

Построение выборочного уравнения линии регрессии по сгруппированным данным

§ 17. Лабораторная работа № 4

Лабораторная работа № 4.

Ц е л ь р а б о т ы: овладение способами построения моделей линейной корреляции для сгруппированных данных по методу наименьших квадратов с использованием коэффициента линейной корреляции, выработка умения и навыков оценки надежности уравнения регрессии и его коэффициентов.

Лабораторная работа № 4.

С о д е р ж а н и е а б о т ы: по опытным данным требуется:

1. Построить корреляционное поле. По характеру расположения точек в корреляционном поле выбрать общий вид регрессии.
2. Написать уравнение линии регрессии y на x по методу наименьших квадратов и с использованием коэффициента корреляции r . Сравнить полученные уравнения и сделать вывод о выборе одного из них.
3. Оценить тесноту связи между признаками X и Y с помощью выборочного коэффициента корреляции r и его значимость.
4. Проверить адекватность модельного уравнения регрессии y на x , записанного через коэффициент корреляции r .
5. Проверить надежность уравнения регрессии y на x , записанного через коэффициент корреляции r и его коэффициентов.
6. Построить уравнения регрессий в первоначальной системе координат.

Суть лабораторной работы отражает следующая задача.

З а д а ч а. Валики при черновой обработке на станке №1 передаются последовательно на станок №2 для чистовой обработки. Экспериментатор, изучающий зависимость между отклонениями размеров валиков от номинала при черновой обработке (мкм), от номинала при чистовой обработке (мкм) произвел измерения отклонений у 50 случайно отобранных валиков.

Результаты измерений сведены в табл. 27.

Т а б л и ц а 27

$y \backslash x$	- 30	- 20	- 10	0	n_y
- 8	1				1
- 4	4	1			5
0	1	15	1		17
4		2	13		15
8			2	1	3
12				9	9
n_x	6	18	16	10	50

Выполнение работы

Пусть признак X характеризует отклонение размеров валиков от номинала при черновой обработке, а признак Y отклонение размеров валиков от номинала при чистовой обработке. Используя данные табл. 27, строим корреляционное поле (рис. 9).

