

Лабораторные работы

по дисциплине

«Эмпирические методы программной инженерии»

для студентов направления подготовки 6.050103

«Программная инженерия»

Лабораторная работа № 1

Задание 1.1. Для выборки (см. таблицу) вычислить оптимальное количество интервалов разбиения по формуле Стерджесса, построить таблицу, содержащую следующие столбцы – нижняя и верхняя границы интервалов, частота попадания в интервал, относительная частота. По таблице 1 построить гистограмму, получить описательную статистику ряда распределения.

Таблица 1

№	Д а н н ы е
1	2,4; 2,5; 2,7; 2,2; 2,6; 2,7; 2,8; 2,6; 2,3; 2,4; 2,7; 2,4; 2,5; 2,6; 2,6; 2,4; 2,4; 2,5; 2,4; 2,3; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,2; 2,4; 2,4; 2,4; 2,5; 2,2.
2	2,8; 2,8; 2,2; 2,4; 2,3; 2,4; 2,5; 2,5; 2,3; 2,4; 2,6; 2,7; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,5; 2,1; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3
3	2,3; 2,4; 2,5; 2,2; 2,1; 2,5; 2,7; 2,7; 2,4; 2,3; 2,1; 2,6; 2,5; 2,6; 2,4; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,3; 2,5; 2,4; 2,5; 2,5; 2,4; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,6
4	2,8; 2,6; 2,4; 2,5; 2,4; 2,2; 2,6; 2,3; 2,5; 2,4; 2,4; 2,5; 2,7; 2,2; 2,6; 2,7; 2,8; 2,6; 2,3; 2,4; 2,7; 2,4; 2,5; 2,6; 2,6; 2,4; 2,4; 2,5; 2,4; 2,3
5	2,5; 2,1; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3; 2,3; 2,4; 2,5; 2,2; 2,1; 2,5; 2,7; 2,7; 2,4; 2,3; 2,1; 2,6; 2,5; 2,6; 2,4; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,3
6	2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,2; 2,4; 2,4; 2,4; 2,5; 2,2; 2,8; 2,8; 2,2; 2,4; 2,3; 2,4; 2,5; 2,5; 2,3; 2,4; 2,6; 2,7; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6
7	2,5; 2,4; 2,5; 2,5; 2,4; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,6; 2,8; 2,6; 2,4; 2,5; 2,4; 2,2; 2,6; 2,3; 2,5; 2,4; 2,4; 2,5; 2,7; 2,2; 2,6; 2,7; 2,8; 2,6; 2,3; 2,4
8	2,7; 2,4; 2,5; 2,6; 2,6; 2,4; 2,4; 2,5; 2,4; 2,3; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,2; 2,4; 2,4; 2,4; 2,5; 2,2; 2,8; 2,8; 2,2; 2,4; 2,3; 2,4; 2,5; 2,5; 2,3; 2,4
9	2,6; 2,7; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,5; 2,1; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3; 2,3; 2,4; 2,5; 2,2; 2,1; 2,5; 2,7; 2,7; 2,4; 2,3
10	2,1; 2,6; 2,5; 2,6; 2,4; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,3; 2,5; 2,4; 2,5; 2,5; 2,4; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,6; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,4; 2,2; 2,6; 2,3; 2,5; 2,4
11	2,7; 2,4; 2,5; 2,6; 2,6; 2,4; 2,4; 2,5; 2,4; 2,3; 2,8; 2,8; 2,2; 2,4; 2,3; 2,4; 2,5; 2,5; 2,3; 2,4; 2,5; 2,1; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3
12	2,5; 2,1; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3; 2,1; 2,6; 2,5; 2,6; 2,4; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,3; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,4; 2,2; 2,6; 2,3; 2,5; 2,4
12	2,4; 2,5; 2,7; 2,2; 2,6; 2,7; 2,8; 2,6; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,2; 2,4; 2,4; 2,4; 2,5; 2,2; 2,6; 2,7; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6
14	2,6; 2,7; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,3; 2,4; 2,5; 2,2; 2,1; 2,5; 2,7; 2,7; 2,4; 2,3; 2,5; 2,4; 2,5; 2,5; 2,4; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,6

