Бюджетное учреждение высшего образования

Ханты-Мансийского автономного округа – Югры

**«Сургутский государственный университет»**

Отчет по контрольной работе № 2

**«Эконометрика»**

**Выполнил:**

Студент 3-ого курса

Гр. 607-91

Тунян Э.Г.

**Проверил:**

Шайторова И. А.

**2022 г.**

# Задача

1. Рассчитайте параметры линейного уравнения множественной регрессии с включением всех факторов.

2. Оцените статистическую значимость параметров уравнения регрессии, а также значимость самого уравнения.

3. Оцените качество уравнения через среднюю ошибку аппроксимации.

4. Рассчитайте матрицу парных коэффициентов корреляции, отберите только информативные факторы в модель. Постройте эту модель, оцените ее параметры.

5. Рассчитайте прогнозное значение результата, если прогнозные значения факторов составят 95% от их максимальных значений.

**Условие**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант 15 |  |  |  |  |  |
| **суммарный фонд заработной платы занятых в экономике за год, млрд руб, у** | **численность безработных, тыс. чел.; х1** | **заявленная потребность в рабочей силе, тыс. чел.; х2** | **прирост населения за счет миграции за год, тыс. чел., х3** | **инвестиции в основной капитал за год, млрд руб., х4** | **среднегодовая стоимость основных фондов в экономике, млрд руб,х5** |
| 26,1 | 20,8 | 10,0 | 0,0 | 8,4 | 36,0 |
| 36,7 | 31,6 | 12,9 | 2,1 | 10,3 | 42,6 |
| 21,3 | 1,2 | 12,2 | 1,0 | 7,5 | 30,3 |
| 26,8 | 1,2 | 11,8 | 0,8 | 10,4 | 36,0 |
| 17,0 | 8,5 | 10,5 | 0,4 | 8,7 | 30,4 |
| 26,3 | 20,6 | 11,1 | -0,8 | 10,2 | 40,1 |
| 32,9 | 2,7 | 11,7 | 3,7 | 11,7 | 51,6 |
| 20,2 | 0,4 | 9,4 | 1,2 | 9,9 | 35,5 |
| 28,0 | 21,8 | 12,4 | -0,1 | 13,0 | 40,1 |
| 26,6 | 13,6 | 10,1 | -0,9 | 12,1 | 38,6 |
| 22,3 | 22,3 | 9,5 | -1,7 | 8,3 | 35,8 |
| 37,0 | 17,3 | 12,7 | -0,1 | 13,5 | 44,9 |
| 41,6 | 5,3 | 13,2 | -1,2 | 11,6 | 48,4 |
| 39,9 | 11,4 | 16,6 | 1,2 | 16,1 | 50,7 |

**Решение**

1. Модифицируем матрицу X, добавляя единичный столбец

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Матрица X** |  |  |  |  |  |
| 1 | 20,8 | 10,0 | 0,0 | 8,4 | 36,0 |
| 1 | 31,6 | 12,9 | 2,1 | 10,3 | 42,6 |
| 1 | 1,2 | 12,2 | 1,0 | 7,5 | 30,3 |
| 1 | 1,2 | 11,8 | 0,8 | 10,4 | 36,0 |
| 1 | 8,5 | 10,5 | 0,4 | 8,7 | 30,4 |
| 1 | 20,6 | 11,1 | -0,8 | 10,2 | 40,1 |
| 1 | 2,7 | 11,7 | 3,7 | 11,7 | 51,6 |
| 1 | 0,4 | 9,4 | 1,2 | 9,9 | 35,5 |
| 1 | 21,8 | 12,4 | -0,1 | 13,0 | 40,1 |
| 1 | 13,6 | 10,1 | -0,9 | 12,1 | 38,6 |
| 1 | 22,3 | 9,5 | -1,7 | 8,3 | 35,8 |
| 1 | 17,3 | 12,7 | -0,1 | 13,5 | 44,9 |
| 1 | 5,3 | 13,2 | -1,2 | 11,6 | 48,4 |
| 1 | 11,4 | 16,6 | 1,2 | 16,1 | 50,7 |

|  |
| --- |
| **Матрица Y** |
| 26,1 |
| 36,7 |
| 21,3 |
| 26,8 |
| 17,0 |
| 26,3 |
| 32,9 |
| 20,2 |
| 28,0 |
| 26,6 |
| 22,3 |
| 37,0 |
| 41,6 |
| 39,9 |

