

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.И.  
ГЕРЦЕНА»



Направление подготовки  
09.03.01 – Информатика и вычислительная техника  
Профиль «Технологии разработки программного обеспечения»  
Лабораторная работа №4  
«Числовые характеристики вариационных рядов»

Работу выполнили студенты 2 курса 2-1 группы:

Зухир Амира  
Крючкова Анастасия  
Стецук Максим  
Каргаполов Денис

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2022

СОДЕРЖАНИЕ

Отчет Зухир Амиры

3

Отчет Крючковой Анастасии

Отчет Стецук Максима

Отчет Каргаполова Дениса

## Лабораторная работа №2

### Математические характеристики вариационных рядов

*Цель лабораторной работы:* вычислить математические характеристики вариационного ряда.

*Оборудование:* ПК, табличный процессор Excel.

*Использованные формулы:*

Среднее арифметическое:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Дисперсия:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i$$

Среднее квадратичное отклонение:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \frac{n_i}{n}}$$

Коэффициент вариации:

$$v = \frac{S}{|\bar{x}|} \cdot 100\% (\bar{x} \neq 0)$$

Показатель асимметрии:

$$a_s = \frac{\mu_3}{\sigma^3},$$

где

$$\mu_3 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 \cdot f_i}{\sum f_i}$$

Экссесс:

$$e_k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3,$$

где

$$\mu_4 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4 \cdot f_i}{\sum f_i}$$

### Задание 1:

Вычислить математические характеристики вариационного ряда, который был построен при выполнении Задания № 2 в Лабораторной работе № 2.

Характеристики следующие:

1. Среднее значение признака.
2. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение.
3. Коэффициент вариации.
4. Определите в каком промежутке колеблется плотность работников.
5. Коэффициент асимметрии.
6. Экссесс.

Таблицы:

12	6	8	6	10	11	7	10	12	8	7	7	6	7	8	6	11	9	11
9	10	11	9	10	7	8	8	8	11	9	8	7	5	9	7	7	14	11
9	8	7	4	7	5	5	10	7	7	5	8	10	10	15	10	10	13	12
11	15	6																
n =	60	Mo =	7															

$x_i$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
$m_i$	1	4	5	12	9	6	9	7	3	1	1	2	$\Sigma m_i$	60	
$x_i - \bar{x}$	-4,7333333	-3,7333333	-2,7333333	-1,7333333	-0,7333333	0,2667	1,2667	2,2667	3,2667	4,2667	5,2667	6,2667			
$(x_i - \bar{x})^2$	22,4044444	13,9377778	7,4711111	3,0044444	0,5377778	0,0711	1,6044	5,1378	10,671	18,204	27,738	39,271			
$(x_i - \bar{x})^2 \cdot m_i$	22,4044444	55,7511111	37,3555556	36,0533333	4,84	0,4267	14,44	35,964	32,013	18,204	27,738	78,542			
$(x_i - \bar{x})^4$	501,959131	194,261649	55,8175012	9,02668642	0,28920494	0,0051	2,5742	26,397	113,87	331,4	769,38	1542,2			
$(x_i - \bar{x})^4 \cdot m_i$	501,959131	777,046598	279,087506	108,320237	2,60284444	0,0303	23,168	184,78	341,62	331,4	769,38	3084,4	$\Sigma (x_i - \bar{x})^4 \cdot m_i$	6403,8	
$x_i \cdot m_i$	4	20	30	84	72	54	90	77	36	13	14	30			

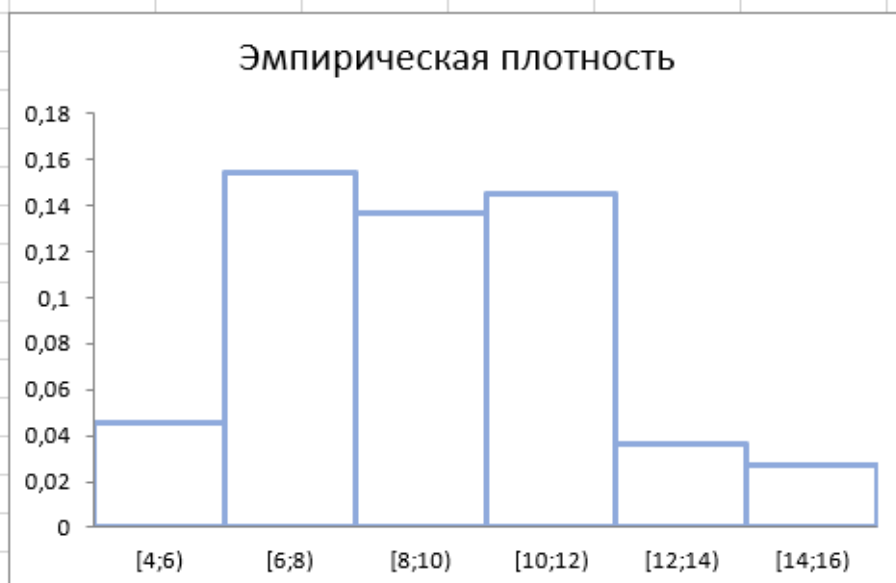
Математические характеристики:

Среднее значение признака $\bar{x}$ =	8,73333333
Коэффициент вариации $V$ =	28%
Коэффициент асимметрии $A_s$ =	0,70398947
Центр.момент 4-го порядка $\mu_4$ =	106,730607
Коэффициент эксцесса $E_x$ =	-0,0958083

Дисперсия $\delta^2$ =	6,0622	средне квадратическое отклонение $\delta$	2,4622
------------------------	--------	---	--------

Из Лабораторной работы "Вариационные ряды часть 1 Задание 2" возьмем эмпирическую плотность

Варианты $X_i$	[4;6)	[6;8)	[8;10)	[10;12)	[12;14)	[14;16)
$p_i$	0,0455	0,1545	0,1364	0,1455	0,0364	0,0273



Получается, что плотность работников колеблется в промежутке [0,0273;0,1545]

### Задание 2:

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Имеются ли различия в обеспеченности хозяйств рабочей силой?

Эти различия несущественные или они весьма большие?

2. Является ли рассматриваемое распределение симметричным?

Можно ли его считать нормальным?

1	Различия есть и они достаточно большие, на некоторых интервалах число рабочих преобладает.		
2	Не является, так как слишком большое колебание плотности рабочих.		

### Задание 3:

Вычислить математические характеристики вариационного ряда, который был построен при выполнении Задания № 3 в Лабораторной работе № 2. Проведите анализ этого ряда.

Таблицы:

1	5	1	3	4
3	3	4	3	4
5	2	2	1	2
2	3	5	3	1
3	1	4	2	5

Вариационный ряд					
$X_i$	1	2	3	4	5
$m_i$	5	5	7	4	4
$\sum m_i$	25				

Расчёт дисперсии и среднего квадратического отклонения					
$X_i$	$m_i$	$X_i * m_i$	$X_i - X_{ср}$	$(x_i - x_{ср}) * m_i$	$(x_i - x_{ср})^2 * m_i$
1	5	5	-1,88	-9,4	17,672
2	5	10	-0,88	-4,4	3,872
3	7	21	0,12	0,84	0,1008
4	4	16	1,12	4,48	5,0176
5	4	20	2,12	8,48	17,9776
$\sum$	25	72	---	0	44,64

Математические характеристики и анализ ряда:

Среднее арифметическое	2,88		
Медиана	3		
Мода	3		

Дисперсия	1,7856		
Стандартное отклонение	1,336263		
Коэффициент вариации	46%		

Ассиметрия			
$(X_i - X_{ср})^3 *$	$\sum$	$u_3$	A
-33,2234	7,1136	0,284544	0,119254
-3,40736			
0,012096			
5,619712			
38,11251			

Экссесс			
$(X_i - X_{ср})^4$	$\Sigma$	$u^4$	E
62,45992	152,5524	6,102098	-1,08614
2,998477			
0,001452			
6,294077			
80,79853			

$x_i$	1	2	3	4	5
$p_i$	0,2	0,2	0,28	0,16	0,16



Вывод: вычислили математические характеристики вариационного ряда.

## Лабораторная работа №3

### Вариационный ряд

*Цель лабораторной работы:* вычислить математические характеристики вариационного ряда.

*Оборудование:* ПК, табличный процессор Excel.

*Использованные формулы:*

Те же, что и в ЛР 2

### Задание 1:

В качестве изучаемого признака рассматривается число продаж каждого из 26 случайно выбранных продавцов универсама:

16, 12, 15, 15, 23, 9, 15, 13, 14, 14, 21, 15, 14, 17, 27, 15, 16, 12, 16, 19, 14, 16, 17, 13, 14, 14

Необходимо сделать следующее:

- 1) Построить вариационный ряд;
- 2) Провести анализ построенного вариационного ряда;

В качестве изучаемого признака рассматривается число продаж каждого из 26 случайно выбранных продавцов универсама:

16, 12, 15, 15, 23, 9, 15, 13, 14, 14, 21, 15, 14, 17, 27, 15, 16, 12, 16, 19, 14, 16, 17, 13, 14, 14.

