Министерство образования и науки Украины

ДонГТУ

Кафедра экономической кибернетики

Контрольная работа

по предмету «Эконометрия»

Вариант № 1

Выполнил:

Ст.гр. МВД-05-1

Бурмистрова А,

Проверила:

Якимова Л.П.

Алчевск 2008

**Условие задачи**

По статистическим данным для 9 предприятий общественного питания за год построить линейную двухфакторную модель, которая характеризует зависимость между уровнем рентабельности (%), относительным уровнем затрат оборота (%) и трудоемкостью предприятий. Прогнозные значения факторов выбрать самостоятельно. Сделать экономический анализ характеристик взаимосвязи.

Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Рентабельность | Затраты оборота | Трудоемкость |
| 1 | 2,48 | 16,8 | 117,7 |
| 2 | 2,62 | 16,9 | 97,5 |
| 3 | 2,88 | 16,1 | 113,7 |
| 4 | 2,68 | 15 | 122,3 |
| 5 | 2,52 | 18 | 102 |
| 6 | 2,74 | 17,2 | 106,7 |
| 7 | 2,56 | 17,1 | 108,5 |
| 8 | 2,68 | 16,4 | 114,3 |
| 9 | 2,55 | 16,7 | 94,3 |

**Построение и анализ классической многофакторной линейной эконометрической модели**

**1. Спецификация модели**

**1.1 Идентификация переменных**

Многофакторная линейная эконометрическая модель устанавливает линейную зависимость между одним показателем и несколькими факторами.

Y – рентабельность – результирующий показатель;

Х1 – затраты оборота – показатель-фактор;

Х2 – трудоемкость – показатель-фактор.

Таблица 1 – Исходные данные и элементарные превращения этих данных для оценки модели.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Y | X1 | X2 | Y\*X1 | Y\*X2 | X1\*X2 | Y\*Y | X1\*X1 | X2\*X2 |
| 1 | 2,48 | 16,8 | 117,7 | 41,664 | 291,896 | 1977,4 | 6,1504 | 282,24 | 13853,29 |
| 2 | 2,62 | 16,9 | 97,5 | 44,278 | 255,45 | 1647,8 | 6,8644 | 285,61 | 9506,25 |
| 3 | 2,88 | 16,1 | 113,7 | 46,368 | 327,456 | 1830,6 | 8,2944 | 259,21 | 12927,69 |
| 4 | 2,68 | 15 | 122,3 | 40,2 | 327,764 | 1834,5 | 7,1824 | 225 | 14957,29 |
| 5 | 2,52 | 18 | 102 | 45,36 | 257,04 | 1836 | 6,3504 | 324 | 10404 |
| 6 | 2,74 | 17,2 | 106,7 | 47,128 | 292,358 | 1835,2 | 7,5076 | 295,84 | 11384,89 |
| 7 | 2,56 | 17,1 | 108,5 | 43,776 | 277,76 | 1855,4 | 6,5536 | 292,41 | 11772,25 |
| 8 | 2,68 | 16,4 | 114,3 | 43,952 | 306,324 | 1874,5 | 7,1824 | 268,96 | 13064,49 |
| 9 | 2,55 | 16,7 | 94,3 | 42,585 | 240,465 | 1574,8 | 6,5025 | 278,89 | 8892,49 |
| ∑ | 23,71 | 150,2 | 977 | 395,311 | 2576,513 | 16266 | 62,5881 | 2512,16 | 106762,64 |
| Средн. | 2,63444 | 16,6889 | 108,555556 | 43,92344 | 286,27922 | 1807,3 | 6,9542333 | 279,129 | 11862,516 |

**1.2 Оценка тесноты связи между показателем Y и факторами Х1 и Х2, а также межу факторами. (Диаграмма рассеяния).**

Связь тесная обратная.

Связь обратная.