Выполнение работы

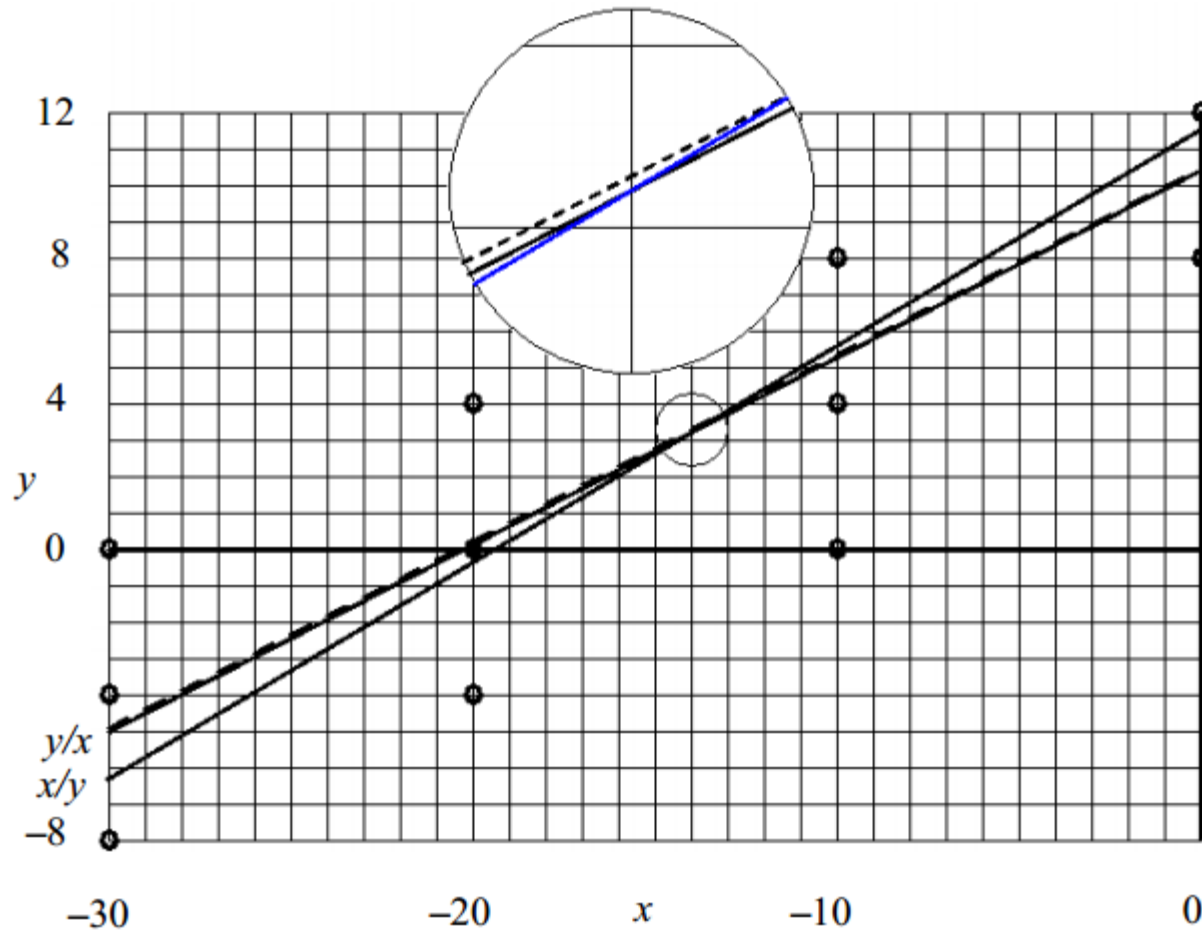


Рис. 9. Выявление линейной регрессии. «От руки» проводится линия тренда (штриховая прямая). Прямая (y/x) — регрессия y на x . Прямая (x/y) — регрессия x на y . 5-кратный «микроскоп» показывает картину в окрестности точки (\bar{x}, \bar{y}) .

Выполнение работы

Проведя линию тренда (пунктирная линия), видим, что число точек, расположенных над и под ней, практически одинаково, причем расстояния этих точек до линии тренда одинаковые. Это дает основание предположить наличие линейной зависимости между признаками X и Y .

Выполнение работы

Для подтверждения этой гипотезы перейдем от данного распределения к новому, найдя для каждого значения признак X условное среднее признака Y по формуле

$$\bar{y}_{x_j} = \frac{\sum n_{ij} y_i}{n_{x_j}}.$$

$$\text{При } x_1 = -30, \bar{y}_{x_1} = \frac{1 \cdot (-8) + 4 \cdot (-4) + 1 \cdot 0}{6} = -4.$$

$$\text{При } x_2 = -20, \bar{y}_{x_2} = \frac{1 \cdot (-4) + 15 \cdot 0 + 2 \cdot 4}{18} = 0,2.$$

$$\text{При } x_3 = -10, \bar{y}_{x_3} = \frac{1 \cdot 0 + 13 \cdot 4 + 2 \cdot 8}{16} = 4,3.$$

$$\text{При } x_4 = 0, \bar{y}_{x_4} = \frac{1 \cdot 8 + 9 \cdot 12}{10} = 11,6.$$

Выполнение работы

Строим точки с координатами $(x_j; \bar{y}_{x_j})$ (рис. 10)

