

Задача 4.

Имеются данные о рынке строящегося жилья в Бресте (по состоянию на декабрь 2013 года). Для анализа связи между признаками требуется:

1. Провести аналитическую группировку, выбрав в качестве группировочного признака X_1 – общая площадь квартиры (м^2) или X_2 – жилая площадь квартиры (м^2) в зависимости от варианта. Результаты оформить в виде таблицы.

Указание: образовать три группы по группировочному признаку с равными интервалами.

2. Рассчитать коэффициент детерминации и эмпирическое корреляционное отношение, предварительно определив общую дисперсию признака Y – цена квартиры (тыс.у.е.) по всей совокупности, внутригрупповую дисперсию по выделенным в п.1 группам и межгрупповую дисперсию. Проверить выполнение правила сложения дисперсий. Сделать выводы.

Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4		Вариант 5	
Y	X_1	Y	X_2	Y	X_1	Y	X_2	Y	X_1
15,9	39,0	15,9	20,0	22,0	40,0	22,0	17,7	15,4	37,0
13,5	34,8	13,5	16,0	24,7	45,3	24,7	20,6	15,6	40,0
15,1	39,0	15,1	20,0	15,9	37,0	15,9	17,8	24,4	48,7
22,0	40,0	22,0	17,7	15,4	37,0	15,4	17,8	21,3	39,9
24,7	45,3	24,7	20,6	15,6	40,0	15,6	20,0	21,5	39,0
15,9	37,0	15,9	17,8	24,4	48,7	24,4	22,3	19,0	38,0
15,4	37,0	15,4	17,8	21,3	39,9	21,3	18,0	24,2	42,0
15,6	40,0	15,6	20,0	21,5	39,0	21,5	20,0	21,2	40,8
24,4	48,7	24,4	22,3	19,0	38,0	19,0	19,0	25	38,7
21,3	39,9	21,3	18,0	24,2	42,0	24,2	21,0	18,2	38,7
21,5	39,0	21,5	20,0	21,2	40,8	21,2	19,2	20,1	41,5
19,0	38,0	19,0	19,0	25,0	38,7	25,0	20,0	17,8	37,0
24,2	42,0	24,2	21,0	18,2	38,7	18,2	20,0	19,8	40,5
21,2	40,8	21,2	19,2	20,1	41,5	20,1	20,0	22,4	52,0
25,0	38,7	25,0	20,0	17,8	37,0	17,8	17,5	17,8	39,9
18,2	38,7	18,2	20,0	19,8	40,5	19,8	16,0	21,1	54,7
20,1	41,5	20,1	20,0	22,4	52,0	22,4	21,2	28,0	53,0
17,8	37,0	17,8	17,5	17,8	39,9	17,8	19,3	34,4	62,6
19,8	40,5	19,8	16,0	21,1	54,7	21,1	28,0	30,8	56,4
22,4	52,0	22,4	21,2	28,0	53,0	28,0	31,1	34,1	68,1
17,8	39,9	17,8	19,3	34,4	62,6	34,4	21,4	37,7	75,3
21,1	54,7	21,1	28,0	30,8	56,4	30,8	29,7	36,7	68,6
28,0	53,0	28,0	31,1	34,1	68,1	34,1	35,4	26,4	48,6
34,4	62,6	34,4	21,4	37,7	75,3	37,7	41,4	34,2	68,5
30,8	56,4	30,8	29,7	36,7	68,6	36,7	35,5	35,6	71,1

