

**Задание 1**  
**Тема: Выборка и выборочные характеристики**

Вычислить числовые значения  $a_k$ ,  $k = 1, \dots, 200$  по заданной формуле и составить выборку  $a_1, a_2, \dots, a_{200}$  объема  $n = 200$ . Для выборки  $a_1, \dots, a_{200}$

а) построить группированный статистический ряд абсолютных частот

$$(x_1^*, n_1^*), (x_2^*, n_2^*), \dots, (x_m^*, n_m^*), \text{ где } m = 10;$$

б) построить группированный статистический ряд относительных частот

$$\left(x_1^*, \frac{n_1^*}{n}\right), \left(x_2^*, \frac{n_2^*}{n}\right), \dots, \left(x_m^*, \frac{n_m^*}{n}\right);$$

в) построить полигоны абсолютных и относительных частот;

г) построить гистограмму относительных частот;

д) по группированному статистическому ряду относительных частот составить таблицу значений и построить график эмпирической функции распределения;

е) вычислить выборочное среднее;

ж) вычислить выборочное среднее группированного статистического ряда абсолютных частот;

з) вычислить выборочную дисперсию;

и) вычислить выборочную дисперсию группированного статистического ряда абсолютных частот.

**Варианты**

1.  $a_k = \{k\sqrt{2}\}$ , где  $\{k\sqrt{2}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{2}$ .

2.  $a_k = \{k\sqrt{3}\}$ , где  $\{k\sqrt{3}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{3}$ .

3.  $a_k = -\ln \{k\sqrt{2}\}$ , где  $\{k\sqrt{2}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{2}$ .

4.  $a_k = \sin \pi(\{k\sqrt{2}\} - 1/2)$ , где  $\{k\sqrt{2}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{2}$ .

5.  $a_k = \sqrt{\{k\sqrt{2}\}}$ , где  $\{k\sqrt{2}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{2}$ .

6.  $a_k = \sqrt[3]{\{k\sqrt{2}\}}$ , где  $\{k\sqrt{2}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{2}$ .

7.  $a_k = \ln \{k\sqrt{2}\} - \ln(1 - \{k\sqrt{2}\})$ , где  $\{k\sqrt{2}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{2}$ .

8.  $a_k = \sqrt{1 - 2 \ln \{k\sqrt{2}\}}$ , где  $\{k\sqrt{2}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{2}$ .

9.  $a_k = \sqrt{-2 \ln \{k\sqrt{2}\}} \sin(2\pi \{k\sqrt{3}\})$ , где  $\{k\sqrt{2}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{2}$ .

10.  $a_k = \sqrt[3]{\operatorname{tg} \pi(\{k\sqrt{2}\} - 1/2)}$ , где  $\{k\sqrt{2}\}$  - дробная часть числа  $k\sqrt{2}$ .

**Задание 2**  
**Тема: Критерий согласия Пирсона**

Для группированного статистического ряда абсолютных частот  $(x_1^*, n_1^*), (x_2^*, n_2^*), \dots, (x_m^*, n_m^*)$ , где  $m = 10$ , построенного в предыдущем задании, с помощью критерия согласия Пирсона проверить гипотезу  $H_0 : P(\xi < x) = F(x)$  о функции распределения  $F(x)$  наблюдаемой величины  $\xi$  против гипотезы  $H_1 : P(\xi < x) \neq F(x)$  при уровне значимости  $\alpha = 0.02$ . Если гипотеза  $H_0$  согласуется со статистическими данными, то следует найти максимальный уровень значимости  $\alpha$ , при котором это согласие имеет место. Если гипотеза  $H_0$  противоречит статистическим данным, то следует найти минимальный уровень значимости  $\alpha$ , при котором это противоречие имеет место.

**Варианты**

1.  $F(x) = x$  при  $0 \leq x \leq 1$ .
2.  $F(x) = x^2$  при  $0 \leq x \leq 1$ .
3.  $F(x) = 1 - e^{-x}$  при  $x \geq 0$ .
4.  $F(x) = 0,5 + \arcsin(x)/\pi$  при  $|x| \leq 1$ .
5.  $F(x) = x^2$  при  $0 \leq x \leq 1$ .
6.  $F(x) = x^3$  при  $0 \leq x \leq 1$ .
7.  $F(x) = e^x / (e^x + 1)$ .
8.  $F(x) = 1 - e^{-x^2/2}$  при  $x \geq 0$ .
9.  $F(x) = \Phi(x)$ , где  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$ .
10.  $F(x) = 0,5 + \arctg(x^3)/\pi$ .