Связь тесная прямая.

|  |  |
| --- | --- |
| Прозноз |  |
| 1)Отношение Х1 и У |
| r=-0,5 |  |  |
| 2)Отношение Х1 и Х2 |
| r=-0,4 |  |  |
| 3)Отношение У и Х2 |
| r=0,5 |  |  |

**1.2.1 Парные коэффициенты корреляции, корреляционная матрица**

Для оценки тесноты связи между показателем Y и факторами Х1 и Х2, а также между факторами вычисляем парные коэффициенты корреляции, а потом составляем корреляционную матрицу, учитывая ее особенности:

- корреляционная матрица является симметричной;

- на главной диагонали размещены единицы.

Парные коэффициенты корреляции вычисляем по формулам:

 - среднее квадратическое отклонение показателя Y;

 - среднее квадратическое отклонение фактора X1;

 - среднее квадратическое отклонение фактора X2;

 - дисперсия показателя Y;

 - дисперсия показателя X1;

 - дисперсия показателя X2;

 - коэффициент ковариации признаков Y и Х1;

 - коэффициент ковариации признаков Y и Х2;

 - коэффициент ковариации признаков X1 и Х2;

Таблица 2 – Расчет парных коэффициентов корреляции

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  По формуле  |   | Мастерфункций |   |
| Дисперсия У | Ср. кв. отклон У | Дисперсия У | Ср. кв. отклон У |
| 0,013935802 | 0,11805 | 0,013935802 | 0,11805 |
| Дисперсия Х1 | Ср. кв. отклон Х1 | Дисперсия Х1 | Ср. кв. отклон Х1 |
| 0,609876543 | 0,780945928 | 0,609876543 | 0,780945928 |
| Дисперсия Х2 | Ср. кв. отклон Х2 | Дисперсия Х2 | Ср. кв. отклон Х2 |
| 78,20691358 | 8,843467283 | 78,20691358 | 8,843467283 |
| Ковариация УХ1 |   | Ковариация УХ1 |   |
| -0,042506173 |   | -0,042506173 |   |
| Ковариация УХ2 |   | Ковариация УХ2 |   |
| 0,295641975 |   | 0,295641975 |   |
| Ковариация Х1Х2 |   | Ковариация Х1Х2 |   |
| -4,327160494 |   | -4,327160494 |   |

**Коэффициэнты парной корреляции**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| rух1 | -0,461068071 |  | rух1 | -0,461068 |
| rух2 | 0,283189751 |  | rух2 | 0,28319 |
| rух1х2 | -0,626555382 |  | rух1х2 | -0,626555 |

**Корреляционная матрица**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | -0,46107 | 0,28319 |
| -0,46107 | 1 | -0,62656 |
| 0,28319 | -0,62656 | 1 |

**1.2.2 Коэффициенты частичной корреляции**

В многомерной модели коэффициенты парной корреляции измеряют нечистую связь между факторами и показателем. Поэтому при построении двухфакторной модели целесообразно оценить связь между показателем и одним фактором при условии, что влияние другого фактора не считается. Для измерения такой чистой связи вычисляют коэффициенты частичной корреляции.

Формула частичного коэффициента корреляции между признаками Хi и Xjимеет вид:

где - алгебраические дополнения соответствующих элементов корреляционной матрицы.

Во время построения двухфакторной модели коэффициенты частичной корреляции рассчитываются по формулам:



Для проверки полученных коэффициентов рассчитаем их матричным методом по формуле:

где - элементы матрицы обратной корреляционной матрицы R.

Таблица 3 – Расчеты коэффициентов частичной корреляции

|  |  |
| --- | --- |
| По определению  | Матричный метод |
| ryx1(x2) | -0,3794576 |  | -0,379460035 |
| ryx2(x1) | -0,0082345 |  | -0,010381071 |
| rx1x2(y) | -0,7171655 |  | -0,734325768 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Корреляционная матрица, R |  |  | Матрица, обратная корреляционной, C |
|   | y | x1 | x2 |  |   |   |   |  |
| y | 1 | -0,46107 | 0,28319 |  | 1,27007 | 0,5930539 | 0,01191404 |  |
| x1 | -0,46107 | 1 | -0,62656 |  | 0,59305 | 1,9232255 | 1,0370692 |  |
| x2 | 0,28319 | -0,62656 | 1 |  | 0,01191 | 1,0370692 | 1,64641214 |  |

Значения коэффициентов, полученные двумя методами, совпали.