Вариант 6		Вариант 7		Вариант 8		Вариант 9		Вариант 10	
Y	X_2	Y	X_1	Y	X_2	Y	X_1	Y	X_2
15,4	17,8	21,3	39,9	21,3	18,0	24,2	42,0	24,2	21,0
15,6	20,0	21,5	39,0	21,5	20,0	21,2	40,8	21,2	19,2
24,4	22,3	19,0	38,0	19,0	19,0	25,0	38,7	25,0	20,0
21,3	18,0	24,2	42,0	24,2	21,0	18,2	38,7	18,2	20,0
21,5	20,0	21,2	40,8	21,2	19,2	20,1	41,5	20,1	20,0
19,0	19,0	25,0	38,7	25,0	20,0	17,8	37,0	17,8	17,5
24,2	21,0	18,2	38,7	18,2	20,0	19,8	40,5	19,8	16,0
21,2	19,2	20,1	41,5	20,1	20,0	22,4	52,0	22,4	21,2
25,0	20,0	17,8	37,0	17,8	17,5	17,8	39,9	17,8	19,3
18,2	20,0	19,8	40,5	19,8	16,0	21,1	54,7	21,1	28,0
20,1	20,0	22,4	52,0	22,4	21,2	28,0	53,0	28,0	31,1
17,8	17,5	17,8	39,9	17,8	19,3	34,4	62,6	34,4	21,4
19,8	16,0	21,1	54,7	21,1	28,0	30,8	56,4	30,8	29,7
22,4	21,2	28,0	53,0	28,0	31,1	34,1	68,1	34,1	35,4
17,8	19,3	34,4	62,6	34,4	21,4	37,7	75,3	37,7	41,4
21,1	28,0	30,8	56,4	30,8	29,7	36,7	68,6	36,7	35,5
28,0	31,1	34,1	68,1	34,1	35,4	26,4	48,6	26,4	31,0
34,4	21,4	37,7	75,3	37,7	41,4	34,2	68,5	34,2	30,7
30,8	29,7	36,7	68,6	36,7	35,5	35,6	71,1	35,6	36,2
34,1	35,4	26,4	48,6	26,4	31,0	46,6	93,2	46,6	49,5
37,7	41,4	34,2	68,5	34,2	30,7	35,7	62,0	35,7	35,0
36,7	35,5	35,6	71,1	35,6	36,2	30,8	59,2	30,8	31,9
26,4	31,0	46,6	93,2	46,6	49,5	31,9	60,2	31,9	36,3
34,2	30,7	35,7	62,0	35,7	35,0	35,2	56,4	35,2	32,7
35,6	36,2	30,8	59,2	30,8	31,9	22,7	48,8	22,7	28,5

Вариант 11		Вариант 12		Вариант 13		Вариант 14		Вариант 15	
Y	X_1	Y	X_2	Y	X_1	Y	X_2	Y	X_1
18,2	38,7	18,2	20,0	19,8	40,5	19,8	16,0	21,1	54,7
20,1	41,5	20,1	20,0	22,4	52,0	22,4	21,2	28,0	53,0
17,8	37,0	17,8	17,5	17,8	39,9	17,8	19,3	34,4	62,6
19,8	40,5	19,8	16,0	21,1	54,7	21,1	28,0	30,8	56,4
22,4	52,0	22,4	21,2	28,0	53,0	28,0	31,1	34,1	68,1
17,8	39,9	17,8	19,3	34,4	62,6	34,4	21,4	37,7	75,3
21,1	54,7	21,1	28,0	30,8	56,4	30,8	29,7	36,7	68,6
28,0	53,0	28,0	31,1	34,1	68,1	34,1	35,4	26,4	48,6
34,4	62,6	34,4	21,4	37,7	75,3	37,7	41,4	34,2	68,5
30,8	56,4	30,8	29,7	36,7	68,6	36,7	35,5	35,6	71,1
34,1	68,1	34,1	35,4	26,4	48,6	26,4	31,0	46,6	93,2
37,7	75,3	37,7	41,4	34,2	68,5	34,2	30,7	35,7	62,0
36,7	68,6	36,7	35,5	35,6	71,1	35,6	36,2	30,8	59,2
26,4	48,6	26,4	31,0	46,6	93,2	46,6	49,5	31,9	60,2
34,2	68,5	34,2	30,7	35,7	62,0	35,7	35,0	35,2	56,4
35,6	71,1	35,6	36,2	30,8	59,2	30,8	31,9	22,7	48,8
46,6	93,2	46,6	49,5	31,9	60,2	31,9	36,3	27,6	54,7
35,7	62,0	35,7	35,0	35,2	56,4	35,2	32,7	25,9	54,0
30,8	59,2	30,8	31,9	22,7	48,8	22,7	28,5	29,9	61,0
31,9	60,2	31,9	36,3	27,6	54,7	27,6	33,5	35,2	78,1
35,2	56,4	35,2	32,7	25,9	54,0	25,9	30,5	25,0	56,2
22,7	48,8	22,7	28,5	29,9	61,0	29,9	31,0	27,0	68,4
27,6	54,7	27,6	33,5	35,2	78,1	35,2	40,0	28,7	74,7
25,9	54,0	25,9	30,5	25,0	56,2	25,0	31,4	27,2	71,7
29,9	61,0	29,9	31,0	27,0	68,4	27,0	40,5	28,3	74,5