**Задание 3**  
**Тема: Двумерный корреляционный анализ**

По выборке данных наблюдаемых переменных  $X$  и  $Y$

- 1) найти коэффициент корреляции и проверить его значимость на уровне  $\alpha$  ;
- 2) для коэффициента корреляции найти доверительный интервал с надежностью  $\gamma = 1 - \alpha$  ;
- 3) составить ранговую таблицу;
- 4) найти коэффициент ранговой корреляции Спирмена и и проверить его значимость на уровне  $2\alpha$  ;
- 5) оценить характер зависимости.

**Варианты**

1)

alpha	X	32	30	36	40	41	47	56	54	60	55	61	67	69	76
0,05	Y	20	24	28	30	31	33	34	37	38	40	41	43	45	48

2)

alpha	X	28	30	36	40	30	46	56	54	60	56	60	68	70	76
0,05	Y	21	25	29	31	32	34	35	38	39	41	42	44	46	50

3)

alpha	X	27	29	35	39	29	45	55	53	59	35	59	35	70	75
0,05	Y	22	26	30	32	32	34	35	38	39	41	42	44	46	50

4)

alpha	X	32	30	36	40	41	30	56	54	30	55	61	30	69	76
0,05	Y	20	24	28	30	31	33	40	37	38	40	41	40	45	48

5)

alpha	X	28	30	36	40	30	46	56	54	60	56	60	68	70	76
0,02	Y	21	25	29	31	32	34	32	38	39	32	42	32	46	50

6)

alpha	X	27	29	35	39	29	45	55	53	59	55	59	68	70	75
0,02	Y	22	26	30	32	32	34	35	38	39	41	42	44	46	50

7)

alpha	X	32	30	36	40	41	47	56	54	60	55	61	67	69	76
0,02	Y	20	24	28	30	31	33	34	37	38	40	41	43	45	48

8)

alpha	X	28	30	36	40	30	46	56	54	60	56	60	68	70	76
0,1	Y	21	25	40	31	32	34	35	40	39	41	40	44	46	50

9)

alpha	X	27	29	35	39	29	45	55	53	59	55	59	68	70	75
0,1	Y	22	26	30	32	32	34	35	38	39	41	42	44	46	50

10)

alpha	X	32	30	36	40	41	47	56	54	60	55	61	67	69	76
0,1	Y	20	24	28	30	36	33	34	36	38	40	36	43	45	48

11)  
alpha X 30 30 46 40 30 46 56 54 60 56 60 68 70 76  
0,05 Y 21 25 29 31 32 34 35 38 39 42 42 44 42 50

12)  
alpha X 26 29 35 39 26 45 55 50 59 55 50 68 70 75  
0,05 Y 22 26 30 32 32 34 35 30 39 41 42 44 46 50

13  
alpha X 32 30 36 40 41 47 56 50 59 55 50 68 70 75  
0,05 Y 20 24 28 30 31 33 34 37 38 40 41 43 45 48

14)  
alpha X 28 30 36 40 30 46 56 54 60 56 60 68 70 76  
0,05 Y 22 24 28 30 31 33 34 38 39 41 42 44 46 50

15)  
alpha X 26 30 36 40 30 46 56 53 59 35 59 35 70 75  
0,05 Y 22 26 30 32 32 34 35 38 39 41 42 44 46 50

16)  
alpha X 32 30 36 40 42 30 56 54 30 55 61 30 69 76  
0,05 Y 20 24 28 30 31 33 40 38 39 41 42 44 46 50

17)  
alpha X 28 30 38 40 30 40 56 54 60 56 60 68 70 76  
0,02 Y 21 25 29 31 32 34 32 38 39 32 42 32 46 50

18)  
alpha X 26 29 35 38 29 38 55 53 59 55 59 68 70 75  
0,02 Y 24 26 30 32 32 34 35 38 39 41 42 44 46 50

19)  
alpha X 32 30 32 40 41 47 56 54 60 55 61 67 69 76  
0,02 Y 20 24 28 30 34 33 34 37 38 40 41 43 45 48

20)  
alpha X 24 30 36 24 30 46 56 54 60 56 60 68 70 76  
0,1 Y 21 25 40 34 32 34 35 40 34 41 40 44 46 50

21)  
alpha X 22 29 35 39 29 22 55 53 59 55 59 68 70 75  
0,1 Y 22 26 30 32 32 34 35 38 34 41 42 44 46 50