**1.2.3 Выводы о том, являются ли факторы ведущими и возможной мультиколлинеарности**

С помощью полученных корреляционной матрицы и коэффициентов частичной корреляции можно сделать выводы о значимости факторов и проверить факторы на мультиколлинеарность - линейную зависимость или сильную корреляцию.

1)Поскольку коэффициент парной корреляции между затратами оборота и рентабельностью rух1=-0,46107 и соответствующий коэффициент частичной корреляции ryx1(х2)=-0,37946,это значит, что затраты оборота имеют обратное не значительное влияние на рентабельность.

2)Поскольку коэффициент парной корреляции между трудоемкостью и рентабельностью rух2=0,28319,а соответствующий коэффициент частичной корреляции rух2(х1)=-0,00823, то это свидетельствует о том, что трудоемкость не существенно влияет на рентабельность.

3)Поскольку коэффициент парной корреляции между существует средняя близкая к сильной обратная корреляционная зависимость, чистая связь между показателями отъемлемая факторами rх1х2=-0,62656,то это свидетельствует, что между факторами rх1х2(у)=-0,5828 также обратная средняя.

**1.3 Общий вид линейной двухфакторной модели и её оценка в матричной форме**

В общем виде многофакторная линейная эконометрическая модель записывается так:

В матричной форме модель и ее оценка будут записаны в виде:

 и ,

где У - вектор столбец наблюдаемых значений показателя;

У- вектор столбец оцененных значений фактора;

Х - матрица наблюдаемых значения факторов;

А - вектор столбец невидимых параметров;

А - вектор столбец оценок параметров модели;

е - вектор столбец остатков (отклонений).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2,48 |  |  | 1,0 | 16,8 | 117,7 |  |  |  |
|  | 2,62 |  |  | 1,0 | 16,9 | 97,5 |  |  |  |
|  | 2,88 |  |  | 1,0 | 16,1 | 113,7 |  |  |  |
|  | 2,68 |  |  | 1,0 | 15,0 | 122,3 |  |  |  |
| Y= | 2,52 |  | X= | 1,0 | 18,0 | 102,0 |  |  |  |
|  | 2,74 |  |  | 1,0 | 17,2 | 106,7 |  |  |  |
|  | 2,56 |  |  | 1,0 | 17,1 | 108,5 |  |  |  |
|  | 2,68 |  |  | 1,0 | 16,4 | 114,3 |  |  |  |
|  | 2,55 |  |  | 1,0 | 16,7 | 94,3 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Xtrans= | 16,8 | 16,9 | 16,1 | 15,0 | 18,0 | 17,2 | 17,1 | 16,4 | 16,7 |
|  | 117,7 | 97,5 | 113,7 | 122,3 | 102,0 | 106,7 | 108,5 | 114,3 | 94,3 |

**2. Оценка параметров модели 1МНК в матричной форме**

Предположим, что все предпосылки классической регрессионной модели выполняются и осуществим оценку параметров модели по формуле:

Алгоритм вычисления параметров модели

1. Вычисляем матрицу моментов Xt\*X, но сначала найдем транспонированную матрицу Хt.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 16,8 | 16,9 | 16,1 | 15,0 | 18,0 | 17,2 | 17,1 | 16,4 | 16,7 |
| 117,7 | 97,5 | 113,7 | 122,3 | 102,0 | 106,7 | 108,5 | 114,3 | 94,3 |