Вариант 16		Вариант 17		Вариант 18		Вариант 19		Вариант 20	
Y	X_2	Y	X_1	Y	X_2	Y	X_1	Y	X_2
21,1	28,0	30,8	56,4	30,8	29,7	36,7	68,6	36,7	35,5
28,0	31,1	34,1	68,1	34,1	35,4	26,4	48,6	26,4	31,0
3,44	21,4	37,7	75,3	37,7	41,4	34,2	68,5	34,2	30,7
30,8	29,7	36,7	68,6	36,7	35,5	35,6	71,1	35,6	36,2
34,1	35,4	26,4	48,6	26,4	31,0	46,6	93,2	46,6	49,5
37,7	41,4	34,2	68,5	34,2	30,7	35,7	62,0	35,7	35,0
36,7	35,5	35,6	71,1	35,6	36,2	30,8	59,2	30,8	31,9
26,4	31,0	46,6	93,2	46,6	49,5	31,9	60,2	31,9	36,3
34,2	30,7	35,7	62,0	35,7	35,0	35,2	56,4	35,2	32,7
35,6	36,2	30,8	59,2	30,8	31,9	22,7	48,8	22,7	28,5
46,6	49,5	31,9	60,2	31,9	36,3	27,6	54,7	27,6	33,5
35,7	35,0	35,2	56,4	35,2	32,7	25,9	54,0	25,9	30,5
30,8	31,9	22,7	48,8	22,7	28,5	29,9	61,0	29,9	31,0
31,9	36,3	27,6	54,7	27,6	33,5	35,2	78,1	35,2	40,0
35,2	32,7	25,9	54,0	25,9	30,5	25,0	56,2	25,0	31,4
22,7	28,5	29,9	61,0	29,9	31,0	27,0	68,4	27,0	40,5
27,6	33,5	35,2	78,1	35,2	40,0	28,7	74,7	28,7	46,3
25,9	30,5	25,0	56,2	25,0	31,4	27,2	71,7	27,2	45,9
29,9	31,0	27,0	68,4	27,0	40,5	28,3	74,5	28,3	47,5
35,2	40,0	28,7	74,7	28,7	46,3	45,0	86,0	45,0	48,7
25,0	31,4	27,2	71,7	27,2	45,9	29,0	67,5	29,0	43,5
27,0	40,5	28,3	74,5	28,3	47,5	28,6	69,0	28,6	42,4
28,7	46,3	45,0	86,0	45,0	48,7	27,7	69,1	27,7	41,3
27,2	45,9	29,0	67,5	29,0	43,5	41,9	83,7	41,9	48,5
28,3	47,5	28,6	69,0	28,6	42,4	53,9	98,0	53,9	56,0