22)  
alpha X 30 30 36 40 41 47 56 54 60 55 61 67 69 76  
0,1 Y 20 24 28 30 36 20 34 36 38 40 36 43 45 48

23)  
alpha X 34 30 46 40 30 46 56 34 60 56 60 68 70 76  
0,05 Y 20 25 29 31 32 34 35 22 39 42 42 44 42 50

24)

alpha	X	26	29	35	26	26	45	55	26	59	55	50	68	70	75
0,05	Y	22	26	30	32	32	34	35	30	39	41	42	44	46	50

25)

alpha	X	23	24	25	26	26	44	45	26	58	50	50	68	72	76
0,05	Y	20	24	32	34	34	36	38	32	40	42	44	46	48	52

Можно воспользоваться следующими встроенными функциями табличного процессора MS Excel:

- 1) =ПИРСОН(массив значений X; массив значений Y) - для подсчета коэффициента корреляции;
- 2) =СТЮДРАСПОБР( $\gamma$ ;k) - для подсчета значения t-критерия Стьюдента;
- 3) =НОРМСТОБР( $1-\alpha/2$ ) - для нахождения значения  $z_{1-\alpha}$ , где

$$\Phi(z_{1-\alpha}) = 1 - \alpha, \quad \Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-s^2/2} ds - \text{функция Лапласа};$$

- 4) =ТАНН(x) - для вычисления значения функции гиперболического тангенса

$$th(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}.$$

**Задание 4**  
**Тема: Метод наименьших квадратов**

По выборке данных наблюдаемых переменных определить форму зависимости переменной  $Y$  от переменной  $X$ , и найти функцию регрессии методом наименьших квадратов.

**Варианты**

1)	X	5	4,5	5	0	5	0,5	4	3,5	2	0
	Y	15,5	11,75	15,5	0	15,75	0	8,5	6	0,25	0,5
2)	X	2,5	5,5	5	3,5	3	0	1	4	2	5
	Y	3,75	25,25	20,75	9,25	6	0,5	0,75	12,75	2,5	20,75
3)	X	5,5	1,5	3,5	1	0	1,5	3	5	4,5	2,5
	Y	35,75	4	16,25	2,25	0,5	4,5	12,75	30	25,5	9
4)	X	4	2	4,5	0,5	3,5	2,5	4,5	2	5,5	0,5
	Y	12	2	15,75	0,5	9	4,5	16,25	2	24,75	0,5
5)	X	0,5	5	2,5	4,5	2	3,5	1	5	1,5	3,5
	Y	1,25	30,25	9,25	25,5	6	15,75	2	30,5	4	15,75
6)	X	3,5	2,5	2	3,5	2	3,5	2,5	0,5	1	5
	Y	4	3	2,5	4,25	2	4	3,25	1,25	1,5	5
7)	X	3	0	2	0	4	0	2,5	5,5	5	0,5
	Y	9,75	0,25	6,5	0	12,5	0,5	8	17,25	15,75	1,5
8)	X	0	4,5	2,5	5	2	2,5	0,5	1,5	3	3,5
	Y	0,75	4,75	2,5	5,25	2	3	0,5	2	3	4
9)	X	5	4,5	3	1,5	1,5	1,5	5	0,5	5	3
	Y	15,25	13,5	9	5	4,75	5,25	15	1,75	15,75	9
10)	X	0,5	4,5	2	2	3,5	0,5	3	0,5	1	0,5
	Y	1,25	24,75	6	6	16	0,75	12,5	1	2	1
11)	X	0,5	0	2,5	1	1,5	4,5	5	2,5	4,5	5
	Y	0,75	0,5	2,5	1	2,25	4,5	5,5	3	5,25	5
12)	X	5,5	0,5	1	2,5	5,5	3	1,5	1	3	0
	Y	17	1,5	3,75	7,5	16,5	9,5	5,25	3,5	9,75	0,5
13)	X	1	4,5	3,5	0	5	3	1,5	2,5	4,5	5
	Y	1,5	5	3,5	0,25	5	3,5	1,5	3	4,75	5,5