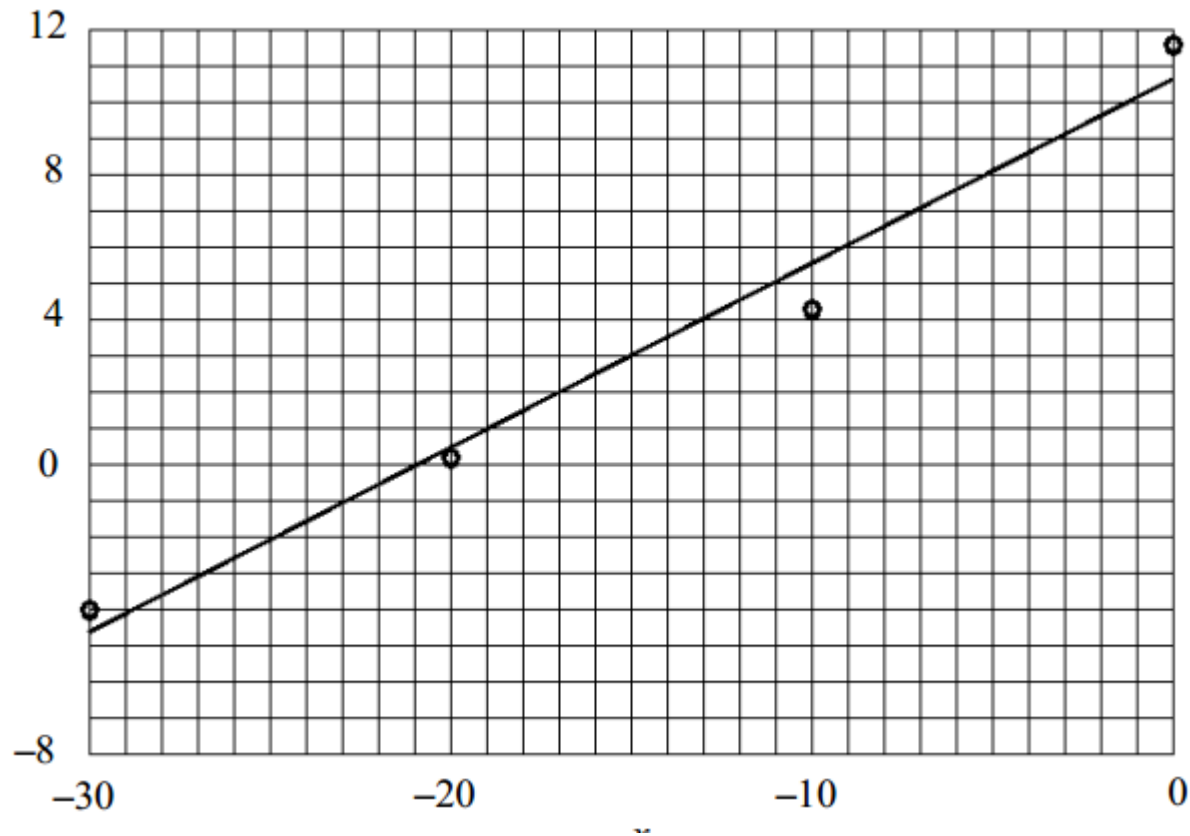


Рис. 10.

Выполнение работы

Из рис. 10 видно, что отклонения точек от построенной прямой незначительны. Следовательно, связь между признаками X и Y может носить линейный характер. Составим уравнения линий регрессий y на x по методу наименьших квадратов и через коэффициент линейной корреляции r .

Применим метод наименьших квадратов к нахождению коэффициентов a_0 и a_1 уравнения линейной регрессии $\tilde{y}_x = a_1 x + a_0$. решаем систему нормальных уравнений

$$\begin{cases} na_0 + [n_x x]a_1 = [n_y y], \\ [n_x x]a_0 + [n_x x^2]a_1 = [n_{xy} xy]. \end{cases}$$

Выполнение работы

Для нахождения сумм, входящих в систему, составляем табл. 28.