Вариант 21		Вариант 22		Вариант 23		Вариант 24		Вариант 25	
Y	X_1	Y	X_2	Y	X_1	Y	X_2	Y	X_1
35,6	71,1	35,6	36,2	30,8	59,2	30,8	31,9	22,7	48,8
46,6	93,2	46,6	49,5	31,9	60,2	31,9	36,3	27,6	54,7
35,7	62,0	35,7	35,0	35,2	56,4	35,2	32,7	25,9	54,0
30,8	59,2	30,8	31,9	22,7	48,8	22,7	28,5	29,9	61,0
31,9	60,2	31,9	36,3	27,6	54,7	27,6	33,5	35,2	78,1
35,2	56,4	35,2	32,7	25,9	54,0	25,9	30,5	25,0	56,2
22,7	48,8	22,7	28,5	29,9	61,0	29,9	31,0	27,0	68,4
27,6	54,7	27,6	33,5	35,2	78,1	35,2	40,0	28,7	74,7
25,9	54,0	25,9	30,5	25,0	56,2	25,0	31,4	27,2	71,7
29,9	61,0	29,9	31,0	27,0	68,4	27,0	40,5	28,3	74,5
35,2	78,1	35,2	40,0	28,7	74,7	28,7	46,3	45,0	86,0
25,0	56,2	25,0	31,4	27,2	71,7	27,2	45,9	29,0	67,5
27,0	68,4	27,0	40,5	28,3	74,5	28,3	47,5	28,6	69,0
28,7	74,7	28,7	46,3	45,0	86,0	45,0	48,7	27,7	69,1
27,2	71,7	27,2	45,9	29,0	67,5	29,0	43,5	41,9	83,7
28,3	74,5	28,3	47,5	28,6	69,0	28,6	42,4	53,9	98,0
45,0	86,0	45,0	48,7	27,7	69,1	27,7	41,3	34,0	68,0
29,0	67,5	29,0	43,5	41,9	83,7	41,9	48,5	58,5	117,0
28,6	69,0	28,6	42,4	53,9	98,0	53,9	56,0	51,2	89,0
27,7	69,1	27,7	41,3	34,0	68,0	34,0	41,0	34,0	65,4
41,9	83,7	41,9	48,5	58,5	117,0	58,5	55,2	43,6	82,2
53,9	98,0	53,9	56,0	51,2	89,0	51,2	52,3	52,2	98,4
34,0	68,0	34,0	41,0	34,0	65,4	34,0	38,9	43,1	76,7
58,5	117	58,5	55,2	43,6	82,2	43,6	49,7	40,8	76,7
51,2	89,0	51,2	52,3	52,2	98,4	52,2	52,3	36,0	76,7

Вариант 26		Вариант 27		Вариант 28		Вариант 29		Вариант 30	
Y	X_2	Y	X_1	Y	X_2	Y	X_1	Y	X_2
22,7	28,5	29,9	61,0	29,9	31,0	27,0	68,4	27,0	40,5
27,6	33,5	35,2	78,1	35,2	40,0	28,7	74,7	28,7	46,3
25,9	30,5	25,0	56,2	25,0	31,4	27,2	71,7	27,2	45,9
29,9	31,0	27,0	68,4	27,0	40,5	28,3	74,5	28,3	47,5
35,2	40,0	28,7	74,7	28,7	46,3	45,0	86,0	45,0	48,7
25,0	31,4	27,2	71,7	27,2	45,9	29,0	67,5	29,0	43,5
27,0	40,5	28,3	74,5	28,3	47,5	28,6	69,0	28,6	42,4
28,7	46,3	45,0	86,0	45,0	48,7	27,7	69,1	27,7	41,3
27,2	45,9	29,0	67,5	29,0	43,5	41,9	83,7	41,9	48,5
28,3	47,5	28,6	69,0	28,6	42,4	53,9	98,0	53,9	56,0
45,0	48,7	27,7	69,1	27,7	41,3	34,0	68,0	34,0	41,0
29,0	43,5	41,9	83,7	41,9	48,5	58,5	117,0	58,5	55,2
28,6	42,4	53,9	98,0	53,9	56,0	51,2	89,0	51,2	52,3
27,7	41,3	34,0	68,0	34,0	41,0	34,0	65,4	34,0	38,9
41,9	48,5	58,5	117,0	58,5	55,2	43,6	82,2	43,6	49,7
53,9	56,0	51,2	89,0	51,2	52,3	52,2	98,4	52,2	52,3
34,0	41,0	34,0	65,4	34,0	38,9	43,1	76,7	43,1	44,7
58,5	55,2	43,6	82,2	43,6	49,7	40,8	76,7	40,8	44,7
51,2	52,3	52,2	98,4	52,2	52,3	36,0	76,7	36	44,7
34,0	38,9	43,1	76,7	43,1	44,7	32,6	68,0	32,6	42,5
43,6	49,7	40,8	76,7	40,8	44,7	39,2	80,0	39,2	45,6
52,2	52,3	36,0	76,7	36,0	44,7	41,2	91,6	41,2	53,8
43,1	44,7	32,6	68,0	32,6	42,5	35,2	79,1	35,2	42,4
40,8	44,7	39,2	80,0	39,2	45,6	52,3	137,7	52,3	87,2
36,0	44,7	41,2	91,6	41,2	53,8	51,0	98,0	51,0	65,8