Xt\*X

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 9 | 150,2 | 977 |
| 150,2 | 2512,16 | 16266,1 |
| 977 | 16266,1 | 106763 |

1. Вычисляем матрицу ошибок



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 171,3396 | -6,807 | -0,53086 |
| -6,80699 | 0,29993 | 0,0166 |
| -0,53086 | 0,0166 | 0,00234 |

3. Находим матрицу-произведение Xt\*Y

|  |
| --- |
| 23,71 |
| 395,311 |
| 2576,513 |

4. Вычисляем вектор оценок параметров модели как произведение матрицы на матрицу Xt\*Y



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| По формуле |  |  | Регрессия коэффициенты |
| 3,826004 | а0 | У- пересечение | 3,826 |  |  |
| -0,07058 | а1 | Х1 |  | -0,07058 |  |  |
| -0,00013 | а2 | Х2 |  | -0,00013 |  |  |

Таким образом, оценка эконометрической модели имеет вид

y=3,826004-0,07058x1-0,00013x2

**3. Коэффициенты множественной детерминации и корреляции для оцененной модели**

**3.1 Расчет коэффициентов множественной детерминации и корреляции**

Для оценки степени соответствия полученной модели наблюдаемым данным, то есть предварительной оценки адекватности модели, вычисляем коэффициенты множественной детерминации и множественной корреляции.

Коэффициент множественной корреляции является степень соответствия оцененной модели фактическим данным и рассчитывается как коэффициент корреляции между y и .

Квадрат коэффициента множественной корреляции называется коэффициентом множественной детерминации. Коэффициент множественной детерминации характеризует часть дисперсии показателя у, что объясняется регрессией, т.е. вариацией факторов, которые входят в модель:

Коэффициент множественной корреляции удобно рассчитывать как корень из коэффициента множественной детерминации, т.е.

Алгоритм вычисления коэффициентов множественной детерминации и корреляции:

1. Скопируем с итогового листа инструмента анализа **Регрессия** – Регрессия значения столбцов Предсказанное У и Остатки в таблицу 4.

2. Вычислим среднее значение у расчетного

3. В третий столбец введем формулу общих отклонений у-уср. и просчитаем ее для всех наблюдений.

4. Вычислим суммы квадратов общих отклонений и отклонений, которые не объясняются регрессией (остатков).

5. Вычислим коэффициент множественной детерминации .

6. Рассчитаем коэффициент множественной корреляции R .

7. Для проверки полученных коэффициентов скопируем с итогового листа Регрессия значения ячеек R-квадрат и Множественный R . Значения совпали.

Таблица 4 – Расчет коэффициентов и



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Факт. | Предсказанное Y | Остатки | Y-Y |  |  |  |
|   | 2,48 | 2,625457299 | -0,1455 | -0,1544 |  |  |  |
|   | 2,62 | 2,620926931 | -0,0009 | -0,0144 |  |  |  |
|   | 2,88 | 2,675366933 | 0,20463 | 0,24556 | По формуле |   | Регрессия |
|   | 2,68 | 2,751933387 | -0,0719 | 0,04556 |   | R-квадрат |   |
|   | 2,52 | 2,54272099 | -0,0227 | -0,1144 | 0,2126 |   | 0,212637 |
|   | 2,74 | 2,598600237 | 0,1414 | 0,10556 |   | Коеф. мн. корреляций |   |
|   | 2,56 | 2,605433397 | -0,0454 | -0,0744 | 0,4611 |   | 0,461126 |
|   | 2,68 | 2,654116545 | 0,02588 | 0,04556 |  |  |  |
|   | 2,55 | 2,635444281 | -0,0854 | -0,0844 |  |  |  |
| СРЗНАЧ | 2,6344 | 2,634444444 |   |   |  |  |  |
| СУММКВ |   |   | 0,09875 | 0,12542 |  |  |  |

**3.2 Разложение коэффициента множественной детерминации на коэффициенты отдельной детерминации**

Для определения доли влияния каждого фактора на показатель используют коэффициенты отдельной детерминации.