Транспонируем матрицу X и умножаем

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | | **Перемножение матриц** | | | |  | |  |  |  |
| 14 | 178,8217299 | 164,1576973 | | 5,723220821 | | 151,7546247 | 561,0237494 |
| 178,8217299 | 3555,140349 | 2099,856657 | | 19,63945041 | | 1954,097618 | 7225,273638 |
| 164,1576973 | 2099,856657 | 1970,884949 | | 76,5529492 | | 1820,516326 | 6685,777744 |
| 5,723220821 | 19,63945041 | 76,5529492 | | 28,6260586 | | 67,38500396 | 266,4737776 |
| 151,7546247 | 1954,097618 | 1820,516326 | | 67,38500396 | | 1716,727942 | 6242,809976 |
| 561,0237494 | 7225,273638 | 6685,777744 | | 266,4737776 | | 6242,809976 | 23092,60712 |

|  |
| --- |
| 402,67 |
| 5329,74 |
| 4865,18 |
| 185,31 |
| 4532,23 |
| 16743,53 |

Умножаем матрицы

Находим обратную матрицу

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4,09 | 0,00 | -0,24 | 0,13 | 0,12 | -0,06 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| -0,24 | 0,00 | 0,05 | -0,01 | -0,02 | 0,00 |
| 0,13 | 0,00 | -0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,00 |
| 0,12 | 0,00 | -0,02 | 0,01 | 0,05 | -0,01 |
| -0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,01 | 0,00 |

Путем умножения обратной матрицы на получаем вектор оценок коэффициентов регрессии.

|  |
| --- |
| -21,59 |
| 0,07 |
| 1,78 |
| -0,84 |
| -0,67 |
| 0,90 |

Уравнение регрессии имеет вид:

2. Найдем табличное значение коэффициента Стьюдента

n = 14; m = 5

tтабл(14-5-1; 0.025) = 2.75

Найдем значение ti для каждого фактора, путем деления значения коэффициента регрессии взятого фактора на стандартную ошибку этого фактора

t0 = 3.44 > 2.75 Статистическая значимость подтверждена

t1 = 0.79 < 2.75 Статистическая значимость не подтверждена

t2 = 2.60 < 2.75 Статистическая значимость не подтверждена

t3 = 1.21 < 2.75 Статистическая значимость не подтверждена

t4 = 1.01 < 2.75 Статистическая значимость не подтверждена

t5 = 4.26 > 2.75 Статистическая значимость подтверждена

Найдем табличное значение критерия Фишера

n = 14; m = 5

Fтабл(5; 14-5-1) = 3.69

Найдем фактическое значение критерия Фишера

Fфакт = 14.26

Fфакт > Fтабл – коэффициент детерминации статически значим и уравнение регрессии статистически надежно

3. Найдем значение Y при найденных коэффициентах, разность с табличным

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Y(x)** | **Y-Y(x)** | **A** |
| 24,60 | 1,53 | 0,06 |
| 33,53 | 3,14 | 0,09 |
| 21,59 | -0,26 | 0,01 |
| 24,27 | 2,53 | 0,09 |
| 19,01 | -1,98 | 0,12 |
| 29,63 | -3,33 | 0,13 |
| 35,11 | -2,24 | 0,07 |
| 19,54 | 0,69 | 0,03 |
| 29,65 | -1,66 | 0,06 |
| 24,91 | 1,72 | 0,06 |
| 25,21 | -2,96 | 0,13 |
| 33,82 | 3,19 | 0,09 |
| 39,17 | 2,39 | 0,06 |
| 42,64 | -2,76 | 0,07 |
|  |  | 1,07 |