Задача 5.

По данным задачи 3 (п.1):

1. Воспользовавшись построенной группировкой, из статистической таблицы выписать интервальный ряд распределения. Изобразить графически полученный ряд распределения.
2. Определить моду, медиану полученного распределения.
3. Определить абсолютные и относительные показатели вариации: размах вариации, среднее линейное отклонение, дисперсию и среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.
4. Сделать выводы.

Решение типовых задач.

Пример 1.

На 20 предприятиях были собраны данные по скорости оборачиваемости оборотных средств (признак X) и по стоимости реализованной продукции (признак Y):

Таблица 1.1.

X	71	81	63	88	72	60	67	70	79	83	80	88	93	90	91	85	87	87	83	84
Y	1,3	2,8	1,7	4,1	2,1	3,5	2,4	2,8	3,6	3,8	3,7	4,2	6,0	5,2	4,2	3,8	3,9	4,0	4,2	4,2

Требуется:

1. провести аналитическую группировку;
2. рассчитать коэффициент детерминации, эмпирическое корреляционное отношение; проверить правило сложения дисперсий. Сделать выводы.

Решение.

1. Известно, что стоимость реализованной продукции зависит от скорости оборачиваемости оборотных средств. Поэтому в качестве признака-фактора выбрали скорость оборачиваемости оборотных средств (X), а в качестве признака-следствия — стоимость реализованной продукции (Y).

При осуществлении аналитической группировки рекомендуется не вводить большое количество интервалов, т.к. это приводит к существенному уменьшению количества единиц совокупности в каждой группе, что в свою очередь снижает надёжность выводов, особенно при малых объёмах выборки ($n < 30$).

Определим три интервала по признаку-фактору X . Длину интервала найдём по формуле $h = \frac{x_{max} - x_{min}}{n} = \frac{93 - 60}{3} = 11$. Начало первого интервала положим равным $x_{min} = 60$.

Обозначим границы групп:

60 – 71 – 1-я группа;

71 – 82 – 2-я группа;

82 – 93 – 3-я группа.

Прежде чем проводить аналитическую группировку, проранжируем данные по признаку-фактору, т.е. располагаем пары (x_i, y_i) в порядке возрастания x_i (таблица 1.2, графы 3,4). Если некоторые значения признака X попадают на границу между интервалами, то уславливаются относить их либо к предыдущему, либо к следующему интервалу.

Из таблицы 1.2 видно, что при возрастании признака X имеется тенденция к возрастанию признака Y , что говорит о возможности существования статистической связи между ними.

Таблица 1.2.