**Коэффициентом отдельной детерминации** для фактора называется произведение коэффициента корреляции между фактором и показателем У на стандартизованный параметр регрессии :

,

Сумма коэффициентов отдельной детерминации равняется коэффициенту множественной детерминации:

Во время анализа двухфакторной модели коэффициенты отдельной детерминации рассчитываются по формулам:

Теперь рассчитаем коэффициенты отдельной детерминации по этим формулам. Полученное значение совпало с тем, которое рассчитали ранее.

Таблица 5 – Расчет коэффициентов отдельной детерминации

|  |  |
| --- | --- |
| d12 | 0,2153 |
| d22 | -0,003 |
| R2 | 0,2126 |

**3.3 Предварительные выводы об адекватности модели**

С помощью полученных коэффициентов множественной детерминации, корреляции и отдельной детерминации можно сделать предварительные выводы об адекватности модели.

1)Поскольку коэффициент множественной детерминации R =0,2126,то это свидетельствует про то, что вариация общих затрат на предприятиях на 21,26% определяется вариацией затрат оборота и трудоемкостью и на 78,74% вариацией показателей, которые не учитываются в модели.

2)Поскольку коэффициенты отдельной детерминации d1=0,2153, определяется вариацией затрат оборота.,027,то это свидетельствует о том, что вариация общих затрат на предприятиях на 21,53% определяется вариацией затрат3)Коэффициент множественной корреляции R =0,2126 характеризует слабую связь между общими затратами и факторами, которые их обуславливают. оборота.

**4. Оценка дисперсионно-ковариационной матрицы оценок параметров модели**

**4.1 Оценка дисперсии отклонений**

Вычислим оценку дисперсии отклонений по формуле ,

где - сумма квадратов отклонений;

n – количество наблюдений;

m – количество факторов модели.

Полученное значение проверим копированием с итогового листа **Регрессии** значение ячейки Остаток с таблицы дисперсийного анализа. Значения совпали.

Таблица 6 – Оценка дисперсии остатков

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| По формуле |   | Регрессия |
|   |   | MS |
| 0,0160563 | Остаток | 0,0164588 |

**4.2 Расчет дисперсии и ковариации оценок параметров модели**

Для получения оценок ковариаций и дисперсий оценок параметров модели необходимо сложить ковариационную матрицу по формуле:

Таблица 7 – Оценка ковариационной матрицы оценок параметров модели

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 171,339642 | -6,806989292 | -0,5309 |  | 2,82 | -0,1120349 | -0,00874 |
| 0,0164588 | -6,80698929 | 0,29993041 | 0,0166 |  | -0,112 | 0,0049365 | 0,000273 |
|  | -0,53085669 | 0,016595042 | 0,00234 |  | -0,009 | 0,0002731 | 3,85E-05 |

Мы получили дисперсии оценок параметров модели, которые расположены по главной диагонали:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| σ = | 2,82 | σ = | 0,0049365 | σ = | 3,85E-05 |

**4.3 Вычисление стандартных ошибок параметров и выводы о смещенности оценок параметров модели**

Стандартные ошибки параметров модели рассчитаем по формуле , , . Для получения стандартной ошибки оценки параметров а0 введем формулу возведения в степень 0,5. И аналогично получим стандартные ошибки оценок параметров а1 и а2. Для проверки полученных ошибок скопируем с итогового листа **Регрессия** значения ячеек столбца Стандартная ошибка. Значения совпали.

