

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

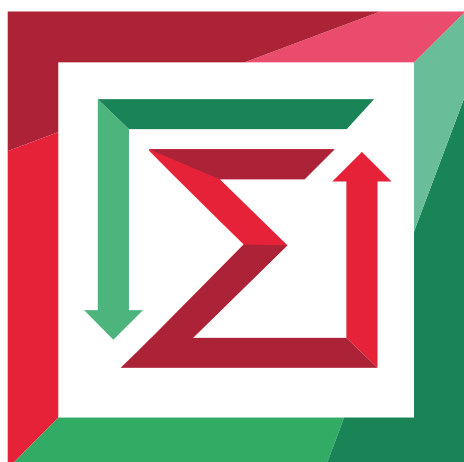
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Кафедра теоретической и прикладной информатики

Лабораторная работа № 7

по дисциплине «Статистические методы анализа данных»



Факультет:	ПМИ
Группа:	ПМИ-02
Вариант:	6
Студент:	Сидоров Даниил, Дюков Богдан
Преподаватель:	Попов Александр Александрович.

Новосибирск

2026

## Постановка задачи

1. Изучить функциональные возможности программного комплекса ОДА, пользуясь данными методическими рекомендациями и встроенной контекстной помощью.
2. Подготовить исходные данные из лабораторных работ № 2, № 6.
3. Решить задачу выбора «наилучшей» модели регрессии для задач из лабораторных работ № 2 и 6.

## Ход работы

### Исходные данные из лабораторной работы №2

№	x1	x2	x3	y
1	-1	-1	-1	-7,421921045
2	-1	-1	1	-2,139324492
3	-1	-0,33	-1	-2,090986381
4	-1	-0,33	1	-1,350575114
5	-1	0,33	-1	-1,69529944
6	-1	0,33	1	-0,586504844
7	-1	1	-1	0,650083657
8	-1	1	1	5,35306572
9	0	-1	-1	-8,867318951
10	0	-1	1	-0,362126435
11	0	-0,33	-1	-3,687216239
12	0	-0,33	1	6,217390024
13	0	0,33	-1	-1,994746844
14	0	0,33	1	7,613558733
15	0	1	-1	3,420614445
16	0	1	1	9,791004984
17	1	-1	-1	-8,710567529
18	1	-1	1	4,429908371
19	1	-0,33	-1	-4,660703112
20	1	-0,33	1	4,743967873
21	1	0,33	-1	-0,130615528
22	1	0,33	1	12,95403137
23	1	1	-1	3,408641288
24	1	1	1	16,0689259

Истинная модель:

$$\eta(x, \theta) = \theta^T f(x_1, x_2, x_3);$$

$$f(x_1, x_2, x_3) = (1, x_1, x_2, x_3, x_1 x_2, x_1 x_3, x_1^2, x_2^2);$$

$$\theta = (1, 2, 5, 4, 1.5, 2.5, 0.02, 0.01)^T;$$

$$y_i = u_i + \varepsilon_i = \eta(x_i, \theta) + \varepsilon_i;$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_i^2);$$

$$\sigma_i^2 = 5 \% \text{ от мощности сигнала};$$

Количество экспериментов  $n = 24$ .

## Поиск «наилучшей» модели регрессии для задачи из лабораторной работы №2

1) Ввод данных в программную систему ОДА:

Наша истинная модель дополняется до полной.

Структурная оптимизация линейных моделей

Модель | Данные | Вычисления | Просмотр

### Мониторинг данных

Число факторов: 3      Число наблюдений: 24

База файлов данных: C:\Users\ПК\Downloads\Все | Выбрать

Сохранить

Справка

Разбиение Выборки

Часть A: 12      Часть B: 12

☒ Оптимизация разбиения выборки

N	X1	X2	X3	Y
1	-1	-1	-1	-7,421921
2	-1	-1	1	-2,139324
3	-1	-0,33	-1	-2,090986
4	-1	-0,33	1	-1,350575
5	-1	0,33	-1	-1,695299
6	-1	0,33	1	-0,586504
7	-1	1	-1	0,650083
8	-1	1	1	5,353065
9	0	-1	-1	-8,867318
10	0	-1	1	-0,362126
11	0	-0,33	-1	-3,687216
12	0	-0,33	1	6,217390

Выборка разбивалась на две равные части.

Структурная оптимизация линейных моделей

Модель | Данные | Вычисления | Просмотр

Критерий основной

☐ Регулярности

☐ Стабильности

☒ Скользящего контроля

☐ Регулярности на B

Критерий дополнительный

☐ Непротиворечивости

☒ Регулярности

☐ Стабильности

☐ Скользящего контроля

☐ Регулярности на B

Алгоритмы

☐ Полный перебор

☒ Многорядный

Шкалирование факторов

X1

X2

X3

Коридор сложности моделей

Нижний уровень: 1

Верхний уровень: 10

Буфер моделей

Общий буфер: 5

Буфер одного ряда: 2

Файл результатов

C:\Users\ПК\Downloads\Все | Назначить

Справка

Вычисления

Просмотр

Основным критерием был выбран критерий скользящего контроля, а дополнительным - критерий регулярности. Число лучших моделей, отбираемых по основному критерию, равно 5. Среди них будет отбираться наиболее подходящая. Для буфера одного ряда, в случае многорядного алгоритма, рекомендуется выбирать значение, которое больше 1, что и было сделано.

## 2) Содержимое файла результата:

Вектор оценок параметров полной модели

-6.38E-0004 2.34E+0000 5.06E+0000 3.94E+0000-3.40E-0001

1.35E+0000 2.28E+0000 2.70E-0002-1.47E-0001 1.50E+0000

Сумма квадратов отклонений для полной модели= 3.53E+0001

Список регрессоров:

- 1): 1
- 2): X1
- 3): X2
- 4): X3
- 5): X1\*X1
- 6): X1\*X2
- 7): X1\*X3
- 8): X2\*X2
- 9): X2\*X3
- 10): X3\*X3

Список регрессоров лучших моделей

m	1 -я мод.	2 -я мод.	3 -я мод.	4 -я мод.	5 -я мод.
1):	0	1	1	1	1
2):	2	2	2	2	2
3):	3	3	3	3	3
4):	4	4	4	4	4
5):	0	0	0	0	0
6):	6	6	6	6	6
7):	7	7	7	7	7
8):	0	0	0	0	0
9):	0	0	9	0	9
10):	10	0	0	10	10

Значения 1внешнего критерия:

2.5205 2.5205 2.7170 2.2638 2.4241

Лучшая по 1 критерию 4 модель.

Значения 2 внешнего критерия:

154.7933 154.7933 154.6034 154.7933 154.6034

Лучшая по 2 критерию 3 модель.

Остаточные суммы квадратов для лучших моделей:

36.1643 36.1643 35.8766 36.1643 35.8766

Критерий Маллоуса для лучших моделей:

2.3604 2.3604 4.2462 4.3604 6.2462

Оценки параметров лучших моделей:

1	0.0000	1.2897	1.2897	-0.0006	-0.0006
2	2.3366	2.3366	2.3366	2.3366	2.3366
3	5.0628	5.0628	5.0628	5.0628	5.0628
4	3.9381	3.9381	3.9381	3.9381	3.9381
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	1.3544	1.3544	1.3544	1.3544	1.3544
7	2.2785	2.2785	2.2785	2.2785	2.2785
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	-0.1470	0.0000	-0.1470
10	1.2897	0.0000	0.0000	1.2904	1.2904

Сравнение прогноза и отклика для модели 4

N	Y	Y^	Y-Y^	(Y-Y^)/Y
1	-7.42	-6.41	1.01	-13.57
2	-2.14	-3.10	-0.96	44.70
3	0.65	1.00	0.35	54.13
4	5.35	4.32	-1.03	-19.28
5	-8.71	-9.01	-0.30	3.41
6	4.43	3.43	-1.00	-22.67
7	3.41	3.83	0.42	12.27
8	16.07	16.26	0.19	1.19
9	-2.09	-3.93	-1.84	87.96
10	-1.35	-0.61	0.74	-54.76
11	-1.70	-1.48	0.21	-12.54
12	-0.59	1.84	2.42	-413.13
13	-8.87	-7.71	1.16	-13.04
14	-0.36	0.16	0.53	-145.55
15	-3.69	-4.32	-0.63	17.14
16	6.22	3.56	-2.66	-42.79
17	-1.99	-0.98	1.02	-50.99
18	7.61	6.90	-0.72	-9.39

19	3.42	2.41	-1.01	-29.41
20	9.79	10.29	0.50	5.10
21	-4.66	-4.71	-0.05	1.01
22	4.74	7.73	2.98	62.84
23	-0.13	-0.47	-0.34	261.78
24	12.95	11.96	-0.99	-7.67

