 | 90 | 130 | 150 | 70 | 100 | 60 | 130 |
| У | 12,5 | 9,3 | 9,2 | 5,1 | 7,5 | 11,6 | 13,1 | 5,2 | 7,9 | 4,4 |
| 4 | Х | 50 | 130 | 100 | 80 | 90 | 70 | 150 | 60 | 140 | 110 | 120 |
| У | 4,2 | 10,8 | 9,6 | 6,3 | 7,4 | 6,2 | 11,4 | 3,3 | 12,2 | 10,5 |
| 5 | Х | 60 | 90 | 150 | 65 | 110 | 120 | 70 | 130 | 100 | 140 | 125 |
| У | 1,9 | 6,1 | 12,8 | 2,8 | 8,4 | 9,6 | 3,4 | 11,2 | 6,7 | 12,6 |
| 6 | Х | 70 | 110 | 85 | 70 | 100 | 90 | 120 | 80 | 130 | 110 | 140 |
| У | 2,8 | 3,5 | 2,4 | 3,6 | 3,4 | 3,2 | 3,6 | 2,5 | 4,1 | 3,3 |
| 7 | Х | 80 | 60 | 100 | 70 | 50 | 110 | 90 | 40 | 75 | 105 | 120 |
| У | 4,2 | 4,0 | 4,5 | 3,6 | 3,4 | 5,2 | 3,9 | 3,1 | 3,3 | 4,9\* |
| 8 | Х | 100 | 110 | 60 | 120 | 70 | 80 | 130 | 75 | 105 | 50 | 140 |
| У | 3,8 | 4,4 | 3,2 | 4,8 | 3,0 | 3,5 | 4,5 | 3,3 | 4,1 | 3,1 |
| 9 | Х | 120 | 85 | 110 | 70 | 115 | 90 | 60 | 55 | 100 | 130 | 125 |
| У | 4,0 | 3,6 | 4,0 | 2,6 | 4,3 | 3,4 | 2,9 | 2,5 | 3,0 | 4,5 |
| 10 | Х | 140 | 110 | 120 | 90 | 130 | 80 | 100 | 75 | 135 | 60 | 125 |
| У | 5,4 | 4,1 | 5,6 | 3,3 | 4,2 | 2,9 | 3,6 | 2,5 | 4,9 | 3,0 |
| 11 | Х | 115 | 90 | 75 | 110 | 155 | 95 | 65 | 145 | 105 | 120 | 130 |
| У | 6,2 | 4,3 | 3,0 | 5,9 | 8,4 | 6,3 | 3,5 | 7,6 | 5,0 | 5,5 |
| 12 | Х | 85 | 65 | 105 | 135 | 125 | 55 | 95 | 155 | 75 | 130 | 120 |
| У | 4,3 | 5,0 | 7,3 | 9,2 | 6,5 | 4,0 | 5,2 | 8,5 | 3,6 | 8,8 |
| 13 | Х | 165 | 125 | 115 | 85 | 95 | 135 | 155 | 75 | 105 | 65 | 110 |
| У | 12,6 | 9,4 | 9,3 | 5,2 | 7,6 | 11,7 | 13,2 | 5,3 | 8,0 | 4,5 |
| 14 | Х | 55 | 135 | 105 | 85 | 195 | 75 | 155 | 65 | 145 | 115 | 120 |
| У | 4,3 | 10,9 | 9,7 | 6,4 | 7,5 | 6,3 | 11,5 | 3,4 | 12,3 | 10,6 |
| 15 | Х | 65 | 95 | 155 | 70 | 105 | 125 | 75 | 135 | 105 | 145 | 140 |
| У | 3,0 | 7,2 | 11,9 | 6,4 | 7,3 | 8,5 | 4,9 | 11,3 | 6,8 | 10,7 |
| 16 | Х | 75 | 115 | 90 | 70 | 105 | 95 | 125 | 85 | 135 | 115 | 120 |
| У | 2,9 | 3,6 | 2,5 | 2,2 | 3,5 | 3,3 | 3,7 | 2,6 | 4,2 | 3,4 |
| 17 | Х | 85 | 65 | 105 | 75 | 55 | 115 | 95 | 45 | 80 | 110 | 130 |