Необходимо сделать следующее:

- 1) Построит вариационный ряд;
- 2) Провести анализ построенного вариационного ряда;

Таблицы:

Ранжированный список													
9	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	15
15	15	15	15	16	16	16	17	17	19	21	23	23	27

Вариационный ряд													
$X_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27		
$m_i$	1	2	3	6	5	3	2	1	1	1	1		

Вариационный ряд частот											
$X_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
$w_i$	0,038462	0,076923	0,115385	0,230769	0,192308	0,115385	0,076923	0,038462	0,038462	0,038462	0,038462

Расчёт дисперсии и среднего квадратичного отклонения					
$X_i$	$m_i$	$X_i * m_i$	$X_i - X_{ср}$	$(x_i - x_{ср}) * m_i$	$(x_i - x_{ср})^2 * m_i$
9	1	9	-6,5	-6,5	42,25
12	2	24	-3,5	-7	24,5
13	3	39	-2,5	-7,5	18,75
14	6	84	-1,5	-9	13,5
15	5	75	-0,5	-2,5	1,25
16	3	48	0,5	1,5	0,75
17	2	34	1,5	3	4,5
19	1	19	3,5	3,5	12,25
21	1	21	5,5	5,5	30,25
23	1	23	7,5	7,5	56,25
27	1	27	11,5	11,5	132,25
$\Sigma$	26	403	---	0	336,5

Математические характеристики и анализ ряда:

Среднее арифметическое		15,5	
Медиана	15		
Мода	14		



Дисперсия	12,94231		
Стандартное отклонение		3,597542	
Коэффициент вариации		23%	

Ассиметрия			
$(x_i - \bar{x})^3 *$	$\Sigma$	$u_3$	A
-274,625	210,125	8,081731	0,173575
-85,75			
-46,875			
-20,25			
-0,625			
0,375			
6,75			
42,875			
166,375			
421,875			

Экцесс			
$(x_i - \bar{x})^4 *$	$\Sigma$	$u_4$	E
1785,063	6472,563	248,9447	-1,51379
300,125			
117,1875			
30,375			
0,3125			
0,1875			
10,125			
150,0625			
915,0625			
3164,063			

$x_i$	[9;12)	[12; 15)	[15; 18)	[18; 21)	[21; 24)	[24; 27)
$p_i$	0,012821	0,128205	0,141026	0,012821	0,025641	0,012821



Получается, что плотность работников колеблется в промежутке [0,012821;0,141026]

## Задание 2:

Ответы:

Интервалы расходов	100-300	300-500	500-700	700-900	900-1100	1100-1300	
Число покупателей ( $m_i$ )	30	38	50	31	22	13	
Доля покупателей ( $w_i$ )	0,163	0,207	0,272	0,168	0,12	0,071	
Ниж. гран.	100	300	500	700	900	1100	<b>вопрос 1</b>
Верх. гран.	300	500	700	900	1100	1300	<b>вопрос 1</b>
$x_i$	100	300	500	700	900	1100	1300
Накоп. част↑	0	30	68	118	149	171	184
Накоп. част↓	184	154	116	66	35	13	0

Интервалы	До 60	60-70	70-80	80-90	90-100	Свыше 100
Число регионов	10	29	2	13	-	6

<b>вопрос 2</b>	Т.к. в данном распределении крайнии интервалы не ограниченные, а остальные интервалы равные, то для крайних интервалов берём такую же ширину, как и у остальных, значит крайние интервалы можно принять за такие интервалы как: 50-60 и					
Значит:	Начало первого интервала = 50					
	Правая граница последнего интервала = 110					

<b>Вопрос 3</b>	Интервалы	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27
	Частоты $X_i$	1	10	11	1	2	1
	Доля $X_i$	0,038	0,385	0,423	0,038	0,077	0,038

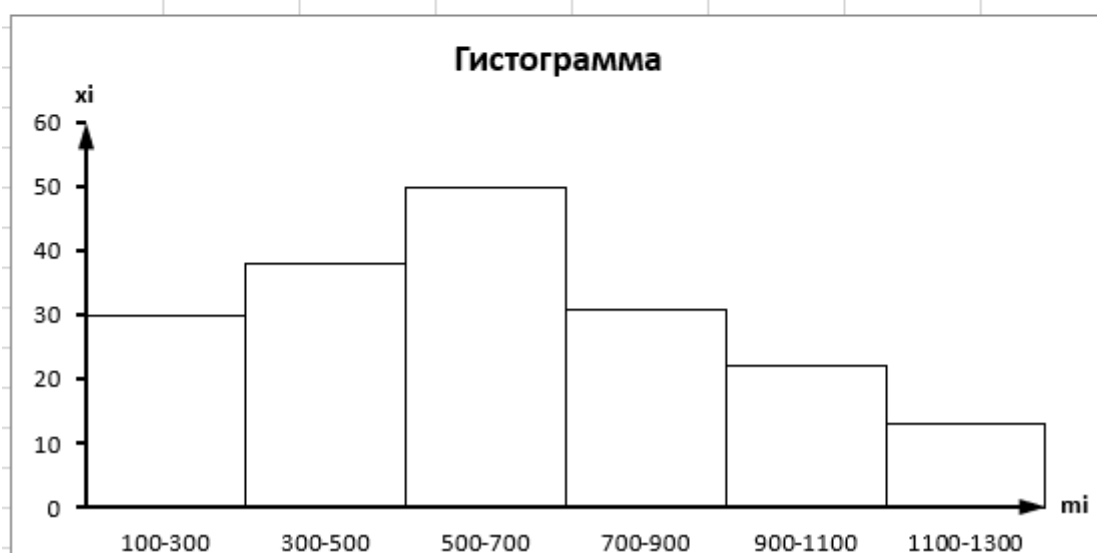
<b>Вопрос 4</b>	Вычисление интервала по другой формуле:		
	L	6,516193	7
	K	2,57	

<b>вопрос 5</b>	Накопление частоты в <u>восходящем</u> порядке указывает на количество значений, которые меньше левого края
	Накопление частоты в <u>нисходящем</u> порядке указывает на количество значений, которые больше левого края

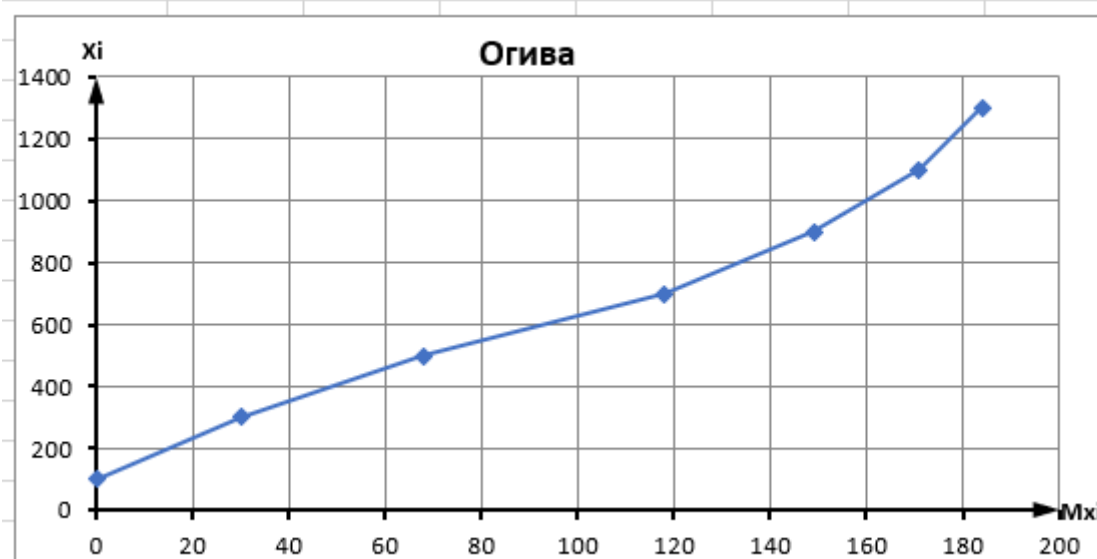
<b>вопрос 6</b>	$x_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
	$m_i$	1	2	2	6	5	4	2	1	1	1	1



**вопрос 7** Гистограмма и кумулянта для данной задачи



**вопрос 8**



**вопрос 9** Вычислить 25-й, 50-й и 90-й перцентили.

Ранжируем вариационный ряд:

9	12	12	13	13	14
14	14	14	14	14	15
15	15	15	15	16	16
16	16	17	17	19	21
23	27				

***P*-ый перцентиль** вариационного ряда – это значение признака, слева от которого лежит *P*% вариантов ряда. Позиция *P*-го перцентилля задается как  $(n + 1) P / 100$ , где *n* – число вариантов ряда.

25-й перцентиль:

позиция	6,75
---------	------

Значит лежит между 6 и 7 значениями, причём расстояние от 6 значения до перцентиля составляет 0,75 от расстояния между 6 и 7 значениями

Т.к. 6 и 7 значения = 14, то 25-й перцентиль = 14

50-й перцентиль:

позиция	13.5
---------	------

Значит лежит между 13 и 14 значениями, причём расстояние от 13 значения до перцентиля составляет 0.5 от расстояния между 13 и 14 значениями

Т.к. 13 и 14 значения = 15, то 50-й перцентиль = 15

90-й перцентиль:

позиция	24,3
---------	------

Значит лежит между 24 и 25 значениями, причём расстояние от 6 значения до перцентиля составляет 0.3 от расстояния между 24 и 25 значениями

Т.к. 24 значение = 21, а 25 значения = 23, то 90-й перцентиль =  $21 + (23 - 21) * 0,3 = 21,6$

**вопрос 10** В качестве медианного интервала берём интервал с наибольшей частотой, а значит интервал 500-700

Me	596
----	-----

**вопрос 11** В качестве модального интервала берём интервал с наибольшей частотой, а значит интервал 500-700

Mo	577.42
----	--------

**вопрос 12** Среднее арифметическое и среднее арифметическое взвешанное

Среднее арифметическое:	15,61538
-------------------------	----------

Среднее арифметическое взвешенное	16,03846
-----------------------------------	----------

**вопрос 13**

Мо	14	(выбираем моду по наибольшему значению частоты каждой варианты, т.к. у нас есть дискретный вариационный ряд
----	----	---

Me	15	(т.к. середина ранжирования = $26/2=13$ , а 13 и 14 значения = 15, то и медиана = 15)
----	----	---

Ответ на вопрос:

Медиана не зависит от крайних значений, т.к. она зависит только от того, на сколько часто встречается то или иное значение, а не от самих значений (медиана делит вариационный ряд на 2 равные части по количеству

А вот средняя арифметическая зависит именно от значений вариантов

значит при существенном увеличении/уменьшении крайних значений, будет соответственно либо увеличиваться, либо уменьшаться.