№ п/п	Номера групп (j), интервалы	Скорость оборачиваемости оборотных средств, дни (x_{ij})	Стоимость реализованной продукции, млн. ден. ед. (y_{ij})
1	2	3	4
1	№1 (60 - 71)	60	3,5
2		63	1,7
3		67	2,4
4		70	<u>2,8</u>
			Σ 10,4
5	№2 (71 - 82)	71	1,3
6		72	2,1
7		79	3,6
8		80	3,7
9		81	<u>2,8</u>
			Σ 13,5

10		83	3,8
11		83	4,2
12		84	4,2
13		85	3,8
14		87	3,9
15	№3	87	4,0
16	(82 - 93)	88	4,1
17		88	4,2
18		90	5,2
19		91	4,2
20		93	6,0
			Σ 47,6
Всего		1602	71,5

Подсчитаем количества объектов в каждой группе (n_j). Получим:

Таблица 1.3.

№ группы	Группы предприятий по скорости оборачиваемости оборотных средств, дни	Число предприятий	Стоимость реализованной продукции, млн. ден. ед.	
			всего	в среднем на одно предприятие
1	60-71	4	10,4	2,600
2	71-82	5	13,5	2,700
3	82-93	11	47,6	4,327
Итого		20	71,5	—

Скорость оборачиваемости оборотных средств и стоимость реализованной продукции взаимосвязаны, и чем ниже скорость оборачиваемости оборотных средств (т.е. чем большее дней проходит), тем выше стоимость реализованной продукции.

2. Проведём предварительные вычисления и для этого рассчитаем:

групповые средние

$$\bar{y}_1 = \frac{\sum y_{i_1}}{n_1} = \frac{10,4}{4} = 2,6 \text{ (млн. ден. ед.)},$$

$$\bar{y}_2 = \frac{\sum y_{i_2}}{n_2} = \frac{13,5}{5} = 2,7 \text{ (млн. ден. ед.)},$$

$$\bar{y}_3 = \frac{\sum y_{i_3}}{n_3} = \frac{47,6}{11} = 4,327 \text{ (млн. ден. ед.)};$$

общую среднюю

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{10,4 + 13,5 + 47,6}{20} = 3,575 \text{ (млн. ден. ед.)};$$

групповые дисперсии

$$\sigma_1^2 = \frac{\sum (y_{i_1} - \bar{y}_1)^2}{n_1} = \frac{(3,5 - 2,6)^2 + (1,7 - 2,6)^2 + (2,4 - 2,6)^2 + (2,8 - 2,6)^2}{4} \approx 0,425;$$

$$\sigma_2^2 = \frac{\sum (y_{i_2} - \bar{y}_2)^2}{n_2} = \frac{(1,3 - 2,7)^2 + (2,1 - 2,7)^2 + \dots + (2,8 - 2,7)^2}{5} \approx 0,828;$$

$$\sigma_3^2 = \frac{\sum (y_{i_3} - \bar{y}_3)^2}{n_3} = \frac{(3,8 - 4,327)^2 + (4,2 - 4,327)^2 + \dots + (6 - 4,327)^2}{11} \approx 0,411;$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n} = \frac{\text{общую дисперсию}}{20} = \frac{(3,5 - 3,575)^2 + (1,7 - 3,575)^2 + \dots + (6 - 3,575)^2}{20} \approx 1,211.$$

Рассчитаем следующие показатели:

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{\sigma_1^2 \cdot n_1 + \sigma_2^2 \cdot n_2}{n_1 + n_2} = \frac{\text{среднюю из внутригрупповых дисперсий}}{4 + 5 + 11} = \frac{0,425 \cdot 4 + 0,828 \cdot 5 + 0,411 \cdot 11}{4 + 5 + 11} \approx 0,518;$$

$$\delta^2 = \frac{\sum (\bar{y}_j - \bar{y})^2 n_j}{\sum n_j} = \frac{\text{межгрупповую дисперсию:}}{4 + 5 + 11} = \frac{(2,6 - 3,575)^2 \cdot 4 + (2,7 - 3,575)^2 \cdot 5 + (4,375 - 3,575)^2 \cdot 11}{4 + 5 + 11} \approx 0,693.$$

Проверим выполнение правила сложения дисперсий:

$$\delta^2 + \bar{\sigma}^2 = 0,693 + 0,518 = 1,211 = \sigma^2.$$

Находим коэффициент детерминации:

$$\eta^2 = \frac{\delta^2}{\sigma^2} = \frac{0,693}{1,211} = 0,5722.$$

Т.е. фактор скорости оборачиваемости оборотных средств, объясняет в данном примере 57,22% вариации стоимости реализованной продукции, а неучтенные факторы – 42,78%.

