

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Донской государственный технический университет»**

**(ДГТУ)**

Кафедра «Информационные технологии»

Лабораторная работа № 1

«**Построение и анализ эмпирической математической модели**»

Вариант 20

Выполнил

Урывский Д.В.

гр. МИН 11

Проверил

Каныгин Г.И.

проф.каф. ИТ, к.т.н.

Ростов-на-Дону

2020

**Задание:**

1. Методами регрессионного анализа построить модель идентификации второго порядка .
2. Провести статистический анализ модели.
3. Проверить целесообразность включения в модель члена третьего порядка, т.е. перехода к модели .

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант |  |  |  | *d* |
| 20 | 0,4 | 12 | -1 | 9 |

**Решение:**

*Построение модели идентификации.*

Для получения выборки «экспериментальных» данных осуществим математический эксперимент с уравнением

 (1.1)

по следующей схеме:

1. с помощью датчика равномерно распределенных на отрезке [0, 1] случайных чисел определяется случайное число 

|  |  |
| --- | --- |
| = | 0,4672 |
| = | 0,6129 |
| = | 0,0196 |
| = | 0,7164 |
| = | 0,2436 |
| = | 0,3417 |
| = | 0,8318 |
| = | 0,4913 |
| = | 0,9181 |
| = | 0,1782 |

1. величина *x* определяется нормированием случайного числа на интервал [0, 8] 

|  |  |
| --- | --- |
| x1= | 4,2048 |
| x2= | 5,5161 |
| x3= | 0,1764 |
| x4= | 6,4476 |
| x5= | 2,1924 |
| x6= | 3,0753 |
| x7= | 7,4862 |
| x8= | 4,4217 |
| x9= | 8,2629 |

1. c помощью датчика нормально распределенных [0, 1] случайных чисел определяется случайное число , представляющее собой «ошибку» эксперимента 
2. «наблюдаемая» величина  определяется по (1.1) как сумма регулярной и случайной составляющих.

|  |  |
| --- | --- |
| у1= | 34,17726 |
| у2= | 36,51204 |
| у3= | 3,06408 |
| у4= | 36,19965 |
| у5= | 22,14188 |
| у6= | 28,56593 |
| у7= | 34,25631 |
| у8= | 33,99817 |
| у9= | 31,75518 |

Построим модель идентификации .

Согласно методу наименьших квадратов, искомый вектор коэффициентов  находится из решения нормального уравнения

. (1.2)

Найдем составляющие уравнения (1.2)

Для определения коэффициентов уравнения регрессии необходимо произвести следующие операции:

1. составить матрицу независимых переменных Вандермонда и матрицу-столбец результатов, здесь m число коэффициентов регрессии (m=p+1).

Полученная матрица:





найти транспонированную матрицу переменных 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| XT= | 4,2048 | 5,5161 | 0,1764 | 6,4476 | 2,1924 | 3,0753 | 7,4862 | 4,4217 | 8,2629 |
|  | 17,6803 | 30,4274 | 0,0311 | 41,5715 | 4,8066 | 9,4575 | 56,0432 | 19,5514 | 68,2755 |

1. произвести перемножение матриц  ;

Результат перемножения матриц :





найти обратную матрицу 

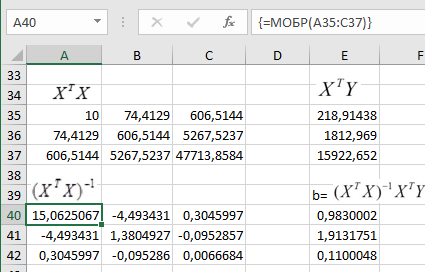


Рис. 9 нахождение обратной матрицы 



1. умножить обратную матрицу  на матрицу , т.е. получить искомую матрицу-столбец .

Полученная матрица-столбец:



Таким образом, получена зависимость:



После вычисления коэффициентов регрессии был проведен статистический анализ полученной модели.

Статистические характеристики модели имеют следующие значения:

остаточная сумма квадратов



число степеней свободы остаточной суммы квадратов



средние квадраты остаточных сумм



критерий Фишера

Полученный критерий Фишера:



По таблицам распределения критерия Фишера , при 5%-м уровне значимости находим критическое значение . Так как полученное значение *F* меньше критического, гипотеза об адекватности модели реальному процессу принимается.

Определим связи коэффициентов регрессии между собой

Полученная ковариационная матрица:

;

Определение связей коэффициентов регрессии:



Таким образом, коэффициенты регрессии достаточно сильно связаны между собой

Поскольку форма модели заранее неизвестна, целесообразно рассмотреть возможность использования кубической модели

.

Проведя аналогичные вычисления, как при квадратичной модели, нашли коэффициенты этой модели

 (1.3)

Для проверки целесообразности включения в модель члена третьей степени вычисляется остаточная сумма квадратов для уравнения (1.3), дополнительная сумма квадратов, средний квадрат и величина Фишера:



По таблицам распределения определяем критическое значение Фишера  В связи с тем, что полученное из расчета значение критерия Фишера меньше критического, можно считать, что член третьего порядка не добавляет существенной информации и, следовательно, нецелесообразен.