**вопрос 14**

Т.к. по определению мода это варианта с наибольшей частотой появления, то в случае, когда несколько вариантов имеют наибольшую и равную частоту, вариационный ряд будет иметь несколько мод.

Пример:

16	12	15	15	23	9
16	13	14	14	21	14
14	17	27	15	16	12
16	19	14	16	17	13

xi	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
mi	1	2	2	5	3	5	2	1	1	1	1

В данном случае варианты 14 и 16 имеют равную и наибольшую среди остальных вариантов частоту, равную 5, а значит моды данного ряда: 14 и 16.

## Лабораторная работа №2

### Математические характеристики вариационных рядов

*Цель лабораторной работы:* вычислить математические характеристики вариационного ряда.

*Оборудование:* ПК, табличный процессор Excel.

*Использованные формулы:*

Среднее арифметическое:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Дисперсия:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i$$

Среднее квадратичное отклонение:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \frac{n_i}{n}}$$

Коэффициент вариации:

$$v = \frac{S}{|\bar{x}|} \cdot 100\% (\bar{x} \neq 0)$$

Показатель асимметрии:

$$a_s = \frac{\mu_3}{\sigma^3},$$

где

$$\mu_3 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 \cdot f_i}{\sum f_i}$$

Экссесс:

$$e_k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3,$$

где

$$\mu_4 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4 \cdot f_i}{\sum f_i}$$

### Задание 1:

Вычислить математические характеристики вариационного ряда, который был построен при выполнении Задания № 2 в Лабораторной работе № 2.

Характеристики следующие:

7. Среднее значение признака.
8. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение.
9. Коэффициент вариации.
10. Определите в каком промежутке колеблется плотность работников.
11. Коэффициент асимметрии.
12. Экссесс.

Таблицы:

12	6	8	6	10	11	7	10	12	8	7	7	6	7	8	6	11	9	11
9	10	11	9	10	7	8	8	8	11	9	8	7	5	9	7	7	14	11
9	8	7	4	7	5	5	10	7	7	5	8	10	10	15	10	10	13	12
11	15	6																
n =	60	Mo =	7															

$x_i$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
$m_i$	1	4	5	12	9	6	9	7	3	1	1	2	$\Sigma m_i$	60	
$x_i - \bar{x}$	-4,7333333	-3,7333333	-2,7333333	-1,7333333	-0,7333333	0,2667	1,2667	2,2667	3,2667	4,2667	5,2667	6,2667			
$(x_i - \bar{x})^2$	22,4044444	13,9377778	7,4711111	3,0044444	0,5377778	0,0711	1,6044	5,1378	10,671	18,204	27,738	39,271			
$(x_i - \bar{x})^2 \cdot m_i$	22,4044444	55,7511111	37,3555556	36,0533333	4,84	0,4267	14,44	35,964	32,013	18,204	27,738	78,542			
$(x_i - \bar{x})^4$	501,959131	194,261649	55,8175012	9,02668642	0,28920494	0,0051	2,5742	26,397	113,87	331,4	769,38	1542,2			
$(x_i - \bar{x})^4 \cdot m_i$	501,959131	777,046598	279,087506	108,320237	2,60284444	0,0303	23,168	184,78	341,62	331,4	769,38	3084,4	$\Sigma (x_i - \bar{x})^4 \cdot m_i$	6403,8	
$x_i \cdot m_i$	4	20	30	84	72	54	90	77	36	13	14	30			

Математические характеристики:

Среднее значение признака $\bar{x}$ =	8,73333333
Коэффициент вариации $V$ =	28%
Коэффициент асимметрии $A_s$ =	0,70398947
Центр.момент 4-го порядка $\mu_4$ =	106,730607
Коэффициент эксцесса $E_x$ =	-0,0958083

Дисперсия $\delta^2$ =	6,0622	средне квадратическое отклонение $\delta$	2,4622
------------------------	--------	---	--------

Из Лабораторной работы "Вариационные ряды часть 1 Задание 2" возьмем эмпирическую плотность

Варианты $X_i$	[4;6)	[6;8)	[8;10)	[10;12)	[12;14)	[14;16)
$p_i$	0,0455	0,1545	0,1364	0,1455	0,0364	0,0273



Получается, что плотность работников колеблется в промежутке [0,0273;0,1545]

### Задание 2:

Дайте ответы на следующие вопросы:

3. Имеются ли различия в обеспеченности хозяйств рабочей силой?

Эти различия несущественные или они весьма большие?

4. Является ли рассматриваемое распределение симметричным?

Можно ли его считать нормальным?

1	Различия есть и они достаточно большие, на некоторых интервалах число рабочих преобладает.		
2	Не является, так как слишком большое колебание плотности рабочих.		

### Задание 3:



Вычислить математические характеристики вариационного ряда, который был построен при выполнении Задания № 3 в Лабораторной работе № 2. Проведите анализ этого ряда.

Таблицы:

1	5	1	3	4
3	3	4	3	4
5	2	2	1	2
2	3	5	3	1
3	1	4	2	5

Вариационный ряд					
$X_i$	1	2	3	4	5
$m_i$	5	5	7	4	4
$\sum m_i$	25				

Расчёт дисперсии и среднего квадратического отклонения					
$X_i$	$m_i$	$X_i * m_i$	$X_i - X_{ср}$	$(x_i - x_{ср}) * m_i$	$(x_i - x_{ср})^2 * m_i$
1	5	5	-1,88	-9,4	17,672
2	5	10	-0,88	-4,4	3,872
3	7	21	0,12	0,84	0,1008
4	4	16	1,12	4,48	5,0176
5	4	20	2,12	8,48	17,9776
$\sum$	25	72	---	0	44,64

Математические характеристики и анализ ряда:

Среднее арифметическое	2,88
Медиана	3
Мода	3

Дисперсия	1,7856
Стандартное отклонение	1,336263
Коэффициент вариации	46%

Ассиметрия			
$(X_i - X_{ср})^3 *$	$\sum$	$u_3$	A
-33,2234	7,1136	0,284544	0,119254
-3,40736			
0,012096			
5,619712			
38,11251			

Экссесс			
$(X_i - X_{ср})^4$	$\Sigma$	$u^4$	E
62,45992	152,5524	6,102098	-1,08614
2,998477			
0,001452			
6,294077			
80,79853			

$x_i$	1	2	3	4	5
$p_i$	0,2	0,2	0,28	0,16	0,16



Вывод: вычислили математические характеристики вариационного ряда.

## Лабораторная работа №3

### Вариационный ряд

*Цель лабораторной работы:* вычислить математические характеристики вариационного ряда.

*Оборудование:* ПК, табличный процессор Excel.

*Использованные формулы:*

Те же, что и в ЛР 2

### Задание 1:

В качестве изучаемого признака рассматривается число продаж каждого из 26 случайно выбранных продавцов универсама:

16, 12, 15, 15, 23, 9, 15, 13, 14, 14, 21, 15, 14, 17, 27, 15, 16, 12, 16, 19, 14, 16, 17, 13, 14, 14

Необходимо сделать следующее:

- 3) Построить вариационный ряд;
- 4) Провести анализ построенного вариационного ряда;

В качестве изучаемого признака рассматривается число продаж каждого из 26 случайно выбранных продавцов универсама:

16, 12, 15, 15, 23, 9, 15, 13, 14, 14, 21, 15, 14, 17, 27, 15, 16, 12, 16, 19, 14, 16, 17, 13, 14, 14.

Необходимо сделать следующее:

- 1) Построить вариационный ряд;
- 2) Провести анализ построенного вариационного ряда;

Таблицы:

Ранжированный список													
9	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	15
15	15	15	15	16	16	16	17	17	19	21	23	27	

Вариационный ряд													
$X_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27		
$m_i$	1	2	3	6	5	3	2	1	1	1	1		

Вариационный ряд частот											
$X_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
$w_i$	0,038462	0,076923	0,115385	0,230769	0,192308	0,115385	0,076923	0,038462	0,038462	0,038462	0,038462

Расчёт дисперсии и среднего квадратичного отклонения					
$X_i$	$m_i$	$X_i * m_i$	$X_i - X_{ср}$	$(x_i - x_{ср}) * m_i$	$(x_i - x_{ср})^2 * m_i$
9	1	9	-6,5	-6,5	42,25
12	2	24	-3,5	-7	24,5
13	3	39	-2,5	-7,5	18,75
14	6	84	-1,5	-9	13,5
15	5	75	-0,5	-2,5	1,25
16	3	48	0,5	1,5	0,75
17	2	34	1,5	3	4,5
19	1	19	3,5	3,5	12,25
21	1	21	5,5	5,5	30,25
23	1	23	7,5	7,5	56,25
27	1	27	11,5	11,5	132,25
$\Sigma$	26	403	---	0	336,5

Математические характеристики и анализ ряда:

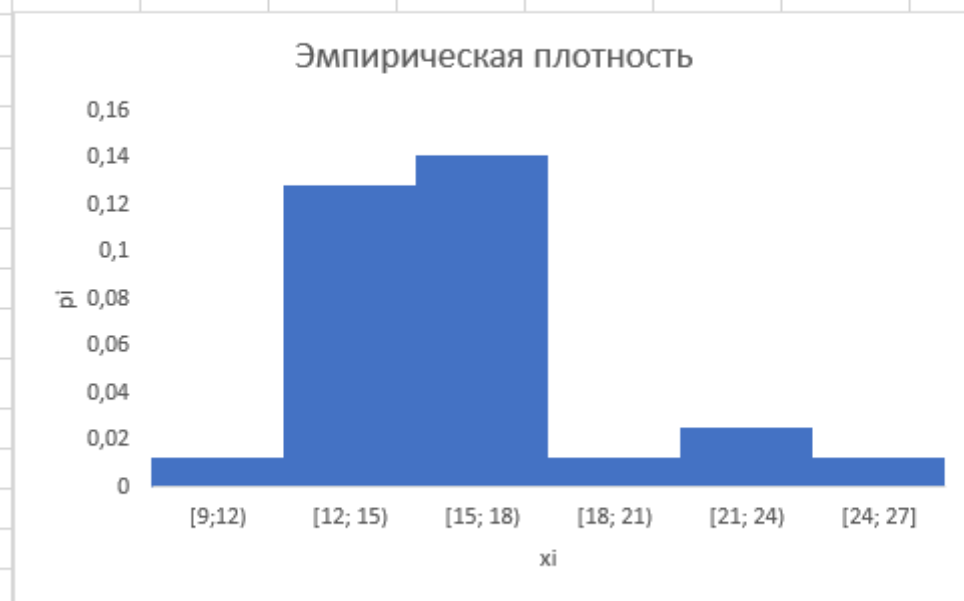
Среднее арифметическое		15,5	
Медиана	15		
Мода	14		

Дисперсия	12,94231		
Стандартное отклонение		3,597542	
Коэффициент вариации		23%	

Ассиметрия			
$(x_i - \bar{x})^3 *$	$\Sigma$	$u_3$	A
-274,625	210,125	8,081731	0,173575
-85,75			
-46,875			
-20,25			
-0,625			
0,375			
6,75			
42,875			
166,375			
421,875			

Экцесс			
$(x_i - \bar{x})^4 *$	$\Sigma$	$u_4$	E
1785,063	6472,563	248,9447	-1,51379
300,125			
117,1875			
30,375			
0,3125			
0,1875			
10,125			
150,0625			
915,0625			
3164,063			

$x_i$	[9;12)	[12; 15)	[15; 18)	[18; 21)	[21; 24)	[24; 27)
$p_i$	0,012821	0,128205	0,141026	0,012821	0,025641	0,012821



Получается, что плотность работников колеблется в промежутке [0,012821;0,141026]

## Задание 2:

Ответы:

Интервалы расходов	100-300	300-500	500-700	700-900	900-1100	1100-1300	
Число покупателей ( $m_i$ )	30	38	50	31	22	13	
Доля покупателей ( $w_i$ )	0,163	0,207	0,272	0,168	0,12	0,071	
Ниж. гран.	100	300	500	700	900	1100	<b>вопрос 1</b>
Верх. гран.	300	500	700	900	1100	1300	<b>вопрос 1</b>
$x_i$	100	300	500	700	900	1100	1300
Накоп. част↑	0	30	68	118	149	171	184
Накоп. част↓	184	154	116	66	35	13	0

Интервалы	До 60	60-70	70-80	80-90	90-100	Свыше 100
Число регионов	10	29	2	13	-	6

<b>вопрос 2</b>	Т.к. в данном распределении крайнии интервалы не ограниченные, а остальные интервалы равные, то для крайних интервалов берём такую же ширину, как и у остальных, значит крайние интервалы можно принять за такие интервалы как: 50-60 и					
Значит:	Начало первого интервала = 50					
	Правая граница последнего интервала = 110					

<b>Вопрос 3</b>	Интервалы	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27
	Частоты $X_i$	1	10	11	1	2	1
	Доля $X_i$	0,038	0,385	0,423	0,038	0,077	0,038

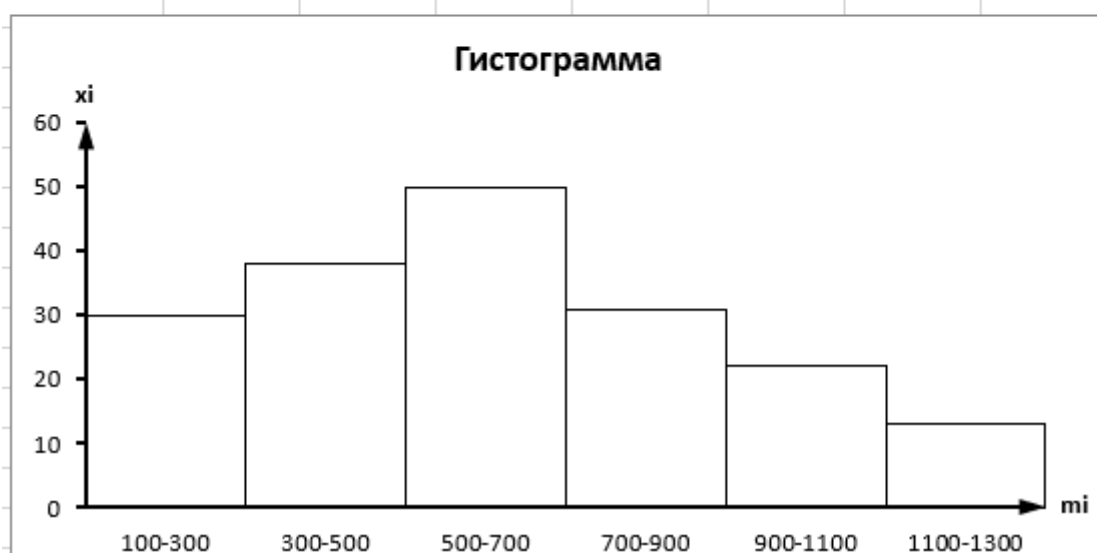
<b>Вопрос 4</b>	Вычисление интервала по другой формуле:		
	L	6,516193	7
	K	2,57	

<b>вопрос 5</b>	Накопление частоты в <u>восходящем</u> порядке указывает на количество значений, которые меньше левого края
	Накопление частоты в <u>нисходящем</u> порядке указывает на количество значений, которые больше левого края

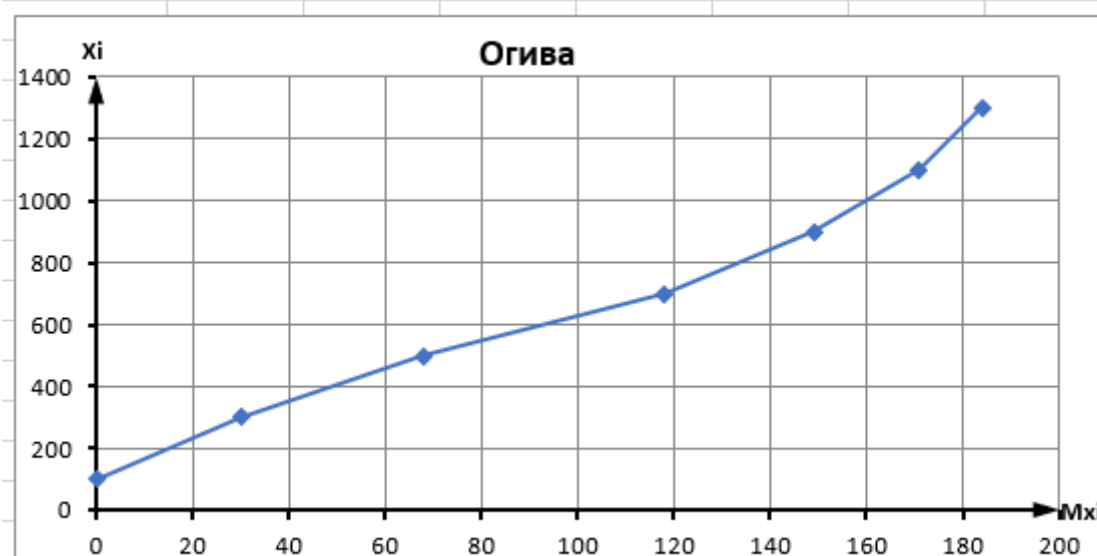
<b>вопрос 6</b>	$x_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
	$m_i$	1	2	2	6	5	4	2	1	1	1	1



**вопрос 7** Гистограмма и кумулянта для данной задачи



**вопрос 8**



**вопрос 9** Вычислить 25-й, 50-й и 90-й перцентили.

Ранжируем вариационный ряд:

9	12	12	13	13	14
14	14	14	14	14	15
15	15	15	15	16	16
16	16	17	17	19	21
23	27				

***P*-ый перцентиль** вариационного ряда – это значение признака, слева от которого лежит *P*% вариантов ряда. Позиция *P*-го перцентилля задается как  $(n + 1) P / 100$ , где *n* – число вариантов ряда.

25-й перцентиль:

позиция	6,75
---------	------

Значит лежит между 6 и 7 значениями, причём расстояние от 6 значения до перцентиля составляет 0,75 от расстояния между 6 и 7 значениями

Т.к. 6 и 7 значения = 14, то 25-й перцентиль = 14

50-й перцентиль:

позиция	13.5
---------	------

Значит лежит между 13 и 14 значениями, причём расстояние от 13 значения до перцентиля составляет 0.5 от расстояния между 13 и 14 значениями

Т.к. 13 и 14 значения = 15, то 50-й перцентиль = 15

90-й перцентиль:

позиция	24,3
---------	------

Значит лежит между 24 и 25 значениями, причём расстояние от 6 значения до перцентиля составляет 0,3 от расстояния между 24 и 25 значениями

Т.к. 24 значение = 21, а 25 значения = 23, то 90-й перцентиль =  $21 + (23 - 21) * 0,3 = 21,6$

**вопрос 10** В качестве медианного интервала берём интервал с наибольшей частотой, а значит интервал 500-700

Me	596
----	-----

**вопрос 11** В качестве модального интервала берём интервал с наибольшей частотой, а значит интервал 500-700

Mo	577.42
----	--------

**вопрос 12** Среднее арифметическое и среднее арифметическое взвешанное

Среднее арифметическое:	15,61538
-------------------------	----------

Среднее арифметическое взвешенное	16,03846
-----------------------------------	----------

**вопрос 13**

Мо	14	(выбираем моду по наибольшему значению частоты каждой варианты, т.к. у нас есть дискретный вариационный ряд
----	----	---

Me	15	(т.к. середина ранжирования = $26/2=13$ , а 13 и 14 значения = 15, то и медиана = 15)
----	----	---

Ответ на вопрос:

Медиана не зависит от крайних значений, т.к. она зависит только от того, на сколько часто встречается то или иное значение, а не от самих значений (медиана делит вариационный ряд на 2 равные части по количеству

А вот средняя арифметическая зависит именно от значений вариантов

значит при существенном увеличении/уменьшении крайних значений, будет соответственно либо увеличиваться, либо уменьшаться.