14)											
X	4	1,5	3	4,5	1,5	0	4,5	1,5	5,5	3	
Y	12,75	4,75	9,25	14	4,75	0	14	4,5	16,5	9,5	
15)											
X	0	5	0	0,5	4,5	0	2,5	5,5	1,5	1	
Y	0,25	15,75	0,75	-0,25	12	0,25	2	19,25	-0,25	-0,5	
16)											
X	2	5,5	4	3	0,5	3	3,5	5,5	5,5	2	
Y	2,75	25,25	12	6,5	0	6,5	9	25,5	25	2,75	
17)											
X	0	0	3	1	0	5,5	5,5	0	0	2,5	
Y	0,25	0,5	12,75	2,25	0,75	36,5	35,75	0,75	0,75	9,25	
18)											
X	4	1	4	1	1	4	4	3,5	4	5	
Y	12	0,25	12,5	0	0,75	12,75	12,75	9	12,75	20,5	
19)											
X	5,5	5	5,5	5,5	4	3	0	1,5	3	5,5	
Y	36	30,25	35,75	36,25	20,25	12	0,25	4,5	12	36	
20)											
X	4	5	0	5,5	2,5	5,5	5,5	0,5	4,5	3	
Y	4,75	5,25	0,75	6,25	2,5	6	6,25	1,25	4,75	3,75	
21)											
X	4	0	2	3,5	5,5	0	4	1,5	0,5	1,5	
Y	12,75	0,5	6,5	10,5	16,5	0,75	12,75	4,5	1,75	5	
22)											
X	2	1,5	5,5	4	1	3	3,5	4	5	3	
Y	2	2	6,25	4	1,25	3	3,5	4,5	5,25	3,75	
23)											
X	1,5	4	1,5	2	5	4,5	0,5	4	0	0	
Y	4,5	12,75	5,25	6,25	15,75	14	1,5	12,5	0,5	0,5	
24)											
X	3	3,5	1,5	5,5	2,5	0	4,5	0	5	4,5	
Y	12,75	16	4,25	36,25	8,75	0,5	25,25	0	30,5	24,75	
25)											
X	0	0,5	3,5	0,5	0,5	3,5	0,5	0,5	1	0,5	
Y	0,5	1	4	1,25	0,75	3,5	0,5	1,25	1,75	0,75	

## Задание 5

### Тема: Дисперсионный анализ

1) Банк имеет по четыре отделения в трех городах. Текущие объемы денежных вкладов (в условных единицах) представлены в таблице.

Отделение	Город		
	1	2	3
1	38	20	21
2	36	24	22
3	35	26	31
4	31	30	34

Можно ли утверждать на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что в среднем дела идут одинаково хорошо во всех трех городах?

2) В цеху работает 4 бригады по 7 рабочих. Выработка каждого (в условных единицах) представлена в следующей таблице.

Рабочий	Бригада			
	1	2	3	4
1	51	52	56	54
2	59	58	56	58
3	53	66	58	62
4	59	69	58	64
5	63	70	70	66
6	69	72	74	67
7	72	74	78	69

Можно ли утверждать на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что все бригады работают в среднем одинаково?

3) Фирма имеет по пять филиалов в четырех регионах страны. Прибыли за отчетный период (в условных единицах) представлены в таблице.

Филиал	Регион			
	1	2	3	4
1	36	56	52	39
2	47	61	57	57
3	50	64	59	63
4	58	66	58	61
5	67	66	79	65

Можно ли утверждать на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что дела во всех регионах идут в среднем одинаково?

4) Фирма имеет 18 магазинов в трех округах Москвы. Объемы продаж за отчетный период (в условных единицах) по каждому магазину представлены в таблице.

Филиал	Округ		
	1	2	3
1	37	60	69
2	47	86	100
3	40	67	98
4	60	92	102
5	70	95	110
6	76	98	108

Можно ли утверждать на уровне значимости  $\alpha = 0,1$ , что продажи во всех округах идут в среднем одинаково?



5) В целях изучения влияния вознаграждения на производительность труда было произведено обследование четырех групп рабочих по 5 человек, упорядоченных по величине вознаграждения (от меньшей к большей). Выработка (в условных единицах) представлена в таблице.

Рабочий	Группа			
	1	2	3	4
1	8	12	12	24
2	10	17	15	16
3	16	14	16	22
4	13	9	16	18
5	12	16	19	20

Можно ли утверждать на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что вознаграждение влияет на производительность труда?

6) Изучается популярность еженедельной передачи у трех возрастных групп населения. Рейтинги (в процентах) за четыре недели представлены в таблице.

Неделя	Группа		
	Молодежь	Средний возраст	Пожилые
1	27	24	22
2	23	20	21
3	29	26	36
4	29	30	37

Можно ли утверждать на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что передача пользуется одинаковой популярностью у всех трех групп населения?

7) В продуктовом магазине продается четыре вида товара. Данные о продаже (в тыс. рублях) за пять месяцев представлены в следующей таблице.