| У | 4,3 | 4,1 | 4,6 | 3,7 | 3,5 | 5,3 | 40 | 3,2 | 3,4 | 5,0 |
| 18 | Х | 105 | 115 | 65 | 125 | 75 | 85 | 135 | 80 | 110 | 55 | 140 |
| У | 3,9 | 4,5 | 3,3 | 4,9 | 3,1 | 3,6 | 4,6 | 3,4 | 4,2 | 3,2 |
| 19 | Х | 125 | 90 | 115 | 75 | 120 | 95 | 65 | 60 | 105 | 135 | 130 |
| У | 4,1 | 3,7 | 4,1 | 2,7 | 4,4 | 3,5 | 3,0 | 2,6 | 3,1 | 4,6 |
| 20 | Х | 145 | 115 | 125 | 95 | 135 | 85 | 105 | 80 | 140 | 65 | 120 |
| У | 5,5 | 4,2 | 5,7 | 3,3 | 4,3 | 3,0 | 3,7 | 2,6 | 5,0 | 3,1 |
| 21 | У | 5 | 11 | 15 | 17 | 20 | 22 | 25 | 27 | 30 | 35 | 46 |
| Х | 70 | 65 | 55 | 60 | 50 | 35 | 40 | 30 | 25 | 32 |
| 22 | Х | 80 | 60 | 100 | 130 | 120 | 50 | 90 | 150 | 70 | 125 | 105 |
| У | 6,0 | 6,3 | 8,2 | 10,1 | 7,4 | 4,9 | 6,1 | 9,4 | 4,5 | 9,7 |
| 23 | У | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Х | 60 | 70 | 65 | 60 | 50 | 40 | 30 | 25 | 20 | 30 |
| 24 | Х | 100 | 110 | 60 | 120 | 70 | 80 | 130 | 85 | 110 | 60 | 125 |
| У | 2,8 | 4,6 | 3,4 | 4,9 | 3,0 | 3,5 | 4,5 | 3,3 | 4,5 | 3,2 |
| 25 | Х | 105 | 115 | 95 | 85 | 125 | 70 | 115 | 75 | 90 | 135 | 110 |
| У | 3,5 | 3,4 | 3,2 | 2,6 | 3,7 | 2,2 | 3,6 | 2,9 | 2,5 | 4,2 |
| 26 | Х | 115 | 100 | 140 | 60 | 90 | 150 | 105 | 70 | 85 | 110 | 130 |
| У | 5,4 | 4,8 | 7,6 | 3,5 | 5,3 | 8,2 | 5,7 | 2,9 | 4,3 | 6,2 |
| 27 | Х | 125 | 70 | 150 | 90 | 50 | 120 | 130 | 100 | 60 | 80 | 120 |
| У | 8,6 | 3,5 | 8,8 | 5,1 | 3,9 | 7,4 | 9,1 | 7,2 | 4,9 | 4,8 |
| 28 | Х | 60 | 100 | 70 | 150 | 130 | 90 | 80 | 110 | 120 | 160 | 130 |
| У | 4,4 | 7,8 | 5,2 | 13,1 | 11,6 | 7,6 | 5,1 | 9,2 | 9,4 | 12,4 |
| 29 | Х | 110 | 140 | 60 | 150 | 70 | 90 | 80 | 100 | 130 | 50 | 120 |
| У | 10,5 | 12,2 | 3,3 | 11,4 | 6,2 | 7,4 | 6,3 | 9,6 | 10,8 | 4,2 |
|  30 | Х | 120 | 110 | 90 | 70 | 85 | 115 | 60 | 55 | 100 | 130 | 125 |
| У | 5,6 | 4,1 | 3,4 | 2,6 | 3,6 | 4,3 | 2,9 | 2,5 | 3,0 | 4,5 |
| 31 | Х | 140 | 100 | 130 | 120 | 70 | 110 | 65 | 150 | 90 | 60 | 125 |
| У | 12,3 | 6,7 | 11,2 | 9,6 | 3,4 | 8,4 | 2,8 | 13,0 | 6,1 | 1,9 |