Т а б л и ц а 28

$y \backslash x$	- 30	- 20	- 10	0	n_y	$n_y y$
- 8	1				1	- 8
- 4	4	1			5	- 20
0	1	15	1		17	0
4		2	13		15	60
8			2	1	3	24
12				9	9	108
n_x	6	18	16	10	50	164
$n_x x$	- 180	- 360	- 160	0	- 700	
$n_x x^2$	5400	7200	1600	0	14200	
$n_{xy} xy$	720	- 80	- 680	0	- 40	

Выполнение работы

Полученная из табл. 28 система

$$\begin{cases} 50a_0 - 700a_1 = 164, \\ -700a_0 + 14200a_1 = -40 \end{cases}$$

имеет решение $(a_0, a_1) = (0,512728; 10,458192)$. Тогда уравнение линейной регрессии запишется в виде:

$$\bar{y}_x = 0,512728x + 10,458192$$

Найдем уравнение линейной регрессии y на x по формуле, используя коэффициент линейной корреляции:

$$\hat{y}_x = \bar{y} + r \frac{s_y}{s_x} (x - \bar{x}).$$

Выполнение работы

Так как данные выборки для признаков X и Y заданы в виде корреляционной таблицы и объем выборки $n = 50$, то для нахождения величин, входящих в уравнение регрессии, переходим к вспомогательному распределению с условными вариантами u_i и v_j . По корреляционной табл. 27 находим наибольшую частоту совместного появления признаков X и Y : $n_{32} = 15$. Тогда $C_1 = M_0 X = -20$, $C_2 = M_0 Y = 0$, $h_1 = 10$, $h_2 = 4$. Составляем корреляционную табл. 29 в условных вариантах.

Выполнение работы

Т а б л и ц а 29

$v \backslash u$	-1	0	1	2	n_v
-2	1				1
-1	4	1			5
0	1	15	1		17
1		2	13		15
2			2	1	3
3				9	9

Выполнение работы

По табл. 29 находим::

$$\bar{u} = \frac{1}{n} \sum n_{u_j} u_j = \frac{1}{50} (6 \cdot (-1) + 18 \cdot 0 + 16 \cdot 1 + 10 \cdot 2) = 0,6,$$

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum n_{v_i} v_i = \frac{1}{50} (1 \cdot (-2) + 5 \cdot (-1) + 17 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 9 \cdot 3) = 0,8,$$

$$\overline{u^2} = \frac{1}{n} \sum n_{u_j} u_j^2 = \frac{1}{50} (6 \cdot (-1)^2 + 18 \cdot 0^2 + 16 \cdot 1^2 + 10 \cdot 2^2) = 1,24,$$

$$\overline{v^2} = \frac{1}{n} \sum n_{v_i} v_i^2 = \frac{1}{50} (1 \cdot (-2)^2 + 5 \cdot (-1)^2 + 17 \cdot 0^2 + 15 \cdot 1^2 + 3 \cdot 2^2 + 9 \cdot 3^2) = 2,34.$$

Выполнение работы

Тогда

$$S_u = \sqrt{\overline{u^2} - (\bar{u})^2} = \sqrt{1,24 - 0,36} = 0,94,$$

$$S_v = \sqrt{\overline{v^2} - (\bar{v})^2} = \sqrt{2,34 - 0,64} = 1,3.$$

Выполнение работы

Для нахождения суммы $\sum n_{uj} v_i u_j v_i$ составляем табл. 30.

Т а б л и ц а 3 0

$v \backslash u$	- 1	0	1	2	
- 2	1 2				2
- 1	4 1				4
0					
1			13 1		13
2			2 2	1 4	8
3				9 6	54
	6		17	58	81