Средняя ошибка аппроксимации равна

1.07 / 14 \* 100% = 7.61%

Оценка дисперсии

Se2 = 77.13

Несмещенная оценка дисперсии

S2 = 9.64

Оценка среднеквадратичного отклонения

S = 3.11

4. Построим матрицу A, состоящую из единичного столбца, значений матрицы Y и значений матрицы X

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **A** | | | | | | |
| 1,00 | 26,13 | 20,81 | 10,03 | 0,05 | 8,44 | 36,02 |
| 1,00 | 36,67 | 31,60 | 12,94 | 2,05 | 10,28 | 42,55 |
| 1,00 | 21,33 | 1,23 | 12,16 | 1,00 | 7,52 | 30,28 |
| 1,00 | 26,81 | 1,23 | 11,81 | 0,83 | 10,42 | 35,95 |
| 1,00 | 17,03 | 8,54 | 10,53 | 0,37 | 8,72 | 30,35 |
| 1,00 | 26,30 | 20,60 | 11,10 | -0,77 | 10,21 | 40,07 |
| 1,00 | 32,87 | 2,73 | 11,74 | 3,73 | 11,70 | 51,63 |
| 1,00 | 20,23 | 0,38 | 9,39 | 1,22 | 9,93 | 35,53 |
| 1,00 | 27,99 | 21,81 | 12,37 | -0,12 | 12,98 | 40,14 |
| 1,00 | 26,64 | 13,58 | 10,10 | -0,88 | 12,06 | 38,65 |
| 1,00 | 22,25 | 22,30 | 9,54 | -1,71 | 8,30 | 35,81 |
| 1,00 | 37,01 | 17,34 | 12,73 | -0,07 | 13,55 | 44,89 |
| 1,00 | 41,56 | 5,28 | 13,15 | -1,18 | 11,56 | 48,44 |
| 1,00 | 39,87 | 11,38 | 16,56 | 1,23 | 16,10 | 50,71 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | | | | | | |
| 14,00 | 402,67 | 178,82 | 164,16 | 5,72 | 151,75 | 561,02 |
| 402,67 | 12346,44 | 5329,74 | 4865,18 | 185,31 | 4532,23 | 16743,53 |
| 178,82 | 5329,74 | 3555,14 | 2099,86 | 19,64 | 1954,10 | 7225,27 |
| 164,16 | 4865,18 | 2099,86 | 1970,88 | 76,55 | 1820,52 | 6685,78 |
| 5,72 | 185,31 | 19,64 | 76,55 | 28,63 | 67,39 | 266,47 |
| 151,75 | 4532,23 | 1954,10 | 1820,52 | 67,39 | 1716,73 | 6242,81 |
| 561,02 | 16743,53 | 7225,27 | 6685,78 | 266,47 | 6242,81 | 23092,61 |