**вопрос 14**

Т.к. по определению мода это варианта с наибольшей частотой появления, то в случае, когда несколько вариантов имеют наибольшую и равную частоту, вариационный ряд будет иметь несколько мод.

Пример:

16	12	15	15	23	9
16	13	14	14	21	14
14	17	27	15	16	12
16	19	14	16	17	13

xi	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
mi	1	2	2	5	3	5	2	1	1	1	1

В данном случае варианты 14 и 16 имеют равную и наибольшую среди остальных вариантов частоту, равную 5, а значит моды данного ряда: 14 и 16.



## Лабораторная работа №2

### Математические характеристики вариационных рядов

*Цель лабораторной работы:* вычислить математические характеристики вариационного ряда.

*Оборудование:* ПК, табличный процессор Excel.

*Использованные формулы:*

Среднее арифметическое:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Дисперсия:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i$$

Среднее квадратичное отклонение:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \frac{n_i}{n}}$$

Коэффициент вариации:

$$v = \frac{S}{|\bar{x}|} \cdot 100\% (\bar{x} \neq 0)$$

Показатель асимметрии:

$$a_s = \frac{\mu_3}{\sigma^3},$$

где

$$\mu_3 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 \cdot f_i}{\sum f_i}$$

Экссесс:

$$e_k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3,$$

где

$$\mu_4 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4 \cdot f_i}{\sum f_i}$$

### Задание 1:

Вычислить математические характеристики вариационного ряда, который был построен при выполнении Задания № 2 в Лабораторной работе № 2.

Характеристики следующие:

13. Среднее значение признака.
14. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение.
15. Коэффициент вариации.
16. Определите в каком промежутке колеблется плотность работников.
17. Коэффициент асимметрии.
18. Экссесс.

Таблицы:

12	6	8	6	10	11	7	10	12	8	7	7	6	7	8	6	11	9	11
9	10	11	9	10	7	8	8	8	11	9	8	7	5	9	7	7	14	11
9	8	7	4	7	5	5	10	7	7	5	8	10	10	15	10	10	13	12
11	15	6																
n =	60	Mo =	7															

$x_i$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
$m_i$	1	4	5	12	9	6	9	7	3	1	1	2	$\Sigma m_i$	60	
$x_i - \bar{x}$	-4,7333333	-3,7333333	-2,7333333	-1,7333333	-0,7333333	0,2667	1,2667	2,2667	3,2667	4,2667	5,2667	6,2667			
$(x_i - \bar{x})^2$	22,4044444	13,9377778	7,4711111	3,0044444	0,5377778	0,0711	1,6044	5,1378	10,671	18,204	27,738	39,271			
$(x_i - \bar{x})^2 \cdot m_i$	22,4044444	55,7511111	37,3555556	36,0533333	4,84	0,4267	14,44	35,964	32,013	18,204	27,738	78,542			
$(x_i - \bar{x})^4$	501,959131	194,261649	55,8175012	9,02668642	0,28920494	0,0051	2,5742	26,397	113,87	331,4	769,38	1542,2			
$(x_i - \bar{x})^4 \cdot m_i$	501,959131	777,046598	279,087506	108,320237	2,60284444	0,0303	23,168	184,78	341,62	331,4	769,38	3084,4	$\Sigma (x_i - \bar{x})^4 \cdot m_i$	6403,8	
$x_i \cdot m_i$	4	20	30	84	72	54	90	77	36	13	14	30			

Математические характеристики:

Среднее значение признака $\bar{x}$ =	8,73333333
Коэффициент вариации $V$ =	28%
Коэффициент асимметрии $A_s$ =	0,70398947
Центр.момент 4-го порядка $\mu_4$ =	106,730607
Коэффициент эксцесса $E_x$ =	-0,0958083

Дисперсия $\delta^2$ =	6,0622	средне квадратическое отклонение $\delta$	2,4622
------------------------	--------	---	--------

Из Лабораторной работы "Вариационные ряды часть 1 Задание 2" возьмем эмпирическую плотность

Варианты $X_i$	[4;6)	[6;8)	[8;10)	[10;12)	[12;14)	[14;16)
$p_i$	0,0455	0,1545	0,1364	0,1455	0,0364	0,0273



Получается, что плотность работников колеблется в промежутке [0,0273;0,1545]

### Задание 2:

Дайте ответы на следующие вопросы:

5. Имеются ли различия в обеспеченности хозяйств рабочей силой?

Эти различия несущественные или они весьма большие?

6. Является ли рассматриваемое распределение симметричным?

Можно ли его считать нормальным?

1	Различия есть и они достаточно большие, на некоторых интервалах число рабочих преобладает.		
2	Не является, так как слишком большое колебание плотности рабочих.		

### Задание 3:

Вычислить математические характеристики вариационного ряда, который был построен при выполнении Задания № 3 в Лабораторной работе № 2. Проведите анализ этого ряда.

Таблицы:

1	5	1	3	4
3	3	4	3	4
5	2	2	1	2
2	3	5	3	1
3	1	4	2	5

Вариационный ряд					
$X_i$	1	2	3	4	5
$m_i$	5	5	7	4	4
$\sum m_i$	25				

Расчёт дисперсии и среднего квадратического отклонения					
$X_i$	$m_i$	$X_i * m_i$	$X_i - X_{ср}$	$(x_i - x_{ср}) * m_i$	$(x_i - x_{ср})^2 * m_i$
1	5	5	-1,88	-9,4	17,672
2	5	10	-0,88	-4,4	3,872
3	7	21	0,12	0,84	0,1008
4	4	16	1,12	4,48	5,0176
5	4	20	2,12	8,48	17,9776
$\sum$	25	72	---	0	44,64

Математические характеристики и анализ ряда:

Среднее арифметическое		2,88
Медиана	3	
Мода	3	

Дисперсия	1,7856	
Стандартное отклонение	1,336263	
Коэффициент вариации	46%	

Ассиметрия			
$(X_i - X_{ср})^3 *$	$\sum$	$u_3$	A
-33,2234	7,1136	0,284544	0,119254
-3,40736			
0,012096			
5,619712			
38,11251			

Экссесс			
$(X_i - X_{ср})^4$	$\Sigma$	$u^4$	E
62,45992	152,5524	6,102098	-1,08614
2,998477			
0,001452			
6,294077			
80,79853			

$x_i$	1	2	3	4	5
$p_i$	0,2	0,2	0,28	0,16	0,16



Вывод: вычислили математические характеристики вариационного ряда.

## Лабораторная работа №3

### Вариационный ряд

*Цель лабораторной работы:* вычислить математические характеристики вариационного ряда.

*Оборудование:* ПК, табличный процессор Excel.

*Использованные формулы:*

Те же, что и в ЛР 2

### Задание 1:

В качестве изучаемого признака рассматривается число продаж каждого из 26 случайно выбранных продавцов универсама:

16, 12, 15, 15, 23, 9, 15, 13, 14, 14, 21, 15, 14, 17, 27, 15, 16, 12, 16, 19, 14, 16, 17, 13, 14, 14

Необходимо сделать следующее:

- 5) Построить вариационный ряд;
- 6) Провести анализ построенного вариационного ряда;

В качестве изучаемого признака рассматривается число продаж каждого из 26 случайно выбранных продавцов универсама:

16, 12, 15, 15, 23, 9, 15, 13, 14, 14, 21, 15, 14, 17, 27, 15, 16, 12, 16, 19, 14, 16, 17, 13, 14, 14.