Находим эмпирическое корреляционное отношение: $\eta = \sqrt{\eta^2} = \sqrt{0,5722} \approx 0,756$, т.е. связь между признаками умеренная.

Пример 2. По данным примера 1:

1. Воспользовавшись построенной группировкой, из статистической таблицы выписать интервальный ряд распределения. Изобразить графически полученный ряд распределения.
2. Определить моду, медиану полученного распределения.
3. Определить абсолютные и относительные показатели вариации: размах вариации, среднее линейное отклонение, дисперсию и среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.
4. Сделать выводы.

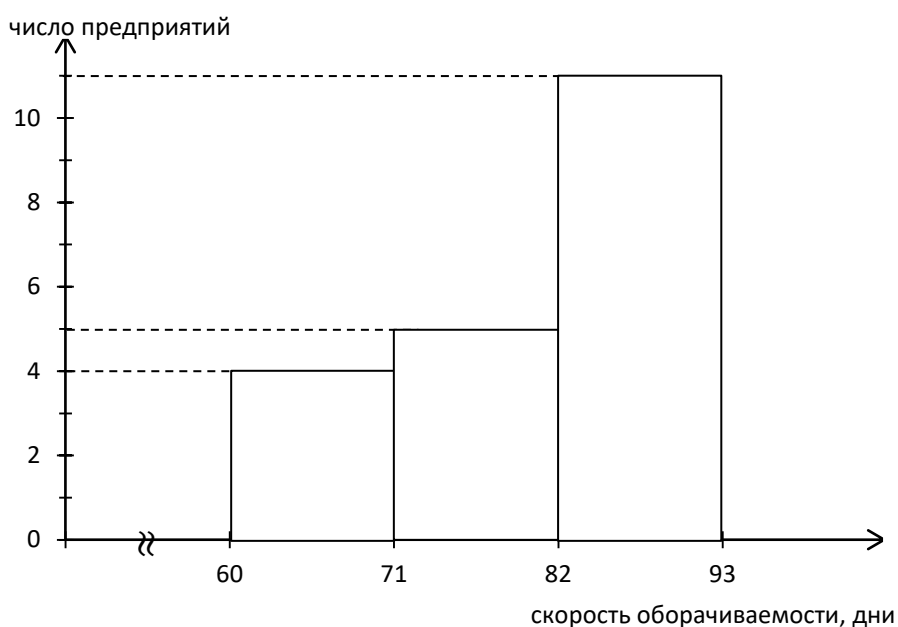
Решение.

1. Имеем интервальный вариационный ряд.

Таблица 2.1

Группы предприятий по скорости оборачиваемости оборотных средств, дни $x_{i-1} - x_i$	Число предприятий, f_i
60-71	4
71-82	5
82-93	11
Итого	20

Графическим изображением интервального ряда распределения является гистограмма.



2. Определим моду и медиану данного распределения.

Таблица 2.2

Группы предприятий по скорости оборачиваемости оборотных средств, дни $x_{i-1} - x_i$	Число предприятий, f_i	Накопленные частоты, f'_i
60-71	4	4
71-82	5	9
82-93	11	20
Всего	20	—

Мода для интервального ряда с равными интервалами рассчитывается по формуле:

$$M_0 = x_{M_0} + h_{M_0} \frac{f_{M_0} - f_{M_0-1}}{(f_{M_0} - f_{M_0-1}) + (f_{M_0} - f_{M_0+1})},$$

где x_{M_0} - начало модального интервала,

h_{M_0} - длина модального интервала,

f_{M_0} - частота модального интервала,

f_{M_0-1} - частота домодального интервала,

f_{M_0+1} - частота послемодального интервала.