Месяц	Товар			
	I	II	III	IV
1	18	28	26	20
2	24	31	28	29
3	25	32	30	32
4	29	33	29	30
5	34	33	40	33

Можно ли утверждать на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что спрос на разные товары в среднем одинаков?

8) В течение шести лет использовались пять различных технологий по выращиванию сельскохозяйственной культуры. Данные по эксперименту (в ц/га) приведены в таблице:

Год	Технология				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
1	1,2	0,6	0,9	1,7	1,0
2	1,1	1,1	0,6	1,4	1,4
3	1,0	0,8	0,8	1,3	1,1
4	1,3	0,7	1,0	1,5	0,9
5	1,1	0,7	1,0	1,2	1,2
6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5

Необходимо на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  установить влияние различных технологий на урожайность культуры.

9) На заводе установлено четыре линии по выпуску облицовочной плитки. С каждой линии случайным образом в течение смены отобрано по 10 плиток и сделаны замеры их толщины (мм). Отклонения от номинального размера приведены в таблице:

Линия по выпуску плиток	Номер испытания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,6	0,2	0,4	0,5	0,8	0,2	0,1	0,6	0,8	0,8
2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,6	0,8	0,2	0,5	0,5
3	0,8	0,6	0,2	0,4	0,9	1,1	0,8	0,2	0,4	0,8
4	0,7	0,7	0,3	0,3	0,2	0,8	0,6	0,4	0,2	0,6

Требуется на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  установить зависимость выпуска качественных плиток от линии выпуска.

10) Имеются следующие данные об урожайности четырех сортов пшеницы на выделенных пяти участках земли (блоках):

Сорт	Урожайность по блокам (ц/га)				
	1	2	3	4	5
1	2,87	2,67	2,16	2,50	2,82
2	2,45	2,85	2,77	2,87	3,25
3	2,32	2,47	2,00	2,40	2,40
4	2,90	2,87	2,25	2,80	2,70

На уровне значимости  $\alpha = 0,05$  определить влияние на урожайность сорта пшеницы.

11) Данные об урожайности четырех сортов пшеницы на выделенных пяти участках земли (блоках) приведены в следующей таблице:

Сорт	Урожайность по блокам (ц/га)				
	1	2	3	4	5
1	2,70	2,72	2,18	2,50	2,80
2	2,35	2,75	2,78	2,86	3,26
3	2,30	2,48	2,10	2,42	2,42
4	2,85	2,85	2,20	2,84	2,68

На уровне значимости  $\alpha = 0,05$  определить влияние на урожайность участков земли – блоков..

12) Данные об отклонениях от номинального размера толщины (в мм) 10 образцов плиток, выпускаемых на четырех производственных линиях, приведены в следующей таблице:

Линия по выпуску плиток	Номер образца									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,6	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,7	0,56	0,7	0,8
2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2
3	0,8	0,6	0,7	0,76	0,7	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
4	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,66	0,68

Требуется на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  установить зависимость качества плиток от номера образца.

13) На четырех предприятиях проверялись три технологии производства однотипных изделий. Данные о производительности труда в условных единицах приведены в таблице:

Предприятие	Технология		
	1	2	3
1	50	54	58
2	54	46	50
3	52	48	50
4	60	55	56

Требуется на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  установить влияние технологий на производительность труда.

14) Банк имеет по пять отделений в четырех городах. Текущие объемы денежных вкладов (в условных единицах) представлены в таблице.

Отделение	Город			
	1	2	3	4
1	38	36	35	37
2	25	26	24	25
3	34	35	36	33
4	32	34	35	34
5	24	23	25	25

Можно ли утверждать на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что в среднем дела идут одинаково хорошо во всех четырех городах?

15) Результаты экзаменационной сессии в группе, состоящем из 15 студентов, приведены в следующей таблице:

Экзамен	Группа														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	4	4	4	5	5	4	4	5	4	3	4	5	4	5
2	4	5	4	3	4	4	3	5	4	4	3	3	3	4	4
3	4	3	4	4	3	4	4	5	4	4	3	3	4	5	4
4	3	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4

Можно ли утверждать на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что в среднем успеваемость по всем дисциплинам одинакова?

16) Два эксперта ранжировали данных об 11 фирм в порядке их привлекательности для инвестиций. Получены следующие последовательности рангов фирм:

Эксперт	Фирма										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3	2	4	4	3	6	7	5	9	6	7
2	4	3	3	5	4	5	6	4	8	7	8

Мнения экспертов различимы на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ?