

## Лабораторная работа 2.

### Линейная регрессия. Криволинейная регрессия

1. Построить корреляционное поле.
2. Вычислить выборочный коэффициент корреляции, проверить его значимость на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .
3. По характеру расположения точек на корреляционном поле и на основании проверки значимости коэффициента корреляции сделать вывод о соответствии или несоответствии линейной модели экспериментальным данным.
4. Составить систему нормальных уравнений для определения по методу наименьших квадратов коэффициентов линейного уравнения регрессии, найти выборочное уравнение линейной регрессии, построить прямую на корреляционном поле.
5. Подтвердить либо опровергнуть вывод пункта 3.
6. С помощью Мастера диаграмм в Excel получить (если это возможно) уравнения следующих зависимостей: а)  $y = b_0 + b_1x$ ; б)  $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ ; в)  $y = b_0 + \frac{b_1}{x}$ ; г)  $y = b_0 + b_1 \ln x$ ; д)  $y = ae^{bx}$ ; е)  $y = ax^b$ ; ж)  $y = \frac{1}{b_0 + b_1x}$ .

*Указание 1.* Если все значения переменной  $y$  отрицательны, для получения зависимостей д) и е) следует сделать замену  $Y = |y|$ .

*Указание 2.* Для получения гиперболических зависимостей в) и ж) нужно построить линейные зависимости на новых диаграммах, сделав соответствующие замены переменных.

7. Сравнить уравнение а) с полученным в пункте 4.
8. На основании значений коэффициента детерминации  $R^2$  сделать вывод о наилучшей модели из допустимых.
9. \*В случае б): составить систему нормальных уравнений для определения по методу наименьших квадратов коэффициентов квадратичного уравнения регрессии; найти выборочное квадратичное уравнение регрессии.  
В случаях в)-ж): указать замену переменных, позволяющую свести выбранную зависимость к линейной; построить корреляционное поле в новых переменных; составить систему нормальных уравнений для определения по методу наименьших квадратов коэффициентов линейного уравнения регрессии в новых переменных; найти выборочное уравнение линейной регрессии, построить прямую на корреляционном поле; сделав обратную замену, получить уравнение регрессии в натуральных переменных.

#### Вариант 1.

Установить зависимость температуры замерзания сыра (Тз) от концентрации в нем соли (Сс).

Сс, %	1	1,3	2,2	2,6	3,3	3,6	5,3	6
Тз, град С	-1,3	-2,2	-2,8	-3,2	-3,8	-4,4	-5,6	-5,9

#### Вариант 2.

Установить зависимость кислотности молока от времени культивирования молочнокислых бактерий

Т, ч	0	1	2	3	4	5	6	7	8
К	19	21	23	28	33	46	60	63	78

**Вариант 3.**

Установить зависимость количества выделившейся сыворотки от времени при сычужном способе сквашивания молока.

<b>T, мин.</b>	5	10	15	20	25	30	35	60
<b>Vс, %</b>	71,5	75,5	77,1	78	78,2	78,3	78,4	78,5

**Вариант 4.**

Установить зависимость количества выделившейся сыворотки от времени при обезвоживании творожного сгустка

<b>T, мин.</b>	5	15	30	45	60	90	120
<b>Vс, %</b>	15	40	52	64	69	73	76

**Вариант 5.**

Установить зависимость температуры замерзания творога (Тз) от содержания в нем влаги (Втв).

<b>Втв, %</b>	73	74	75	76	77	78,5	79,5	80	81
<b>Тз, град С</b>	-2,9	-2,4	-2	-2,1	-1,8	-1,6	-1,5	-1,6	-1,4

**Вариант 6.**

Установить зависимость температуры замерзания растворимого азота (Тз) от концентрации (С\_р.а.).

<b>С_р.а., %</b>	16	23	26	28	30	36	40
<b>Тз, град С</b>	-0,35	-0,57	-0,61	-0,69	-0,75	-0,81	-0,94

**Вариант 7.**

Установить зависимость содержания жира в обезжиренном молоке от температуры молока в процессе его сепарирования

<b>T, град С</b>	10	18	20	30	36	40	50	60
<b>Ж, %</b>	0,35	0,3	0,25	0,18	0,15	0,18	0,2	0,25

**Вариант 8.**

Установить зависимость содержания сывороточных белков в молоке от температуры тепловой обработки молока

<b>T, град С</b>	0	73	85	95	103	115	130
<b>С_с.б., %</b>	0,71	0,49	0,43	0,39	0,37	0,35	0,21

**Вариант 9.**

Установить зависимость времени сквашивания молока при производстве творога от дозы CaCl<sub>2</sub>

<b>С, кг/т</b>	0,1	0,15	0,2	0,23	0,3	0,35	0,4	0,45
<b>T, ч</b>	9,2	8,6	7,4	6,9	6,2	5,4	4,8	4,2

**Вариант 10.**

Установить зависимость количества выделившейся сыворотки от времени при сычужном способе сквашивания молока.

<b>T, мин.</b>	5	10	15	20	25	30	45	60
<b>Vс, %</b>	73	76,5	82	82,2	82,3	82,3	82,5	82,5

**Вариант 11.**

Установить зависимость продолжительности сквашивания молока при производстве творога от дозы ферментного препарата

<b>С, кг/т</b>	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
<b>T, ч</b>	3,1	3,3	3,3	4,6	4,8	5,1

**Вариант 12.**

Установить зависимость величины w, характеризующей ход хронометра, от температуры

<b>T, град С</b>	5	9,6	16	19,6	24,4	29,8	34,4
<b>w</b>	2,6	2,01	1,34	1,08	0,94	1,06	1,25

**Вариант 13.**

Установить зависимость себестоимости одного экземпляра книги от тиража

<b>T, тыс.экз.</b>	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200
<b>С, у.е.</b>	10,15	5,52	4,08	2,85	2,11	1,62	1,41	1,3	1,21	1,15

**Вариант 14.**

Установить зависимость частоты сокращений сердца червя  
от температуры

Т,град С	0	5	10	15	20	25	30
Частота	39	54	74	100	136	182	254

**Вариант 15.**

Установить зависимость давления пара  
от температуры в системе "серная кислота-вода"

Т,град С	35	45	60	75	90	110	130
Р, мм рт.ст.	0,002	0,004	0,013	0,042	0,123	0,437	1,42

**Вариант 16.**

Установить зависимость температуры замерзания сыра (Тз)  
от концентрации в нем соли (Сс).

Сс, %	1	1,3	2,2	2,6	3,3	3,6	5,3	6
Тз,град С	-1,3	-2,2	-2,8	-3,2	-3,8	-4,4	-5,6	-5,9

**Вариант 17.**

Установить зависимость кислотности молока  
от времени культивирования молочнокислых бактерий

Т, ч	0	1	2	3	4	5	6	7	8
К	19	21	23	28	33	46	60	63	78

**Вариант 18.**

Установить зависимость количества выделившейся сыворотки  
от времени при сычужном способе сквашивания молока.

Т, мин.	5	10	15	20	25	30	35	60
Вс, %	71,5	75,5	77,1	78	78,2	78,3	78,4	78,5

**Вариант 19.**

Установить зависимость количества выделившейся сыворотки  
от времени при обезвоживании творожного сгустка

Т, мин.	5	15	30	45	60	90	120
Вс, %	15	40	52	64	69	73	76

**Вариант 20.**

Установить зависимость температуры замерзания творога (Тз)  
от содержания в нем влаги (Втв).

Втв, %	73	74	75	76	77	78,5	79,5	80	81
Тз,град С	-2,9	-2,4	-2	-2,1	-1,8	-1,6	-1,5	-1,6	-1,4

**Вариант 21.**

Установить зависимость температуры замерзания растворимого азота (Тз)  
от концентрации (С\_р.а.).

С_р.а., %	16	23	26	28	30	36	40
Тз,град С	-0,35	-0,57	-0,61	-0,69	-0,75	-0,81	-0,94

**Вариант 22.**

Установить зависимость содержания жира в обезжиренном молоке  
от температуры молока.в процессе его сепарирования

Т,град С	10	18	20	30	36	40	50	60
Ж, %	0,35	0,3	0,25	0,18	0,15	0,18	0,2	0,25

**Вариант 23.**

Установить зависимость содержания сывороточных белков в молоке  
от температуры тепловой обработки молока

<b>T, град С</b>	0	73	85	95	103	115	130
<b>C, с.б., %</b>	0,71	0,49	0,43	0,39	0,37	0,35	0,21

**Вариант 24.**

Установить зависимость времени сквашивания молока  
при производстве творога от дозы  $\text{CaCl}_2$

<b>C, кг/т</b>	0,1	0,15	0,2	0,23	0,3	0,35	0,4	0,45
<b>T, ч</b>	9,2	8,6	7,4	6,9	6,2	5,4	4,8	4,2

**Вариант 25.**

Установить зависимость количества выделившейся сыворотки  
от времени при сычужном способе сквашивания молока.

<b>T, мин.</b>	5	10	15	20	25	30	45	60
<b>Vс, %</b>	73	76,5	82	82,2	82,3	82,3	82,5	82,5

**Вариант 26.**

Установить зависимость продолжительности сквашивания молока  
при производстве творога от дозы ферментного препарата

<b>C, кг/т</b>	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
<b>T, ч</b>	3,1	3,3	3,3	4,6	4,8	5,1

**Вариант 27.**

Установить зависимость величины  $w$ , характеризующей ход хронометра,  
от температуры

<b>T, град С</b>	5	9,6	16	19,6	24,4	29,8	34,4
<b>w</b>	2,6	2,01	1,34	1,08	0,94	1,06	1,25

**Вариант 28.**

Установить зависимость себестоимости одного экземпляра книги  
от тиража

<b>T, тыс.экз.</b>	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200
<b>C, у.е.</b>	10,15	5,52	4,08	2,85	2,11	1,62	1,41	1,3	1,21	1,15

**Вариант 29.**

Установить зависимость частоты сокращений сердца червя  
от температуры

<b>T, град С</b>	0	5	10	15	20	25	30
<b>Частота</b>	39	54	74	100	136	182	254

**Вариант 30.**

Установить зависимость давления пара  
от температуры в системе "серная кислота-вода"

<b>T, град С</b>	35	45	60	75	90	110	130
<b>P, мм рт.ст.</b>	0,002	0,004	0,013	0,042	0,123	0,437	1,42