Сравним каждую стандартную ошибку с соответствующим значением оценки параметра с помощью формулы:

Таблица 8 – Расчет стандартных ошибок оценок параметров модели. Выводы о смещении оценок параметров модели

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Регрессия |  |  |  |
| По формуле | Стандартная ошибка | Выводы о смещённости оценок параметров модели |   |   |
| 1,67929891 | 1,67929891 | 38,967585 | Оценка смещена |   |
| 0,070260191 | 0,070260191 | -132,1707 | Оценка не смещена |   |
| 0,006204513 | 0,006204513 | 425,3525 | Оценка смещена |   |

**5. Проверка гипотез о статистической значимости оценок параметров модели на основе F- и t-критериев**

**5.1 Проверка адекватности модели по критерию Фишера**

Проверку адекватности модели по критерию Фишера проведем по представленному алгоритму.

**Шаг 1.** Формулирование нулевой и альтернативной гипотез.

, т.е. не один фактор модели не влияет на показатель.

 Хотя бы одно значение отменно от нуля, т.е.

**Шаг 2.** Выбор соответствующего уровня значимости.

Уровнем значимости называется вероятность сделать ошибку 1-го рода, т.е. отвергнуть правильную гипотезу. Величина называется уровнем доверия или доверительной вероятностью.

Выбираем уровень значимости , т.е. доверительная вероятность – Р=0,95

**Шаг 3.** Вычисление расчетного значения F-критерия.

Расчетное значение F-критерия определяется по формуле:

Для проверки полученного значения скопируем с итогового листа Регрессия расчетное значение F-критерия. Значения совпали

**Шаг 4.** Определение по статистическим таблицам F-распределения Фишера критического значения F-критерия.

Критическое значение F-критерия находим по статистическим таблицам F-распределения Фишера по соответствующим данным:

* доверительной вероятности Р=0,95 ;
* степеней свободы

Определяем табличное значение критерия =5,14

**Шаг 5.** Сравнение рассчетного значения F-критерия с критическим и интерпритация результатов.

Вывод о принятии нулевой гипотезы, т.е. об адекватности модели делаем с помощью встроенной логической функции ЕСЛИ.

Поскольку ,то отвергаем нулевую гипотезу про незначимость факторов с риском ошибиться не больше чем на 5% случаев, т.е. с надежностью Р=0,95 можно считать, что принятая модель адекватна статистическим данным и на основе этой модели можно осуществлять экономический анализ и прогнозирование.

**5.2 Проверка значимости оценок параметров модели по критерию Стьюдента**

Проверку гипотезы о значении каждого параметра модели проведем в соответствии с представленным алгоритмом.

**Шаг 1.** Формулирование нулевой и альтернативной гипотез.

 - оценка j-го параметра является статистически незначимой, т.е. j-й фактор никак не влияет на показатель у;

 - оценка j-го параметра является статистически значимой, т.е. j-й фактор влияет на показатель у.

**Шаг 2.** Выбор соответствующего уровня значимости.

Выбираем уровень значимости , т.е. доверительная вероятность – Р=0,95.

**Шаг 3.** Вычисление расчетного значения t-критерия.

Расчетное значение t-критерия определяется по формуле:

Во время анализа двухфакторной модели расчетные значения t-критерия определяются по формулам:

=-3,2333 =3,4264 =4,9937

Для проверки полученного значения t-критерия скопируем с итогового листа Регрессия значения ячеек столбца t-статистика. Значения совпали.

**Шаг 4.** Определение по статистическим таблицам t-распределения Стьюдента критического значения t-критерия.

Критическое значение t-критерия находим по статистическим таблицам t-распределения Стьюдента по соответствующим данным:

* доверительной вероятности Р=0,95 ;
* степеней свободы

Определяем табличное значение критерия =2,45

**Шаг 5.** Сравнение рассчетного значения t-критерия с критическим и интерпритация результатов.

Выводы о принятии нулевой гипотезы, т.е. о значимости оценок параметров , и делаем с помощью встроенной логической функции ЕСЛИ. С надежностью Р=0,95 можно считать, что

- оценки 1-го и 2-го параметров модели значимые, т.е. оба фактора существенно влияют на показатель;

- оценка 0-го параметра модели не является статистически значимой.