Сравнение прогноза и отклика для модели 3

N	Y	Y <sup>^</sup>	Y-Y <sup>^</sup>	(Y-Y <sup>^</sup> )/Y
1	-7.42	-6.56	0.86	-11.59
2	-2.14	-2.95	-0.81	37.83
3	0.65	1.15	0.50	76.74
4	5.35	4.17	-1.18	-22.02
5	-8.71	-9.15	-0.44	5.10
6	4.43	3.57	-0.86	-19.35
7	3.41	3.97	0.57	16.59
8	16.07	16.11	0.04	0.27
9	-2.09	-3.98	-1.89	90.28
10	-1.35	-0.56	0.79	-58.35
11	-1.70	-1.43	0.26	-15.40
12	-0.59	1.79	2.37	-404.86
13	-8.87	-7.86	1.01	-11.38
14	-0.36	0.31	0.67	-186.15
15	-3.69	-4.37	-0.68	18.45
16	6.22	3.61	-2.61	-42.01
17	-1.99	-0.93	1.07	-53.42
18	7.61	6.85	-0.76	-10.03
19	3.42	2.56	-0.86	-25.12
20	9.79	10.14	0.35	3.60
21	-4.66	-4.76	-0.10	2.05
22	4.74	7.77	3.03	63.86
23	-0.13	-0.42	-0.29	224.63
24	12.95	11.91	-1.04	-8.04

### 3) Сравнение оценок

Программа выбрала 2 наилучшие модели (модель 4 и модель 3), среди которых была выбрана модель 3, так она даёт меньшую ошибку прогноза по сравнению с моделью 4. Сравним следующие оценки:

Истинное значение $\theta$	$\hat{\theta}$ из л.р. №2	$\hat{\theta}$ с помощью ОДА для полной модели	$\hat{\theta}$ с помощью ОДА для модели 3
1	1,50143	-0.0006	1.2897
2	2,33657	2.34	2.3366
5	5,06282	5.06	5.0628

4	3,93806	3.94	3.9381
1.5	1,35442	-0.34	0.0000
2.5	2,27846	1.35	1.3544
0.02	-0,34001	2.28	2.2785
0.01	0,027	0.027	0.0000
0.0000	0.0000	-0.147	-0.1470
0.0000	0.0000	1.50	0.0000

Если мы рассмотрим среднее абсолютное отклонение, то оценки из л.р. №2 лучше всех остальных оценок, которые получены с помощью ОДА.

### Исходные данные из лабораторной работы №6

№	X1	X2	X3	X4	Y
1	7	26	6	60	78.5
2	1	29	15	52	74.3
3	11	56	8	20	104.3
4	11	31	8	47	87.6
5	7	52	6	33	95.9
6	11	55	9	22	109.2
7	3	71	17	6	102.7
8	1	31	22	44	72.5
9	2	54	18	22	93.1
10	21	47	4	26	115.9
11	21	40	23	34	83.8
12	11	66	9	12	113.3
13	10	68	8	12	109.4

В качестве полной модели выбиралась следующая:

$$f_{11}(x) = (1, x_1, x_2, x_3, x_4, x_1x_2, x_1x_3, x_1x_4, x_2x_3, x_2x_4, x_3x_4);$$

Количество экспериментов  $n = 13$ .

### Поиск «наилучшей» модели регрессии для задачи из лабораторной работы №6

1) Ввод данных в программную систему ОДА:



Структурная оптимизация линейных моделей

Модель | Данные | Вычисления | Просмотр

Базовая модель

☐ линейная

☒ с взаимодействиями

☐ квадратичная

☐ кубическая

Использовать модель

☒ Базовую

☐ Пользователя

Число факторов

Число параметров в модели

Список регрессоров

1 X1 X2 X3 X4 X1\*X2 X1\*X3 X1\*X4 X2\*X3 X2\*X4 X3\*X4

Протекция регрессоров

Регрессоры

1 X1 X2 X3 X4 X1\*X2 X1\*X3 X1\*X4 X2\*X3 X2\*X4 X3\*X4

Модель пользователя

OK

Преобразование

Abs Cos Exp Inv Ln Sin Sqrt

База моделей

Выбрать

Сохранить

В программе выбиралась 4-х факторная модель с взаимодействиями.

Структурная оптимизация линейных моделей

Модель | Данные | Вычисления | Просмотр

Мониторинг данных

Число факторов

Число наблюдений

База файлов данных

C:\Users\ПК\Downloads\Все

Выбрать

Сохранить

Справка

Разбиение Выборки

Часть A

Часть B

☒ Оптимизация разбиения выборки

N	X1	X2	X3	X4
1	7	26	6	60
2	1	29	15	52
3	11	56	8	20
4	11	31	8	47
5	7	52	6	33
6	11	55	9	22
7	3	71	17	6
8	1	31	22	44
9	2	54	18	22
10	21	47	4	26
11	1	40	23	34
12	11	66	9	12

Выборка разбивалась на две части: А – 11 наблюдений, В – 2 наблюдения.