***Выполнение и оформление работы*** (рассмотрим для варианта 31)

1. Построим диаграмму рассеивания по исходным данным для своего варианта

 ***Y***

 10 5 50 100 150 X

Из диаграммы следует, что между показателями  и  действительно наблюдается зависимость. Но сделать вывод какая именно, трудно, поэтому рассмотрим все три регрессии, а затем выберем лучшую.

**А) Рассмотрим линейную регрессию.**

Составим исходную расчетную таблицу. Для удобства можно добавить в нее еще два столбца: , чтобы сразу получить общую сумму квадратов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Объем товарооборота  (тыс. руб.) | Издержки  (тыс. руб.) |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 140 | 12,6 | 19600 | 158,76 | 1764 | 12,2 | +0,4 | 0,16 | 3,17 |
| 2 | 100 | 6,7 | 10000 | 44,89 | 670 | 7,2 | -0,5 | 0,25 | 7,46 |
| 3 | 130 | 11,2 | 16900 | 125,44 | 1456 | 10,9 | +0,3 | 0,09 | 2,68 |
| 4 | 120 | 9,6 | 14400 | 92,16 | 1152 | 9,6 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 70 | 3,4 | 4900 | 11,56 | 238 | 3,3 | 0,1 | 0,01 | 2,94 |
| 6 | 110 | 8,4 | 12100 | 70,56 | 924 | 8,4 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 65 | 2,8 | 4225 | 7,84 | 182 | 2,7 | 0,1 | 0,01 | 3,57 |
| 8 | 150 | 13,0 | 22500 | 169 | 1950 | 13,4 | -0,4 | 0,16 | 3,08 |
| 9 | 90 | 6,1 | 8100 | 37,21 | 549 | 5,9 | 0,2 | 0,04 | 3,28 |
| 10 |  60 | 1,9 | 3600 | 3,61 | 114 | 2,1 | -0,2 | 0,04 | 10,53  |
| Итого | 1035 | 75,7 | 116325 | 721,03 | 8999 | 75,7 | 0 | 0,76 | 36,71 |
| Сред.зн. | 103,5 | 7,57 | 11632,5 | 72,1 | 899,9 | 7,57 |  - |  - | 3,671 |

Функция издержек выразится зависимостью: **.**

Для определения коэффициентов «a» и «b» воспользуемся методом наименьших квадратов (МНК):

(1) 

Домножим уравнение (1) системы на (-103,5), получим систему, которую решим методом алгебраического сложения.

 

 9202,5b = 1164,05или b = 0,12649.

Коэффициент корреляции b можно находить по формуле (2), не решая систему (1) непосредственно:

(2) , 

Результат аналогичен.

Теперь найдем коэффициент «a» из уравнения (1) системы (1):

10a = 75,7-1035b; 10a = 75,71035\*0,12649; 10a =- 55,2;

a = -5,52.

Или можно «a» вычислить по формуле (3) ,

 .

Уравнение регрессии будет иметь вид:  = -5,52 + 0,126 x

Затем, подставляя различные значения  из столбца 2, получим теоретические значения  для столбца 7:

,

аналогично для **… и **.

В столбце 8 находим разность текущего значения  и  (теоретического), найденного по формуле (4).

Для расчета используем следующие формулы:

, , ,

, , .

Коэффициент аппроксимации определим по формуле:

.

Средняя ошибка аппроксимации:

.

Допустимый предел значений  - не более 10 %, это говорит о том, что уравнение регрессии точно аппроксимирует исходную зависимость.

Тесноту связи изучаемых явлений оценивает линейный коэффициент парной корреляции . Найдем его по формуле для 

.

Коэффициент . Характер связи устанавливается по таблице Чеддока:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диапазонизмерения | 0,1-0,3 | 0,3-0,5 | 0,5-0,7 | 0,7-0,9 | 0,9-0,99 |
| Характер теснотысвязи | слабая | умеренная | заметная | высокая | весьмавысокая |

В примере получилась связь прямая, весьма высокая.

Для вычисления коэффициента , используются и другие формулы:

.

3. Дисперсионный анализ. Общая сумма квадратов отклонений (т.е. общая дисперсия ) равна:

,

где  - общая сумма квадратов отклонений,

 - сумма отклонений, обусловленная регрессией (факторная),

 - остаточная сумма квадратов отклонений.

.

Остаточная сумма  определена в таблице в 9 столбце и равна 0,76. Тогда объясненная (факторная) сумма квадратов будет равна 

Долю дисперсии, объясняемую регрессией, в общей доле дисперсии  характеризует индекс детерминации . Он определяется отношением объясненной дисперсии к общей .

Качество всего уравнения регрессии в целом, проверяется F-тестом.

Составим таблицу дисперсионного анализа:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Источники вариации | Число степеней свободы | квадр.отклонений. | Дисперсия на 1 степ. свободы. | F отн |
| Факт | табл. (0,05) |
| общая | 9 | 147,98 | 147,22 | 1549,68 | 5,32 |
| объясненная | 1 | 147,22 |
| остаточная | 8 | 0,76 | 0,095 |

Fтабл определяем по [1] в зависимости от уровня значимости (α = 0,05) и числа степеней свободы (df=8). Fтабл=5,32.

F-тест состоит в проверке гипотезы Но о статистической незначимости уравнения регрессии и показателя тесноты связи rху.

Если Fфакт >Fтабл (1549>5,32), то гипотеза Но о случайной природе оцениваемых характеристик отклоняется и признается их значимость и надежность.

**Б) Степенная регрессия **

Для того, чтобы построить степенную модель, необходимо линеаризовать переменные путем логарифмирования обеих частей уравнения :



Пусть   , тогда 

Рассчитываем  и b по формулам:

 

Все необходимые расчеты представлены в таблице 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *x* | *y* | *X* | *Y* | *XY* | *X2* | *Y2* |  |  |  | *Ai* |
| 1 | 140 | 12,6 | 4,9416 | 2,5337 | 12,2053 | 24,4198 | 6,4196 | 11,6 | 1,0 | 1,0 | 7,9 |
| 2 | 100 | 6,7 | 4,6052 | 1,9021 | 8,7596 | 21,2076 | 3,6180 | 6,7 |  0 | 0 | 0 |
| 3 | 130 | 11,2 | 4,8675 | 2,4159 | 11,7594 | 23,6929 | 5,8366 | 10,7 | 0,5 | 0,25 | 3.73 |
| 4 | 120 | 9,6 | 4,7875 | 2,2617 | 10,8282 | 22,9201 | 5,1156 | 9,3 |  0,3 | 0,09 | 0,93 |
| 5 | 70 | 3,4 | 4,2485 | 1,2237 | 5,1702 | 18,0497 | 1,4976 | 3,7 | 0,3 | 0,09 | 2,64 |
| 6 | 110 | 8,4 | 4,7005 | 2,1282 | 10,0037 | 22,0945 | 4,5294 | 7,8 | 0,6 | 0,36 | 4,28 |
| 7 | 65 | 2,8 | 4,1744 | 1,0296 | 4,2980 | 17,4255 | 1,0601 | 3,4 | - 0,6 | 0,36 | 12,8 |
| 8 | 150 | 13,0 | 5,0106 | 2,5649 | 12,8519 | 25,1065 | 6,5790 | 12,9 | 0,1 | 0,01 | 0,08 |
| 9 | 90 | 6,1 | 4,4998 | 1,8083 | 8,1369 | 20,2483 | 3,2699 | 5,7 |  0,4 | 0,16 | 2,62 |
| 10 | 60 | 1,9 | 4,0943 | 0,6418 | 2,6279 | 16,7637 | 0,4120 | 2,9 | - 1,0 | 1,0 | 52,6 |
| Итого | 1035 | 75,7 | 45,9299 | 18,5099 | 86,6419 | 211,9286 | 37,9258 | 74,7 | 1,6 | 3,32 | 87,59 |
| Средн.зн. | 103,5 | 7,57 | 4,59299 | 1,85099 | 8,66419 | 21,19286 | 3,79258 |  |  |  | 8,759 |

Параметры будут равны: 

Подставим их в уравнение и получим линейное уравнение:



Потенцируя которое, получим:



По этому уравнению заполняется вторая половина таблицы.

**В) Уравнение гиперболы **

Линеаризуется при замене , тогда 

Все необходимые расчеты представим в таблице 6.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | *x* | *y* |  |  |  |  |  |  | *Ai* |
| 1 | 140 | 12,6 | 0,0071429 | 0,05 | 0,000051 | 10,7 | 1,9 | 3,61 | 15 |
| 2 | 100 | 6,7 | 0,01 | 0,067 | 0,0001 | 8,1 | -1,4 | 1,96 | 20 |
| 3 | 130 | 11,2 | 0,007692 | 0,086154 | 0,000059 | 10,3 | 0,9 | 0,81 | 8 |
| 4 | 120 | 9,6 | 0,008333 | 0,08 | 0,000069 | 9,6 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 70 | 3,4 | 0,014286 | 0,048571 | 0,000204 | 4,2 | -0,8 | 0,64 | 23 |
| 6 | 110 | 8,4 | 0,009091 | 0,076364 | 0,000083 | 8,9 | -0,5 | 0,25 | 5,9 |
| 7 | 65 | 2,8 | 0,015385 | 0,043077 | 0,000237 | 3,2 | -0,4 | 0,16 | 14 |
| 8 | 150 | 13,0 | 0,006667 | 0,086667 | 0,000044 | 11,3 | 1,7 | 2,89 | 13 |
| 9 | 90 | 6,1 | 0,011111 | 0,067778 | 0,000125 | 7,1 | -1 | 1 | 16 |
| 10 | 60 | 1,9 | 0,016667 | 0,031667 | 0,000278 | 2 | -0,1 | 0,01 | 5,2 |
| Сумма | 1035 | 75,7 | 0,106375 | 0,434124 | 0,001537 | 75,5 |  | 11,33 | 120,1 |
| Ср. знач. | 103,5 | 7,57 | 0,0106375 | 0,0434124 | 0,000154 |  |  |  | 12 |

Найдем параметры  и , используя МНК.

Для этого решим систему (1), учитывая, что .

Таким образом, получили систему уравнений:

::

 Можно воспользоваться формулами.

 

Итак, получим уравнение:

.

Оценим тесноту связи результативным фактором и факторным признаком с помощью индекса корреляции  (для нелинейных моделей) и коэффициента детерминации , которые рассчитываются по следующим формулам:

,



Для степенной регрессии: 

Для гиперболы получим: 

Найдем средний коэффициент эластичности по формулам, представленным в таблице 7.

Таблица 7

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид регрессии** | **Формула для расчета** |
| Линейная |  |
| Степенная |  |
| Гиперболическая |  |

Найдем среднюю ошибку аппроксимации по формуле:

, где .

Оценим статистическую надежность результатов регрессионного моделирования с помощью F-критерия Фишера:

.

Для степенной регрессии имеем:

.

Для гиперболы

.

Для линейном модели уже строили таблицу дисперсионного анализа

Для сравнения полученных уравнений регрессии построим следующую таблицу:

Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид регрессии | ,  | R2, r2 |  |  | F |  |
| Линейная | 0,997 | 0,994 | 3,67 | 1,3973 | 1549 | 0,76 |
| Степенная | 0,988 | 0,978 | 8,76 | 1,2558 | 355,64 | 3,32 |
| Гиперболическая | 0,961 | 0,923 | 12 | 1,0796 | 95,90 | 11,33 |

Из итоговой таблицы видно, что коэффициент корреляции наибольший для линейной регрессии, коэффициент детерминации max, а коэффициент аппроксимации минимален, поэтому можно сделать вывод: наиболее сильное влияние на уровень издержек в зависимости от товарооборота получается при использовании в качестве аппроксимирующей функции линейную функцию.

Для всех моделей , следовательно, все модели являются адекватными.

Из таблицы видно, что лучшим уравнением регрессии является линейная функция, так как коэффициент детерминации для этой функции является наибольшим из представленных в таблице, сумма квадратов отклонений фактических значений результативного признака от расчетных является наименьшей и средний коэффициент аппроксимации является наименьшим.

Если получается, что коэффициент детерминации для нелинейной регрессии  больше  коэффициента детерминации для линейной регрессии, надо рассмотреть модуль . Если разность небольшая, т.е. условие модуля выполняется, то все равно выбираем линейную регрессию для дальнейших расчетов.

 Чем больше кривизна линии регрессии, тем <. Если  превышает 0,1, то предположение о линейной форме связи считается не оправданным. В этом случае проводится оценка существенности различия  по критерию Стьюдента. 



- ошибка разности между  и 

 

Если t < 2, то различия между  и несущественны, и возможно применение линейной регрессии.

Если t >2, то различия существенны и замена нелинейной регрессии уравнением линейной функции невозможна.

В нашем примере лучшей является линейная модель. Для линейной регрессии выполним дальнейшие расчеты.

Для оценки статистической значимости коэффициентов регрессии и корреляции рассчитывают t-критерий.

Оценка значимости коэффициентов регрессии и корреляции с помощью t-критерия Стьюдента проводится путем сопоставления их значений с величиной случайной ошибки:

, , .

;

,

где , или из табл. дисперсионного анализа (0,095).

, .

Для примера определим стандартную ошибку для параметра «b»:



Критерий Стьюдента для параметра «b» равен 39,5.

Связь между F-критерием Фишера и t-статистикой Стьюдента выражается равенством:

, 39,52=1560.

Табличное значение tтабл критерия Стьюдента определяем по [1] для и уровня значимости 0,05 и числа степеней свободы df = 8, , т.к. > , то гипотезу о несущественности коэффициента регрессии можно отклонить.

Для расчета доверительного интервала определяем предельную ошибку  для каждого показателя:





Доверительный интервал,, .

Для расчета доверительного интервала для параметра а, найдем:



, т.к. критерий Стьюдента двусторонний, а параметр а - отрицательный, то он значим. Найдем для него доверительный интервал:



Найдем доверительный интервал для параметра r:





Если в границы доверительного интервала попадает ноль, т.е. нижняя граница отрицательная, а верхняя положительная, то оцениваемый параметр принимается нулевым, т.к. не может одновременно принимать и положительное и отрицательное значения.

Прогнозное значение  определяется путем подстановки в уравнение регрессии:





Вычислим ошибку прогноза для уравнения :

.

И для уравнения :

(\*) ,

,

.

Для \* ,

,

,

,

,

.

Для уравнения с :

,

.

 **Библиографический список рекомендуемой литературы**

1. Новиков А.И. Эконометрика:Учеб.пособие. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 144 с.

2. Доугерти К. Введение в эконометрику. - М.: ИНФРА-М, 2001. - XIV, - 402с.

3 Елисеева И.И. Эконометрика: Учебник. - М.: Финансы и статистика, 2007.-576 с.

4. Елисеева И.И., Курышева С.В., Гордиенко Н.М. Практикум по эконометрике: Учебное пособие. - М.: Финансы и статистика, 2008 - 344 с.

5. Магнусян Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. - М.: Дело, 2001. - 454 с.

 6. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 573 с.

 7. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 435 с.

 8. Домбровский В.В. Эконометрика – М.: Новый учебник, 2004. – 342 с.