Таблица 9 – Проверка гипотез о статистической значимости оценок параметров модели на основе F- и t- критериев

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|   | F-критерий Фишера |   |   |
| По формуле | Регресия |   | Р=0.95 |
|   | F |   | 2,45 |
| 0,810187427 | 0,810187 |   | Модель не адекватна |
|  |  |  |  |
|   | t-критерий Стьюдента |   |   |
| По формуле | Регресия |   | Р=0.95 |
|   | t-статистика |   | 5,14 |
| 2,278334309 | 2,278334 | а0 | Параметр не значимый |
| -1,00461334 | -1,00461 | а1 | Параметр не значимый |
| -0,02017108 | -0,02017 | а2 | Параметр не значимый |

**6. Построение интервалов доверия для параметров модели**

**Интервалом доверия** называется интервал, который содержит неизвестный параметр с заданным уровнем доверия.

Интервалы доверия для параметров находим аналогично процедуре тестирования нулевой гипотезы по t-критерию Стьюдента:

- выбираем уровнем значимости =0,05 и соответственно уровень доверия будет составлять - Р=0,95;

- для каждого параметра вычисляем нижнюю и верхнюю границы интервала доверия по формуле, при этом делаем абсолютную ссылку на табличное значение t-критерия :

где - стандартная ошибка параметров модели

Для проверки полученных значений границ скопируем с итогового листа Регрессия значения ячеек столбцов Нижнее 95% и Верхнее 95%. Значения совпали.

Таблица 10 – Доверительные интервалы для оценок параметров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| По формуле |   | Регресия |   |
|   |   |   |   |
| Нижние 95% | Верхние 95% | Нижние 95% | Верхние 95% |
| -0,283092 | 7,9351007 | -0,28309207 | 7,935100718 |
| -0,242504 | 0,1013362 | -0,24250482 | 0,101336169 |
| -0,015307 | 0,0150567 | -0,01530705 | 0,015056745 |

Исходя из этого, 95% интервалы доверия для параметров модели имеют вид:

-0,283092≤а0≤7,9351007

-0,242504≤а1≤0,1013362

-0,015307≤а2≤0,0150567

**7. Расчет прогнозного значения рентабельности на основании оцененной модели**

Так как оцененная модель является адекватной статистическим данным, то на основании этой модели можно осуществлять прогнозирование рентабельности для одного из предприятий объединения, деятельность которого исследовалась.

**7.1 Точечный прогноз рентабельности**

Сделаем точечный прогноз рентабельности для одного из предприятий при условии того, что затраты оборота составят 7 г.о. и трудоемкость – 50 г.о., т.е. , по формуле:



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  Хр1 |  Хр2 |   |   |
| 1 | 16 | 100 | 3,826004322 |   |
|   |   |   | -0,070584325 | Ур=2,684139944 |
|   |   |   | -0,000125152 |   |

Т.е. Ур=3,826-0,07\*160,000125\*100=2,684

**7.2 Доверительный интервал для прогноза математического ожидания рентабельности**

Рассчитаем значения верхней и нижней границ прогнозного интервала, используя табл. значения критерия Стьюдента 2,45, по формуле:

Оценку дисперсий матожидания вычислим по формуле:

**Интервальный прогноз матожидания рентабельности:**

Стандартная ошибка матожидания:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 2,820044828 | -0,11203 | -0,00874 | 1 |
| 1 | 16 | 100 | -0,112034872 | 0,00494 | 0,00027 | 16 |
|  |  |  | -0,008737264 | 0,00027 | 3,8E-05 | 100 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 1 |   |
| 0,153760481 | -0,005737513 | -0,000518 | 16 | 0,01021 |
|  |  |  | 100 |   |

оценка дисперсионного прогноза

|  |  |
| --- | --- |
| нижняя граница | 2,436594351 |
| верхняя граница | 2,931685538 |

Таким образом, 95% интервал доверия для прогноза матожидания рентабельности имеет вид 2,4372,932.