Модальный интервал определяем по наибольшей частоте.

Так как $f_{max} = 11$, то модальным будет интервал 82-93.

Получим:

$$M_0 = 82 + 11 \cdot \frac{11 - 5}{(11 - 5) + (11 - 0)} \approx 85,88 \text{ (дня)}$$

Больше всего предприятий, скорость оборачиваемости оборотных средств которых около 86 дней.

Медиана интервального распределения рассчитывается по формуле:

$$M_e = x_{Me} + h_{Me} \frac{\frac{\sum f_i}{2} - f'_{Me-1}}{f_{Me}},$$

где x_{Me} - начало медианного интервала,

h_{Me} - длина медианного интервала,

f'_{Me-1} - накопленная частота домедианного интервала,

f_{Me} - частота медианного интервала.

Медианный интервал определим с помощью накопленных частот и числа $\frac{n+1}{2}$.

Подсчитаем сумму накопленных частот ряда. Так как $\frac{n+1}{2} = \frac{20+1}{2} = 10,5$, то медиальным будет интервал 82-93.

Получим:

$$M_e = 82 + 11 \cdot \frac{\frac{20}{2} - 9}{11} = 83 \text{ (дня)}.$$

3. Определим абсолютные и относительные показатели данной вариации: размах вариации, среднее линейное отклонение, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

При обработке результатов наблюдений от интервального распределения переходят к дискретному (точечному), беря в качестве вариант середины интервалов x'_i . Воспользуемся вспомогательной таблицей.

Таблица 2.3

Группы предприятий по скорости оборачиваемости оборотных средств, дни $x_{i-1} - x_i$	Число предприятий, f_i	Середина интервала, x'_i	Дополнительные расчеты			
			$x'_i \cdot f_i$	$x'_i - \bar{x}$	$ x'_i - \bar{x} f_i$	$(x'_i - \bar{x})^2 f_i$
60-71	4	65,5	262,0	-14,85	59,40	882,0900
71-82	5	76,5	382,5	-3,85	19,25	74,1125
82-93	11	87,5	962,5	7,15	78,65	562,3475
Всего	20	—	1607,0	—	157,30	1518,5500

Размах вариации скорости оборачиваемости оборотных средств равен:

$$R = x_{\max} - x_{\min} = 93 - 60 = 33 \text{ (дня)}.$$

Средняя скорость оборачиваемости оборотных средств:

$$\bar{x} = \frac{\sum x'_i f_i}{\sum f_i} = \frac{1607}{20} \approx 80,35 \text{ (дня)}.$$

Среднее линейное отклонение скорости оборачиваемости оборотных средств:

$$\bar{d} = \frac{\sum |x'_i - \bar{x}| f_i}{\sum f_i} = \frac{157,3}{20} \approx 7,9 \text{ (дня)}.$$

Вычислим дисперсию:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x'_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i} = \frac{1518,55}{20} \approx 75,93.$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum (x'_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}} = \sqrt{75,93} \approx 8,7 \text{ (дня)}.$$

Коэффициент вариации:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{8,7}{80,35} \cdot 100\% = 10,83\% < 33\%$$

4) **Выводы.** Больше всего предприятий, скорость оборачиваемости оборотных средств которых около 86 дней. Половина предприятий имеет скорость оборачиваемости оборотных средств не менее 83 дней, а другая половина предприятий имеет скорость оборачиваемости оборотных средств не более 83 дней. Средняя скорость оборачиваемости оборотных средств составляет 80,35 дней. Размер скорости оборачиваемости оборотных средств отличается от среднего значения в среднем на 7,9 дня. Поскольку $\bar{d} < \sigma$, то это соответствует правилу мажорантности средних, и, следовательно, скорость оборачиваемости оборотных средств каждого предприятия отличается от средней скорости на 10,83 % или на 8,7 дня.

Значение коэффициента вариации (< 33%) свидетельствует о том, что совокупность достаточно однородна.