Необходимо сделать следующее:

- 1) Построить вариационный ряд;
- 2) Провести анализ построенного вариационного ряда;

Таблицы:

Ранжированный список													
9	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	15
15	15	15	15	16	16	16	17	17	19	21	23	27	

Вариационный ряд													
$X_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27		
$m_i$	1	2	3	6	5	3	2	1	1	1	1		

Вариационный ряд частот											
$X_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
$w_i$	0,038462	0,076923	0,115385	0,230769	0,192308	0,115385	0,076923	0,038462	0,038462	0,038462	0,038462

Расчёт дисперсии и среднего квадратичного отклонения					
$X_i$	$m_i$	$X_i * m_i$	$X_i - X_{ср}$	$(x_i - x_{ср}) * m_i$	$(x_i - x_{ср})^2 * m_i$
9	1	9	-6,5	-6,5	42,25
12	2	24	-3,5	-7	24,5
13	3	39	-2,5	-7,5	18,75
14	6	84	-1,5	-9	13,5
15	5	75	-0,5	-2,5	1,25
16	3	48	0,5	1,5	0,75
17	2	34	1,5	3	4,5
19	1	19	3,5	3,5	12,25
21	1	21	5,5	5,5	30,25
23	1	23	7,5	7,5	56,25
27	1	27	11,5	11,5	132,25
$\Sigma$	26	403	---	0	336,5

Математические характеристики и анализ ряда:

Среднее арифметическое		15,5	
Медиана	15		
Мода	14		

Дисперсия	12,94231		
Стандартное отклонение		3,597542	
Коэффициент вариации		23%	

Ассиметрия			
$(x_i - \bar{x})^3 *$	$\Sigma$	$u_3$	A
-274,625	210,125	8,081731	0,173575
-85,75			
-46,875			
-20,25			
-0,625			
0,375			
6,75			
42,875			
166,375			
421,875			

Экцесс			
$(x_i - \bar{x})^4 *$	$\Sigma$	$u_4$	E
1785,063	6472,563	248,9447	-1,51379
300,125			
117,1875			
30,375			
0,3125			
0,1875			
10,125			
150,0625			
915,0625			
3164,063			

$x_i$	[9;12)	[12; 15)	[15; 18)	[18; 21)	[21; 24)	[24; 27)
$p_i$	0,012821	0,128205	0,141026	0,012821	0,025641	0,012821



Получается, что плотность работников колеблется в промежутке [0,012821;0,141026]

## Задание 2:

Ответы:

Интервалы расходов	100-300	300-500	500-700	700-900	900-1100	1100-1300	
Число покупателей ( $m_i$ )	30	38	50	31	22	13	
Доля покупателей ( $w_i$ )	0,163	0,207	0,272	0,168	0,12	0,071	
Ниж. гран.	100	300	500	700	900	1100	<b>вопрос 1</b>
Верх. гран.	300	500	700	900	1100	1300	<b>вопрос 1</b>
$x_i$	100	300	500	700	900	1100	1300
Накоп. част↑	0	30	68	118	149	171	184
Накоп. част↓	184	154	116	66	35	13	0



Интервалы	До 60	60-70	70-80	80-90	90-100	Свыше 100
Число регионов	10	29	2	13	-	6

<b>вопрос 2</b>	Т.к. в данном распределении крайнии интервалы не ограниченные, а остальные интервалы равные, то для крайних интервалов берём такую же ширину, как и у остальных, значит крайние интервалы можно принять за такие интервалы как: 50-60 и					
Значит:	Начало первого интервала = 50					
	Правая граница последнего интервала = 110					

<b>Вопрос 3</b>	Интервалы	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27
	Частоты $X_i$	1	10	11	1	2	1
	Доля $X_i$	0,038	0,385	0,423	0,038	0,077	0,038

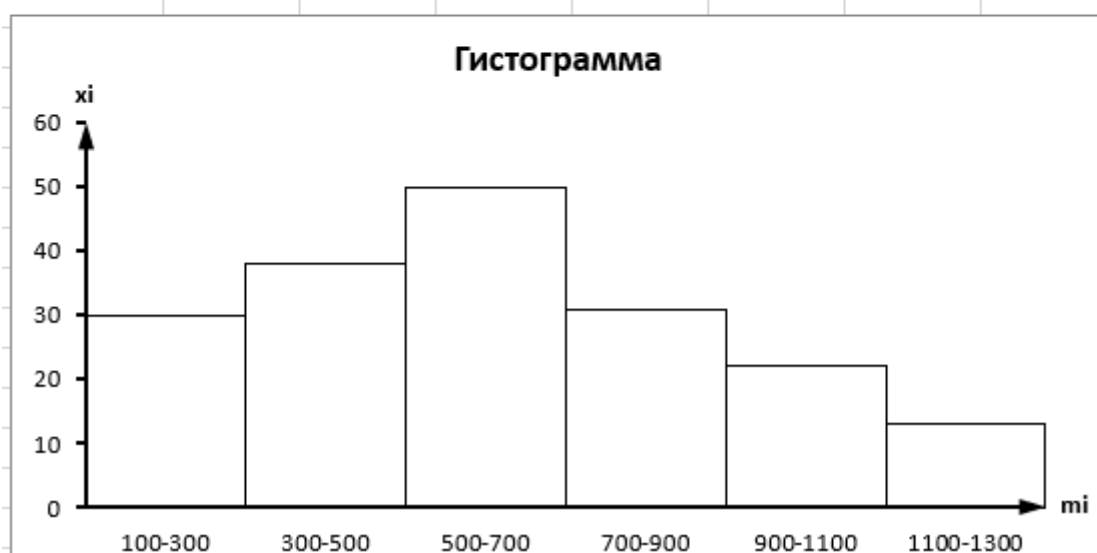
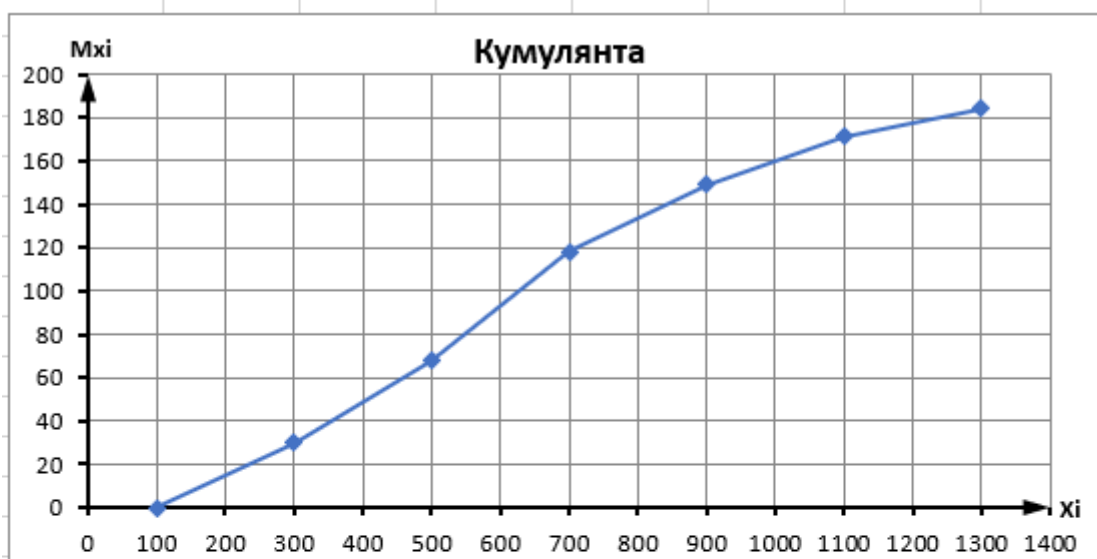
<b>Вопрос 4</b>	Вычисление интервала по другой формуле:		
	L	6,516193	7
	K	2,57	

<b>вопрос 5</b>	Накопление частоты в <u>восходящем</u> порядке указывает на количество значений, которые меньше левого края	
	Накопление частоты в <u>нисходящем</u> порядке указывает на количество значений, которые больше левого края	

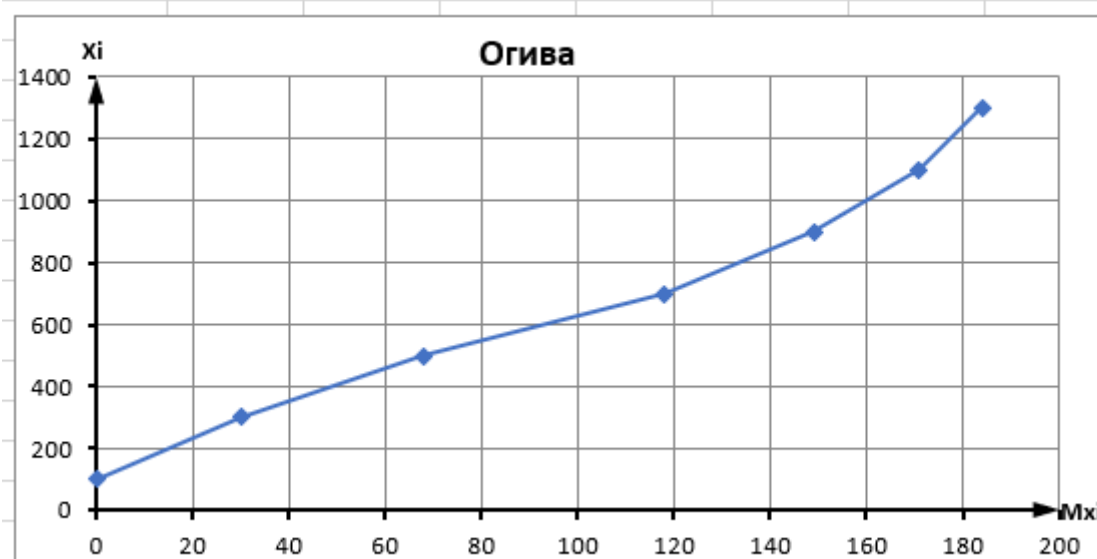
<b>вопрос 6</b>	$x_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
	$m_i$	1	2	2	6	5	4	2	1	1	1	1



**вопрос 7** Гистограмма и кумулянта для данной задачи



**вопрос 8**



**вопрос 9** Вычислить 25-й, 50-й и 90-й перцентили.

Ранжируем вариационный ряд:

9	12	12	13	13	14
14	14	14	14	14	15
15	15	15	15	16	16
16	16	17	17	19	21
23	27				

***P*-ый перцентиль** вариационного ряда – это значение признака, слева от которого лежит *P*% вариантов ряда. Позиция *P*-го перцентилля задается как  $(n + 1) P / 100$ , где *n* – число вариантов ряда.