Выполнение работы

Тогда

$$r_6 = \frac{81 - 50 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{50 \cdot 0,94 \cdot 1,3} = 0,93,$$

$$\bar{x} = \bar{u}h_1 + C_1 = 0,6 \cdot 10 - 20 = -14,$$

$$\bar{y} = \bar{v}h_2 + C_2 = 0,8 \cdot 4 + 0 = 3,2,$$

$$S_x = S_u \cdot h_1 = 0,94 \cdot 10 = 9,4,$$

$$S_y = S_v h_2 = 1,3 \cdot 4 = 5,2.$$

Выполнение работы

Отсюда и из вышеуказанных формул следуют уравнение линии регрессии y на x :

$$\hat{y}_x = 3,2 + 0,93 \frac{5,2}{9,4} (x + 14) ,$$

или

$$\hat{y}_x = 0,514468x + 10,40255 ,$$

и уравнение линии регрессии x на y :

$$\hat{x}_y = -14 + 0,93 \frac{9,4}{5,2} (y - 3,2) ,$$

или

$$\hat{x}_y = 1,681154y - 19,37969 .$$

Выполнение работы

Проверяем тесноту связи между признаками X и Y . Для этого, используя критерий Стьюдента, вычисляем статистику

$$t_{\text{н}} = \frac{|r_{\text{с}}| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{\text{с}}^2}} = \frac{0,93 \sqrt{50-2}}{\sqrt{1-0,93^2}} = 17,5.$$

Выполнение работы

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $k = n - 2 = 50 - 2 = 48$ находим по таблице распределения Стьюдента $t_{\alpha;k} = t_{0,05;48} = 2,01$.

Так как $t_n = 17,5 > 2,01$, то выборочный коэффициент линейной корреляции r_B значимо отличается от нуля.

Следовательно, можно считать, что отклонение размеров валиков от номинала при черновой обработке на станке № 1 и отклонение размеров валиков от номинала при чистовой обработке на станке № 2 связаны линейной корреляционной зависимостью. Дадим интерпретацию, например, уравнению регрессии y на x .

Выполнение работы

Из уравнения регрессии видно, что при отклонении от нормальных размеров валиков при черновой обработке (x_j), например, на 10 мкм на станке №1 отклонение от нормального размера валиков при последующей чистовой обработке на станке №2 составит $y_i = 10 \times 0,514468 = 5,14468 \approx 5,1$ мкм. Это результат воздействия отклонений при черновой обработке валиков на станке №1.

Фактически отклонение может составить $y = 5,14468 + 10,40255 = 15,54723$ мкм, что является результатом воздействия неучтенных в модели факторов, не зависящих от отклонений при черновой обработке. Уравнения линий регрессий построены на рис. 9.

Выполнение работы

Проверим полученное уравнение регрессии y на x на адекватность по критерию Фишера-Снедекора. Вычислим статистику

$$F_{\text{н}} = \frac{Q_R(n-2)}{Q_e(k-1)}.$$

Выполнение работы

Составим расчетные табл. 31 и 32.:

Т а б л и ц а 31

y_i	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$
-8	-11,2	125,44
-4	-7,2	51,84
0	-3,2	10,24
4	0,8	0,64
8	4,8	23,04
12	8,8	77,44
		$Q = 288,64$

Т а б л и ц а 32

\bar{y}_{x_i}	$\bar{y}_{x_i} - \bar{y}$	$(\bar{y}_{x_i} - \bar{y})^2$
-4	-7,2	51,84
0,2	-3	9
4,3	1,1	1,21
11,6	8,4	70,56
		$Q_R = 132,61$

Выполнение работы

Находим $Q_e = Q - Q_R = 288,64 - 132,61 = 156,03$. По условию $n = 50$, $k = 4$. Тогда

$$F_H = \frac{132,61 \cdot (50 - 2)}{156,03 \cdot (4 - 1)} = 13,03.$$

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числах степеней свободы $k_1 = 1$, $k_2 = n - 2 = 50 - 2 = 48$ по таблице критических точек распределения Фишера-Снедекора находим $F_T = 4,05$. Так как $F_H = 13,03 > 4,05$, то модель линейной регрессии $\hat{y}_x = 0,514468x + 10,40255$ согласуется с опытными данными.

Выполнение работы

Итак, мы получили два уравнения линий регрессии y на x , описывающих зависимость между признаками X и Y . При подстановке в каждое из них опытных значений признака X убеждаемся в том, что уравнение регрессии, полученное по методу наименьших квадратов без использования коэффициента линейной корреляции r , дает лучшие значения признака Y .