Перемножаем матрицу на матрицу A

Найдем парные значения корреляции

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Сумма первых** | **Среднее первых** | **Сумма вторых** | **Среднее вторых** | **Сумма произведения** | **Среднее произведения** |
| x1 y | 178,82 | 12,77 | 402,67 | 28,76 | 5329,74 | 380,70 |
| x2 y | 164,16 | 11,73 | 402,67 | 28,76 | 4865,18 | 347,51 |
| x3 y | 5,72 | 0,41 | 402,67 | 28,76 | 185,31 | 13,24 |
| x4 y | 151,75 | 10,84 | 402,67 | 28,76 | 4532,23 | 323,73 |
| x5 y | 561,02 | 40,07 | 402,67 | 28,76 | 16743,53 | 1195,97 |
| x2 x1 | 164,16 | 11,73 | 178,82 | 12,77 | 2099,86 | 149,99 |
| x3 x1 | 5,72 | 0,41 | 178,82 | 12,77 | 19,64 | 1,40 |
| x4 x1 | 151,75 | 10,84 | 178,82 | 12,77 | 1954,10 | 139,58 |
| x5 x1 | 561,02 | 40,07 | 178,82 | 12,77 | 7225,27 | 516,09 |
| x3 x2 | 5,72 | 0,41 | 164,16 | 11,73 | 76,55 | 5,47 |
| x4 x2 | 151,75 | 10,84 | 164,16 | 11,73 | 1820,52 | 130,04 |
| x5 x2 | 561,02 | 40,07 | 164,16 | 11,73 | 6685,78 | 477,56 |
| x4 x3 | 151,75 | 10,84 | 5,72 | 0,41 | 67,39 | 4,81 |
| x5 x3 | 561,02 | 40,07 | 5,72 | 0,41 | 266,47 | 19,03 |
| x5 x4 | 561,02 | 40,07 | 151,75 | 10,84 | 6242,81 | 445,91 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | |  | | --- | |  | | |  | | --- | |  | | |  | | --- | |  | | **rxy** |
| 90,79 | 54,61 | 9,53 | 7,39 | 0,19 |
| 3,29 | 54,61 | 1,81 | 7,39 | 0,77 |
| 1,88 | 54,61 | 1,37 | 7,39 | 0,15 |
| 5,13 | 54,61 | 2,26 | 7,39 | 0,71 |
| 43,62 | 54,61 | 6,60 | 7,39 | 0,89 |
| 3,29 | 90,79 | 1,81 | 9,53 | 0,01 |
| 1,88 | 90,79 | 1,37 | 9,53 | -0,29 |
| 5,13 | 90,79 | 2,26 | 9,53 | 0,05 |
| 43,62 | 90,79 | 6,60 | 9,53 | 0,07 |
| 1,88 | 3,29 | 1,37 | 1,81 | 0,27 |
| 5,13 | 3,29 | 2,26 | 1,81 | 0,72 |
| 43,62 | 3,29 | 6,60 | 1,81 | 0,64 |
| 5,13 | 1,88 | 2,26 | 1,37 | 0,12 |
| 43,62 | 1,88 | 6,60 | 1,37 | 0,29 |
| 43,62 | 5,13 | 6,60 | 2,26 | 0,77 |

Получаем матрицу парных коэффициентов корреляции

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **y** | **x1** | **x2** | **x3** | **x4** | **x5** |
| **y** | 1,00 | 0,19 | 0,77 | 0,15 | 0,71 | 0,89 |
| **x1** | 0,19 | 1,00 | 0,01 | -0,29 | 0,05 | 0,07 |
| **x2** | 0,77 | 0,01 | 1,00 | 0,27 | 0,72 | 0,64 |
| **x3** | 0,15 | -0,29 | 0,27 | 1,00 | 0,12 | 0,29 |
| **x4** | 0,71 | 0,05 | 0,72 | 0,12 | 1,00 | 0,77 |
| **x5** | 0,89 | 0,07 | 0,64 | 0,29 | 0,77 | 1,00 |

Найдем табличное значение коэффициента Стьюдента

tтабл = 2.56

Также найдем значение tфакт для каждого фактора

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,67 | 4,12 | 0,51 | 3,54 | 6,71 |

tx2, tx4, tx5 > tтабл – коэффициенты корреляции статически значимы

tx1, tx3 < tтабл – коэффициенты корреляции статически не значимы

5. Найдем максимальные значения факторов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 31,60 | 16,56 | 3,73 | 16,10 | 51,63 |

Получим 95% от этих значений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 30,02 | 15,73 | 3,54 | 15,29 | 49,05 |

И получим значение Y

Y = 39,62

В результате расчетов было получено уравнение множественной регрессии:

Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Коэффициент детерминации равен 0,899119064 Fфакт > Fтабл – коэффициент детерминации статически значим и уравнение регрессии статистически надежно.

**Тут был я) Тунян Эдмон группа 607-91**