25-й перцентиль:

позиция	6,75
---------	------

Значит лежит между 6 и 7 значениями, причём расстояние от 6 значения до перцентиля составляет 0,75 от расстояния между 6 и 7 значениями

Т.к. 6 и 7 значения = 14, то 25-й перцентиль = 14

50-й перцентиль:

позиция	13.5
---------	------

Значит лежит между 13 и 14 значениями, причём расстояние от 13 значения до перцентиля составляет 0.5 от расстояния между 13 и 14 значениями

Т.к. 13 и 14 значения = 15, то 50-й перцентиль = 15

90-й перцентиль:

позиция	24,3
---------	------

Значит лежит между 24 и 25 значениями, причём расстояние от 6 значения до перцентиля составляет 0.3 от расстояния между 24 и 25 значениями

Т.к. 24 значение = 21, а 25 значения = 23, то 90-й перцентиль =  $21 + (23 - 21) * 0,3 = 21,6$

**вопрос 10** В качестве медианного интервала берём интервал с наибольшей частотой, а значит интервал 500-700

Me	596
----	-----

596

**вопрос 11** В качестве модального интервала берём интервал с наибольшей частотой, а значит интервал 500-700

Mo	577.42
----	--------

577.42

**вопрос 12** Среднее арифметическое и среднее арифметическое взвешанное

Среднее арифметическое:	15,61538
-------------------------	----------

15.61538

Среднее арифметическое взвешенное	16,03846
-----------------------------------	----------

16.03846

**вопрос 13**

Mo	14
----	----

14

(выбираем моду по наибольшему значению частоты каждой варианты, т.к. у нас есть дискретный вариационный ряд

Me	15
----	----

15

(т.к. середина ранжирования =  $26/2=13$ , а 13 и 14 значения = 15, то и медиана = 15)

Ответ на вопрос:

Медиана не зависит от крайних значений, т.к. она зависит только от того, на сколько часто встречается то или иное значение, а не от самих значений (медиана делит вариационный ряд на 2 равные части по количеству

А вот средняя арифметическая зависит именно от значений вариантов

значит при существенном увеличении/уменьшении крайних значений, будет соответственно либо увеличиваться, либо уменьшаться.

**вопрос 14**

Т.к. по определению мода это варианта с наибольшей частотой появления, то в случае, когда несколько вариантов имеют наибольшую и равную частоту, вариационный ряд будет иметь несколько мод.

Пример:

16	12	15	15	23	9
16	13	14	14	21	14
14	17	27	15	16	12
16	19	14	16	17	13

xi	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
mi	1	2	2	5	3	5	2	1	1	1	1

В данном случае варианты 14 и 16 имеют равную и наибольшую среди остальных вариантов частоту, равную 5, а значит моды данного ряда: 14 и 16.

## Лабораторная работа №2

### Математические характеристики вариационных рядов

*Цель лабораторной работы:* вычислить математические характеристики вариационного ряда.

*Оборудование:* ПК, табличный процессор Excel.

*Использованные формулы:*

Среднее арифметическое:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Дисперсия:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i$$

Среднее квадратичное отклонение:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \frac{n_i}{n}}$$

Коэффициент вариации:

$$v = \frac{S}{|\bar{x}|} \cdot 100\% (\bar{x} \neq 0)$$

Показатель асимметрии:

$$a_s = \frac{\mu_3}{\sigma^3},$$

где

$$\mu_3 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 \cdot f_i}{\sum f_i}$$

Экссесс:

$$e_k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3,$$

где

$$\mu_4 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4 \cdot f_i}{\sum f_i}$$

### Задание 1:

Вычислить математические характеристики вариационного ряда, который был построен при выполнении Задания № 2 в Лабораторной работе № 2.

Характеристики следующие:

19. Среднее значение признака.
20. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение.
21. Коэффициент вариации.
22. Определите в каком промежутке колеблется плотность работников.
23. Коэффициент асимметрии.
24. Экссесс.

Таблицы:

12	6	8	6	10	11	7	10	12	8	7	7	6	7	8	6	11	9	11
9	10	11	9	10	7	8	8	8	11	9	8	7	5	9	7	7	14	11
9	8	7	4	7	5	5	10	7	7	5	8	10	10	15	10	10	13	12
11	15	6																
n =	60	Mo =	7															

$x_i$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
$m_i$	1	4	5	12	9	6	9	7	3	1	1	2	$\Sigma m_i$	60	
$x_i - \bar{x}$	-4,7333333	-3,7333333	-2,7333333	-1,7333333	-0,7333333	0,2667	1,2667	2,2667	3,2667	4,2667	5,2667	6,2667			
$(x_i - \bar{x})^2$	22,4044444	13,9377778	7,4711111	3,0044444	0,5377778	0,0711	1,6044	5,1378	10,671	18,204	27,738	39,271			
$(x_i - \bar{x})^2 \cdot m_i$	22,4044444	55,7511111	37,3555556	36,0533333	4,84	0,4267	14,44	35,964	32,013	18,204	27,738	78,542			
$(x_i - \bar{x})^4$	501,959131	194,261649	55,8175012	9,02668642	0,28920494	0,0051	2,5742	26,397	113,87	331,4	769,38	1542,2			
$(x_i - \bar{x})^4 \cdot m_i$	501,959131	777,046598	279,087506	108,320237	2,60284444	0,0303	23,168	184,78	341,62	331,4	769,38	3084,4	$\Sigma (x_i - \bar{x})^4 \cdot m_i$	6403,8	
$x_i \cdot m_i$	4	20	30	84	72	54	90	77	36	13	14	30			

Математические характеристики:

Среднее значение признака $\bar{x}$ =	8,73333333
Коэффициент вариации $V$ =	28%
Коэффициент асимметрии $A_s$ =	0,70398947
Центр.момент 4-го порядка $\mu_4$ =	106,730607
Коэффициент эксцесса $E_x$ =	-0,0958083

Дисперсия $\delta^2$ =	6,0622	средне квадратическое отклонение $\delta$	2,4622
------------------------	--------	---	--------

Из Лабораторной работы "Вариационные ряды часть 1 Задание 2" возьмем эмпирическую плотность

Варианты $X_i$	[4;6)	[6;8)	[8;10)	[10;12)	[12;14)	[14;16)
$p_i$	0,0455	0,1545	0,1364	0,1455	0,0364	0,0273



Получается, что плотность работников колеблется в промежутке [0,0273;0,1545]

### Задание 2:

Дайте ответы на следующие вопросы:

7. Имеются ли различия в обеспеченности хозяйств рабочей силой?

Эти различия несущественные или они весьма большие?

8. Является ли рассматриваемое распределение симметричным?

Можно ли его считать нормальным?

1	Различия есть и они достаточно большие, на некоторых интервалах число рабочих преобладает.		
2	Не является, так как слишком большое колебание плотности рабочих.		

### Задание 3:

Вычислить математические характеристики вариационного ряда, который был построен при выполнении Задания № 3 в Лабораторной работе № 2. Проведите анализ этого ряда.

Таблицы:

1	5	1	3	4
3	3	4	3	4
5	2	2	1	2
2	3	5	3	1
3	1	4	2	5

Вариационный ряд					
$X_i$	1	2	3	4	5
$m_i$	5	5	7	4	4
$\sum m_i$	25				

Расчёт дисперсии и среднего квадратического отклонения					
$X_i$	$m_i$	$X_i * m_i$	$X_i - X_{ср}$	$(x_i - x_{ср}) * m_i$	$(x_i - x_{ср})^2 * m_i$
1	5	5	-1,88	-9,4	17,672
2	5	10	-0,88	-4,4	3,872
3	7	21	0,12	0,84	0,1008
4	4	16	1,12	4,48	5,0176
5	4	20	2,12	8,48	17,9776
$\sum$	25	72	---	0	44,64

Математические характеристики и анализ ряда:

Среднее арифметическое	2,88
Медиана	3
Мода	3

Дисперсия	1,7856
Стандартное отклонение	1,336263
Коэффициент вариации	46%

Ассиметрия			
$(X_i - X_{ср})^3 *$	$\sum$	$u_3$	A
-33,2234	7,1136	0,284544	0,119254
-3,40736			
0,012096			
5,619712			
38,11251			

Экссесс			
$(X_i - X_{ср})^4$	$\Sigma$	$u^4$	E
62,45992	152,5524	6,102098	-1,08614
2,998477			
0,001452			
6,294077			
80,79853			

$x_i$	1	2	3	4	5
$p_i$	0,2	0,2	0,28	0,16	0,16



Вывод: вычислили математические характеристики вариационного ряда.

## Лабораторная работа №3

### Вариационный ряд

*Цель лабораторной работы:* вычислить математические характеристики вариационного ряда.

*Оборудование:* ПК, табличный процессор Excel.

*Использованные формулы:*

Те же, что и в ЛР 2

### Задание 1:

В качестве изучаемого признака рассматривается число продаж каждого из 26 случайно выбранных продавцов универсама:

16, 12, 15, 15, 23, 9, 15, 13, 14, 14, 21, 15, 14, 17, 27, 15, 16, 12, 16, 19, 14, 16, 17, 13, 14, 14



Необходимо сделать следующее:

- 7) Построить вариационный ряд;
- 8) Провести анализ построенного вариационного ряда;

В качестве изучаемого признака рассматривается число продаж каждого из 26 случайно выбранных продавцов универсама:

16, 12, 15, 15, 23, 9, 15, 13, 14, 14, 21, 15, 14, 17, 27, 15, 16, 12, 16, 19, 14, 16, 17, 13, 14, 14.