**7.3 Доверительный интервал для прогноза рентабельности**

Для нахождения интервального прогноза индивидуального значения рентабельности вычислим стандартную ошибку прогноза индивидуального значения по формуле:

А значение нижней и верхней границ по формуле:



|  |  |
| --- | --- |
| Стандартная ошибка прогноза индивидуального значения  | 0,16207 |
| нижняя граница |  |  | 2,28708 |
| верхняя граница |   |   | 3,0812 |

Таким образом можно утверждать,что прогнозное значение затрат принадлежит интервалу 2,287079636≤Ур≤3,081200253.

**8. Экономический анализ по уцененной модели**

Т. к. оцененная модель является адекватной статистическим данным, то на основе этой модели можно осуществлять экономический анализ процесса, который исследуется, для этого рассчитаем граничные и средние показатели.

Средней эффективностью ( продуктивность ) фактора называется объем результирующего показателя, который приводится на ед. затрат фактора в среднем.

Средняя эффективность i-го фактора определяется по формуле:

Предельной эффективностью(продуктивностью) называется изменение объема результирующего показателя за счет изменения этого фактора на единицу при неизменных других факторах, которые влияют на объем результирующего показателя.

Предельной эффективность i-го показателя определяется по формуле:

 ;

Частичный коэффициент эластичности показывает на сколько процентов изменится результирующий показатель, если i-ый фактор изменится на один процент при неизменных значениях других факторов.

Частичный коэффициент эластичности i-го показателя определяется по формуле:

 ;

Суммарным коэффициентом эластичности называется сумма частичных коэффициентов эластичности.

Граничная норма замещения j-го фактора i-тым показывает количество единиц i-го фактора необходимую для замены j-го фактора при постоянном объеме результирующего показателя и других факторов и рассчитывается по формуле:

;

Таблица 11-Расчет средних и граничных показателей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Средняя эффективность фактора | Граничная эффективность фактора | Частичная эластичность рентабельности | Суммарная эластичность | Граничная норма замещения факторов |
| Затраты оборота,х1 | 0,157856192 | -0,070584325 | -0,447143217 | -0,452300249 | 0,153735926 |
| Трудоемкость,х2 | 0,024268068 | -0,0002125152 | -0,005157032 |  | 6,504660453 |

Анализ полученных результатов приводит к таким выводам:

1)На основе значения средней эффективности затрат оборота можно утверждать, что на 1 д.е.затрат оборота приходится 0,158 общих затрат.

2)На основе значения средней эффективности трудоемкости можно утверждать, что на 1 д.е.трудоемкости приходится 0,024 общих затрат.

3)На основе значения граничной эффективности затрат оборота можно утверждать, что при увеличении затрат оборота на 1 д.е.объем общих затрат уменьшится на 0,07 д.е.при неизменном объеме трудоемкости.

4)На основе значения граничной эффективности трудоемкости можно утверждать, что при увеличении затрат оборота на 1 д.е.. объем общих затрат уменьшится на 0,000125 д.е. при неизменном объеме затрат оборота.

5)На основе значения коэффициента частичной эластичности по фактору Х1 можно утверждать, что при увеличении затрат оборота на 1% общих затрат уменьшится на 0,45% при неизменном объеме трудоемкости.

6)На основе значения коэффициента частичной эластичности по фактору Х2 можно утверждать, что при увеличении трудоемкости на 1% объем общих затрат уменьшится на 0,0052% при неизменном объеме затрат оборота.

7)На основе граничной нормы замены 2-го фактора первым можно утверждать, что для замены 1 д.е. трудоемкости нужно будет0,154 д.е.затрат оборота при сохранении неизменного объема общих затрат.

8)На основе граничной нормы замены 1-го фактора вторым можно утверждать, что для замены 1 д.е.затрат оборота нужно будет 6,5 д.е.трудоемкости при сохранении неизменного объема общих затрат.