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 1. Зависимость объема Y (см³) разрушенной породы от глубины X (мм) внедрения зуба при постоянном давлении приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	n_y
0,05	4	3				7
0,15		5	3			8
0,25			8	1		9
0,35			4	6		10
0,45				5	1	6
0,55				6		6
0,65				1	3	4
n_x	4	8	15	19	4	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 2. Распределение предприятий по объему продукции X (тыс. руб.) и по ее себестоимости Y (руб.) приведено в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	1	2	3	4	5	n_y
2				3	4	7
2,5			5	3	5	13
3		3	6	4		13
3,5	4	4	2	2		12
4	1	4				5
n_x	5	11	13	12	9	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 3. Результаты исследования зависимости среднегодового перевыполнения нормы Y (%) от стажа X (в годах) работы приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	2	3	4	5	6	7	n_y
5	1	1	1				3
6	4	2	1				7
7		2	8	6			16
8			3	9	2		14
9				1	5	2	8
10					1	1	2
n_x	5	5	13	16	8	3	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 4. Фонтанную скважину исследовали на приток Y нефти при различных режимах работы с замерами забойных давлений X глубинным манометром. Данные замеров приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	125	135	145	155	165	175	185	195	205	n_y
11	3	4								7
12		5	4							9
13			3	5						8
14			5	6						11
15				2	18					20
16					4	14				18
17						7	2			9
18							4	6		10
19								2	6	8
n_x	3	9	12	13	22	21	6	8	6	100

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 5. Зависимость коэффициента обрабатываемости Y от ударной вязкости X (кг/мм²) инструментальных быстроредействующих сталей задана корреляционной таблицей:

$Y \backslash X$	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	n_y
0,5	1	2				3
0,6	7	10	3			20
0,7		1	12	1		14
0,8				4	3	7
0,9				2	4	6
n_x	8	13	15	7	7	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 6. Результаты исследования зависимости между средне-месячной выработкой продукции на одного рабочего Y (тыс. руб.) и стоимостью основных производственных средств X (млн. руб.) приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	n_y
9,9	2						2
10	2	7				1	10
10,1		2	1				3
10,2		1	3	9			13
10,3			4	3	6		13
10,4					4	5	9
n_x	4	10	8	12	10	6	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 7. Распределение цилиндрических болванок по длине X (см) и по весу Y (кг) приведено в корреляционной таблице:

$X \backslash Y$	1,05	1,15	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65	n_y
19,5	4	1						5
22,5		2	4	1				7
25,5			3	8	1			12
28,5				2	3	2		7
31,5					2	4		6
34,5						3	3	6
37,5							4	4
n_x	4	3	7	11	6	9	7	47

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 8. Результаты замера температуры X (°C) смазочного масла в двигателе и температуры Y (°C) масла в коробке передач автомобиля приведены в корреляционной таблице:

$X \backslash Y$	6	10	14	18	22	26	n_y
15	4	3					7
21	1	5	1				7
27		2	5				7
33			6	3			9
39				5	4		9
45					2	9	11
n_x	5	10	12	8	6	9	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 9. Результаты измерений сверл по твердости Y (HRC) и по стойкости X (час) приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	20,5	25,5	30,5	35,5	40,5	45,5	n_y
25	2	3					5
35	1	7					8
43			2	4			6
51			1	9	4		14
59				4	1	1	6
67					3	8	11
n_x	3	10	3	17	8	9	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 10. Результаты измерений времени X (час) непрерывной работы и количества Y (шт.) полностью обработанных деталей приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	6	10	14	18	22	26	n_y
0,95	5	5					10
1,85		4	2				6
2,75			6	8			14
3,65				1	6		7
4,55				5	3	5	13
n_x	5	9	8	14	9	5	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 11. Результаты измерений температуры смазочного масла X (°C) в коробке передач и скорости Y (км/час) автомобиля приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	30,5	40,5	50,5	60,5	70,5	80,5	n_y
15,5	5	3					8
22,5	4	3					7
29,5		2	5	3			10
36,5				8	5		13
43,5				1	3	4	8
50,5					2	2	4
n_x	9	8	5	12	10	6	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 12. Найти зависимость между средней скоростью Y (км/час) прохождения пути и температурой X (°C) смазочного масла в коробке передач у 100 автомобилей:

$Y \backslash X$	20	25	30	35	40	45	n_y
20	3	3					6
30		5	4				9
40			12	30			42
50			5	10	14		29
60					5	9	14
n_x		8	21	40	19	9	100

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 13. Распределение заводов по основным фондам X (млн. руб.) и по готовой продукции Y (млн. руб.) приведено в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	20	30	40	50	60	n_y
15	5	7				12
25	8	5				13
35		5	7	2		14
45			13	16	12	41
55				8	12	20
n_x	13	17	20	26	24	100

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 14. Распределение цехов по изменению средней заработной платы Y (руб.) в зависимости от изменения производительности труда X (руб.) по кварталам приведено в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	n_y
4600	1	3	2					6
5100		2	5	2				9
5600		1	3	1	2			7
6100				1	8			9
6600					2	5		7
7100						4	4	8
7600						1	3	4
n_x	1	6	10	4	12	10	7	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 15. Найти зависимость скорости Y (м/час) бурения в твердых породах от нагрузки X (атм.) на долото:

$Y \backslash X$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	n_y
10							2	1	3
10,5					1	1	2		4
11				3	2	2			7
11,5			5	7	4				16
12		3	2	8					13
12,5	2	1	1						4
13	1	1							2
13,5	1	0							1
n_x	4	5	8	18	7	6	4	1	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 16. Результаты исследования зависимости длительности T (час) непрерывной работы двигателей и расхода V (литров) топлива заданы корреляционной таблицей:

$T \backslash V$	20	50	80	110	140	170	200	n_T
50	10							10
100	4	12						16
150	1	4	6					11
200			10	16				26
250				4	17			21
300				1	1			2
350					3	8		11
400						1	2	3
n_V	15	16	16	21	21	9	2	100

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 17. Результаты измерений диаметра X (мм) трубы скважины и производительности Y (м³/час) скважины приведены в корреляционной таблицы:

$Y \backslash X$	20	22	24	26	28	30	n_y
100,5	6	6					12
105,5		3	2	1			6
110,5			4	6			10
115,5				3	5		8
120,5				3	4		7
125,5					2	5	7
n_x	6	9	6	13	11	5	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 18. Имеются данные мощности Y (кВт) на долоте и осевой статической нагрузки X (тс) на забое, полученные при бурении пород на одном из месторождений Тюменской области:

$X \backslash Y$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	n_y
12,5	3	3								6
17,5		7	1	4						12
22,5		4	7	1						12
27,5			4	9						13
32,5			1	7	5	6	7			26
37,5					1	2		1	2	6
n_x	3	14	13	21	6	8	7	1	2	75

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 19. Найти зависимость между средней скоростью Y (км/ч) прохождения пути и температурой X (°C) смазочного масла в коробке передач у 100 автомобилей.

$Y \backslash X$	15	20	25	30	35	40	n_y
30	3	3					6
40		5	4				9
50			8	40	2		50
60			5	10	6		21
70				4	7	3	14
n_x	3	8	17	54	15	3	100

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 20. Распределение 50 рабочих по выполнению сменного задания X и по повышению производительности труда Y (%) дается следующей таблицей:

$Y \backslash X$	25	28	31	34	37	n_y
110	1	3				4
115		2	6	1		9
120		1	5	5		11
125		1	6	7	2	16
130			1	4	2	7
135				1	1	2
n_x	1	7	18	18	6	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 21. Результаты исследования зависимости между средней месячной выработкой продукции Y (тыс.руб.) на одного рабочего и стоимостью основных производственных средств X (млн. руб.) приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2	n_y
15	2	1					3
16	2	2	1				5
17		2	10				12
18		1	3	2			6
19			2	2	1		5
20					2	3	5
n_x	4	6	16	4	3	3	36

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 22. Результаты исследования зависимости относительной проницаемости нефти Y от насыщенности пород нефтью X приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	n_y
0,25	1							1
0,35	5	3						8
0,45	3	2	1					6
0,55		5	3	4				12
0,65				6	5			11
0,75					2	3		5
0,85						3	4	7
n_x	9	10	4	10	7	6	4	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 23. Зависимость скорости отскока инструмента Y (м/сек) при ударно-вращательном бурении от коэффициента пластичности долот X заданы в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	n_y
0,5					6	3	9
0,7			2	2	5		9
0,9			9	7			16
1,1		6	5				11
1,3	3	2					5
n_x	3	8	16	9	11	3	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 24. Результаты исследования зависимости выпуска валовой продукции Y (%) в отчетном году и выработкой на одного рабочего X (%) приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	75	85	95	105	115	125	n_y
90	4	5					9
100	5	2	22				29
110		5	6	10			21
120			2	2	4		8
130				12	5		17
140					12	4	16
n_x	9	12	30	24	21	4	100

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 25. Распределение предприятий по основным фондам X (млн. руб.) и себестоимости единицы продукции Y (тыс. руб.) приведено в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	n_y
10				2	4	6
15			1	4	3	8
20		4	7	1		12
25	3	6	5			14
30	6	4				10
n_x	9	14	13	7	7	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 26. Распределение 100 автомобилей по температуре смазочного масла в двигателе X и по температуре масла в коробке передач Y даны в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	5	10	15	20	25	30	n_y
15	2	4					6
25		6	2				8
35			3	50	2		55
45			1	10	6		17
55				4	7	3	14
n_x	2	10	6	64	15	3	100

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 27. Результаты измерения твердости Y (HRS) и стойкости X (час) фрез приведены в корреляционной таблице:

$Y \backslash X$	30	34	38	42	46	50	54	n_y
21,5	4	2						6
28,5		4	3					7
35,5			5	4				9
42,5				8	2	4		14
49,5						7	2	9
56,5						2	3	5
n_x	4	6	8	12	2	13	5	50

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 28. Фонтанная скважина исследована на приток изменением диаметра штуцера с замером глубинных давлений регистрирующим манометром. Результаты зависимости скорости изменения Y (т / сутки) дебита скважины от скорости изменения давления X (атм. / сутки) приведены в корреляционной таблице:

$\begin{matrix} X \\ Y \end{matrix}$	150	200	250	300	350	400	450	500	550	n_y
5	2	1								3
10	2	3	1							6
15	1	2	4	3						10
20		1	5	7	6					19
25			3	4	9	6				22
30			2	2	4	5	3			16
35				4	4	2	1			11
40					1	4	3	2		10
45								1	2	3
n_x	5	7	15	20	24	17	7	3	2	100

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 29. Имеют данные распределения 100 автомобилей по температуре Y смазочного масла в двигателе и по скорости X движения (км/час):

$Y \backslash X$	10	15	20	25	30	35	n_y
20	1	5					6
30		6	4				10
40			7	40	3		50
50			2	10	8		20
60				5	6	3	14
n_x	1	11	13	55	17	3	100

Варианты заданий к лабораторной работе № 4

Вариант № 30. Результаты зависимости между дебитом Q (м³/час) скважины и диаметром штуцера D (мм) приведены в корреляционной таблице:

$Q \backslash D$	18	21	24	27	30	33	36	n_Q
100	6	3						9
105	1	5	4					10
110		7	6	2				15
115		1	5	3				9
120			4	9	2	1		16
125				4	3			7
130					2	1	1	4
n_D	7	16	19	18	7	2	1	70