Необходимо сделать следующее:

- 1) Построить вариационный ряд;
- 2) Провести анализ построенного вариационного ряда;

Таблицы:

Ранжированный список													
9	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	15
15	15	15	15	16	16	16	17	17	19	21	23	27	

Вариационный ряд													
$X_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27		
$m_i$	1	2	3	6	5	3	2	1	1	1	1		

Вариационный ряд частот											
$X_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
$w_i$	0,038462	0,076923	0,115385	0,230769	0,192308	0,115385	0,076923	0,038462	0,038462	0,038462	0,038462

Расчёт дисперсии и среднего квадратичного отклонения					
$X_i$	$m_i$	$X_i * m_i$	$X_i - X_{ср}$	$(x_i - x_{ср}) * m_i$	$(x_i - x_{ср})^2 * m_i$
9	1	9	-6,5	-6,5	42,25
12	2	24	-3,5	-7	24,5
13	3	39	-2,5	-7,5	18,75
14	6	84	-1,5	-9	13,5
15	5	75	-0,5	-2,5	1,25
16	3	48	0,5	1,5	0,75
17	2	34	1,5	3	4,5
19	1	19	3,5	3,5	12,25
21	1	21	5,5	5,5	30,25
23	1	23	7,5	7,5	56,25
27	1	27	11,5	11,5	132,25
$\Sigma$	26	403	---	0	336,5

Математические характеристики и анализ ряда:

Среднее арифметическое		15,5	
Медиана	15		
Мода	14		

Дисперсия	12,94231		
Стандартное отклонение		3,597542	
Коэффициент вариации		23%	

Ассиметрия			
$(x_i - \bar{x})^3 *$	$\Sigma$	$u_3$	A
-274,625	210,125	8,081731	0,173575
-85,75			
-46,875			
-20,25			
-0,625			
0,375			
6,75			
42,875			
166,375			
421,875			

Экцесс			
$(x_i - \bar{x})^4 *$	$\Sigma$	$u_4$	E
1785,063	6472,563	248,9447	-1,51379
300,125			
117,1875			
30,375			
0,3125			
0,1875			
10,125			
150,0625			
915,0625			
3164,063			

$x_i$	[9;12)	[12; 15)	[15; 18)	[18; 21)	[21; 24)	[24; 27]
$p_i$	0,012821	0,128205	0,141026	0,012821	0,025641	0,012821



Получается, что плотность работников колеблется в промежутке [0,012821;0,141026]

## Задание 2:

Ответы:

Интервалы расходов	100-300	300-500	500-700	700-900	900-1100	1100-1300	
Число покупателей ( $m_i$ )	30	38	50	31	22	13	
Доля покупателей ( $w_i$ )	0,163	0,207	0,272	0,168	0,12	0,071	
Ниж. гран.	100	300	500	700	900	1100	<b>вопрос 1</b>
Верх. гран.	300	500	700	900	1100	1300	<b>вопрос 1</b>
$x_i$	100	300	500	700	900	1100	1300
Накоп. част↑	0	30	68	118	149	171	184
Накоп. част↓	184	154	116	66	35	13	0

Интервалы	До 60	60-70	70-80	80-90	90-100	Свыше 100
Число регионов	10	29	2	13	-	6

<b>вопрос 2</b>	Т.к. в данном распределении крайнии интервалы не ограниченные, а остальные интервалы равные, то для крайних интервалов берём такую же ширину, как и у остальных, значит крайние интервалы можно принять за такие интервалы как: 50-60 и					
Значит:	Начало первого интервала = 50					
	Правая граница последнего интервала = 110					

<b>Вопрос 3</b>	Интервалы	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27
	Частоты $X_i$	1	10	11	1	2	1
	Доля $X_i$	0,038	0,385	0,423	0,038	0,077	0,038

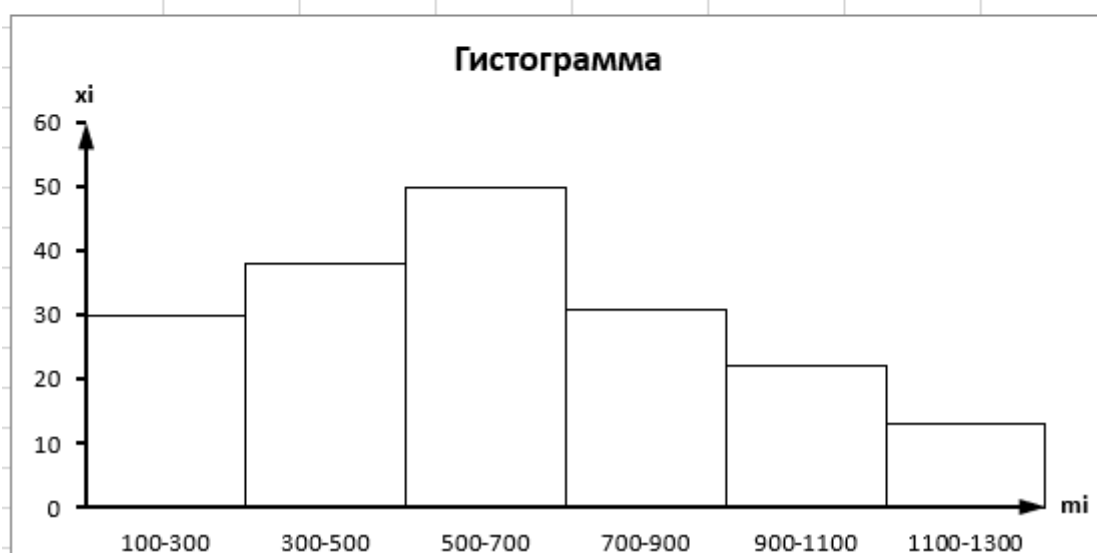
<b>Вопрос 4</b>	Вычисление интервала по другой формуле:		
	L	6,516193	7
	K	2,57	

<b>вопрос 5</b>	Накопление частоты в <u>восходящем</u> порядке указывает на количество значений, которые меньше левого края	
	Накопление частоты в <u>нисходящем</u> порядке указывает на количество значений, которые больше левого края	

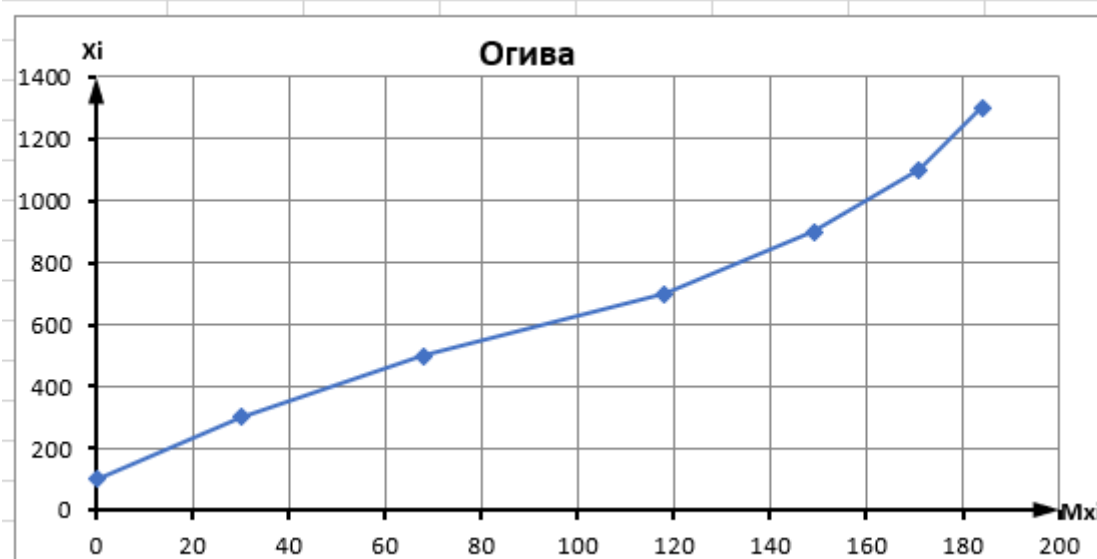
<b>вопрос 6</b>	$x_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
	$m_i$	1	2	2	6	5	4	2	1	1	1	1



**вопрос 7** Гистограмма и кумулянта для данной задачи



**вопрос 8**



<b>вопрос 9</b> Вычислить 25-й, 50-й и 90-й перцентили.					
Ранжируем вариационный ряд:					
9	12	12	13	13	14
14	14	14	14	14	15
15	15	15	15	16	16
16	16	17	17	19	21
23	27				
25-й перцентиль:					
позиция	6,75				
Значит лежит между 6 и 7 значениями, причём расстояние от 6 значения до перцентиля составляет 0,75 от расстояния между 6 и 7 значениями					
Т.к. 6 и 7 значения = 14, то <u>25-й перцентиль = 14</u>					
50-й перцентиль:					
позиция	13,5				
Значит лежит между 13 и 14 значениями, причём расстояние от 13 значения до перцентиля составляет 0,5 от расстояния между 13 и 14 значениями					
Т.к. 13 и 14 значения = 15, то <u>50-й перцентиль = 15</u>					
90-й перцентиль:					
позиция	24,3				
Значит лежит между 24 и 25 значениями, причём расстояние от 6 значения до перцентиля составляет 0,3 от расстояния между 24 и 25 значениями					
Т.к. 24 значение = 21, а 25 значения = 23, то <u>90-й перцентиль = <math>21 + (23-21)*0,3 = 21,6</math></u>					

<b>вопрос 10</b>	В качестве медианного интервала берём интервал с наибольшей частотой, а значит интервал 500-700				
Me	596				
<b>вопрос 11</b>	В качестве модального интервала берём интервал с наибольшей частотой, а значит интервал 500-700				
Mo	577,42				

<b>вопрос 12</b>		Среднее арифметическое и среднее арифметическое взвешанное																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

вопрос 14											
Т.к. по определению мода это варианта с наибольшей частотой появления, то в случае, когда несколько вариант имеют наибольшую и равную частоту, вариационный ряд будет иметь несколько мод.											
Пример:											
16	12	15	15	23	9						
16	13	14	14	21	14						
14	17	27	15	16	12						
16	19	14	16	17	13						
$x_i$	9	12	13	14	15	16	17	19	21	23	27
$m_i$	1	2	2	5	3	5	2	1	1	1	1
В данном случае варианты 14 и 16 имеют равную и наибольшую среди остальных вариант частоту, равную 5, а значит моды данного ряда: 14 и 16.											