Структурная оптимизация линейных моделей

Модель | Данные | Вычисления | Просмотр

Критерий основной

☐ Регулярности

☐ Стабильности

☒ Скользящего контроля

☐ Регулярности на В

Критерий дополнительный

☐ Непротиворечивости

☐ Регулярности

☐ Стабильности

☐ Скользящего контроля

☒ Регулярности на В

Алгоритмы

☐ Полный перебор

☒ Многорядный

Шкалирование факторов

X1

X2

X3

X4

Коридор сложности моделей

Нижний уровень

Верхний уровень

Буфер моделей

Общий буфер

Буфер одного ряда

Файл результатов

Справка

## 2) Содержимое файла результата:

Вектор оценок параметров полной модели

-4.66E+0001 4.21E+0000 9.18E-0001-3.01E+0000 9.84E-0001  
-6.53E-0004 1.04E-0001-5.21E-0002 8.50E-0002 1.51E-0002  
3.22E-0002

Сумма квадратов отклонений для полной модели= 1.73E+0000

Список регрессоров:

- 1): 1
- 2): X1
- 3): X2
- 4): X3
- 5): X4
- 6): X1\*X2
- 7): X1\*X3
- 8): X1\*X4
- 9): X2\*X3
- 10): X2\*X4
- 11): X3\*X4

Список регрессоров лучших моделей

-----  
m 1 -я мод. 2 -я мод. 3 -я мод. 4 -я мод. 5 -я мод.  
-----

1): 1 1 1 1 1

2):	0	0	0	0	2
3):	3	3	3	3	3
4):	0	0	4	4	0
5):	5	5	5	5	5
6):	6	6	6	6	0
7):	0	0	7	0	0
8):	0	0	0	0	0
9):	0	9	9	9	0
10):	10	10	10	10	0
11):	11	11	11	11	0

Значения 1внешнего критерия:

6.5899 6.0536 1.8169 6.1528 6.5655

Лучшая по 1 критерию 3 модель.

Значения 2 внешнего критерия:

3.6698 1.5601 4.3660 0.7394 8.3828

Лучшая по 2 критерию 4 модель.

Остаточные суммы квадратов для лучших моделей:

35.1406 17.0138 2.0795 10.8597 47.9727

Критерий Маллоуса для лучших моделей:

39.6029 20.6585 7.4027 15.5478 50.4298

Оценки параметров лучших моделей:

1	124.2731	38.8279	14.0746	50.8519	71.6483
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.4519
3	-0.3129	0.2153	0.0917	-0.0794	0.4161
4	0.0000	0.0000	-5.4608	-3.8730	0.0000
5	-0.7236	0.2121	0.2753	-0.0183	-0.2365
6	0.0207	0.0473	0.0591	0.0521	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0707	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0287	0.1192	0.0860	0.0000
10	0.0046	0.0095	0.0158	0.0121	0.0000
11	-0.0155	-0.0154	0.0595	0.0353	0.0000

### Сравнение прогноза и отклика для модели 3

N	Y	Y^	Y-Y^	(Y-Y^)/Y
1	83.80	83.26	-0.54	-0.64
2	95.90	95.79	-0.11	-0.12
3	72.50	72.82	0.32	0.44
4	74.30	74.09	-0.21	-0.28
5	115.90	115.89	-0.01	-0.01
6	78.50	78.67	0.17	0.21
7	87.60	87.55	-0.05	-0.05
8	93.10	93.97	0.87	0.94
9	109.20	108.71	-0.49	-0.44
10	104.30	104.30	-0.00	-0.00
11	102.70	102.29	-0.41	-0.40
12	113.30	113.94	0.64	0.56
13	109.40	109.23	-0.17	-0.16

### Сравнение прогноза и отклика для модели 4

N	Y	Y^	Y-Y^	(Y-Y^)/Y
1	83.80	83.16	-0.64	-0.77
2	95.90	96.38	0.48	0.51
3	72.50	73.24	0.74	1.02
4	74.30	74.14	-0.16	-0.22
5	115.90	117.16	1.26	1.09
6	78.50	78.89	0.39	0.50
7	87.60	86.50	-1.10	-1.26
8	93.10	93.95	0.85	0.92
9	109.20	106.90	-2.30	-2.11
10	104.30	104.83	0.53	0.51
11	102.70	102.86	0.16	0.16
12	113.30	112.80	-0.50	-0.45
13	109.40	109.68	0.28	0.26

### 3) Вывод

Программа выбрала 2 наилучшие модели (модель 3 и модель 4), среди которых была выбрана модель 3, так она даёт меньшую ошибку прогноза по сравнению с моделью 4. Таким образом, оптимальная модель:

$$f_9(x) = (1, x_2, x_3, x_4, x_1x_2, x_1x_3, x_2x_3, x_2x_4, x_3x_4);$$

$$\hat{\theta} = (14.075, 0.092, -5.461, 0.275, 0.059, 0.071, 0.119, 0.016, 0.06)^T.$$