15	2,4; 2,5; 2,7; 2,2; 2,6; 2,7; 2,8; 2,6; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,2; 2,4; 2,4; 2,4; 2,5; 2,2; 2,8; 2,8; 2,2; 2,4; 2,3; 2,4; 2,5; 2,5; 2,3; 2,4
16	2,4; 2,5; 2,7; 2,2; 2,6; 2,7; 2,8; 2,6; 2,3; 2,4; 2,7; 2,4; 2,5; 2,6; 2,6; 2,4; 2,4; 2,5; 2,4; 2,3; 2,8; 2,8; 2,2; 2,4; 2,3; 2,4; 2,5; 2,5; 2,3; 2,4
17	2,4; 2,5; 2,7; 2,2; 2,6; 2,7; 2,7; 2,6; 2,3; 2,4; 2,6; 2,7; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,5; 2,1; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3
18	2,1; 2,6; 2,5; 2,6; 2,4; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,3; 2,5; 2,4; 2,5; 2,5; 2,4; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,6; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,2; 2,4; 2,4; 2,4; 2,5; 2,2
19	2,3; 2,4; 2,5; 2,2; 2,2; 2,5; 2,8; 2,7; 2,4; 2,3; 2,4; 2,5; 2,7; 2,2; 2,6; 2,7; 2,8; 2,6; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,2; 2,4; 2,4; 2,4; 2,5; 2,2
20	2,7; 2,4; 2,5; 2,6; 2,6; 2,4; 2,4; 2,5; 2,4; 2,3; 2,1; 2,6; 2,5; 2,6; 2,4; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,3; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,4; 2,2; 2,6; 2,3; 2,5; 2,4
21	2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,2; 2,4; 2,4; 2,4; 2,5; 2,2; 2,5; 2,1; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3; 2,1; 2,6; 2,5; 2,6; 2,4; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,3
22	2,7; 2,4; 2,5; 2,6; 2,6; 2,4; 2,4; 2,5; 2,4; 2,3; 2,6; 2,7; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,6; 2,5; 2,5; 2,6; 2,3; 2,4; 2,5; 2,2; 2,1; 2,5; 2,7; 2,7; 2,4; 2,3
23	2,3; 2,4; 2,5; 2,2; 2,1; 2,5; 2,7; 2,7; 2,4; 2,3; 2,5; 2,6; 2,4; 2,4; 2,2; 2,4; 2,4; 2,4; 2,5; 2,2; 2,5; 2,1; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3
24	2,7; 2,4; 2,5; 2,6; 2,6; 2,4; 2,4; 2,5; 2,4; 2,3; 2,5; 2,1; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3; 2,7; 2,6; 2,4; 2,5; 2,4; 2,2; 2,6; 2,3; 2,5; 2,4
25	2,7; 2,4; 2,6; 2,6; 2,6; 2,4; 2,4; 2,5; 2,4; 2,3; 2,5; 2,2; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,6; 2,7; 2,5; 2,3; 2,8; 2,6; 2,4; 2,5; 2,4; 2,2; 2,6; 2,3; 2,5; 2,6

Лабораторная работа № 2

Задание 2.1. При помощи функции **rnd(N)** сгенерировать массив из M случайных чисел в интервале от 0 до N . При помощи критерия Пирсона при уровне значимости 0,05 проверить гипотезу о нормальном распределении случайной величины X с параметрами a и σ (a – математическое ожидание, σ – среднеквадратическое отклонение).

Таблица 2

№	M	N	a	σ
1	30	15	7,5	6,8
2	32	16	8	7,2
3	36	18	9	7,6
4	40	20	10	8
5	42	21	11,5	8,4
6	45	22	11	8,8
7	48	24	12	9,2
8	50	25	12,5	9,6
10	54	27	13,5	10
11	55	27	13,5	10,4
12	56	28	14	10,8
13	60	30	15	11,2
14	63	31	15,5	11,6
15	64	32	16	12
16	66	33	16,5	12,4
17	68	34	17	12,8
18	70	35	17,5	13,2
19	72	36	18	13,6
20	75	37	18,5	14
21	77	38	19	14,4
22	78	39	19,5	14,8
23	80	40	20	15,2
24	81	41	21,2	15,6
25	88	44	22	16

Лабораторная работа № 3

Задание 3.1. Для однофакторного дисперсионного анализа сгенерировать данные следующим образом

Таблица 3

Номер испытания	Уровни фактора								
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
1	V+1	V+2	V+3	V+4	V+5	V+6	V+7	V+8	V+9
2	V	V+1	V+2	V+3	V+1	V	V+1	V+2	V+3
3	V+1	V	V+1	V+2	V	V+1	V+2	V+3	V+4
4	V+2	V+1	V	V+1	V+2	V+3	V+4	V+5	V+6
5	V+3	V+2	V+1	V	V+1	V+2	V+3	V+4	V+5
6	V+4	V+3	V+2	V+1	V+3	V+4	V+5	V+6	V+7
7	V+5	V+4	V+3	V+2	V+4	V+5	V+6	V+7	V+8
8	V+6	V+5	V+4	V+3	V+2	V+1	V	V+1	V+2

Для вариантов с номерами $1 \leq Var \leq 6$ $V = Var$, для вариантов с номерами $7 \leq Var \leq 15$ $V = Var/2$, для вариантов с номерами $Var \geq 16$ $V = Var^2/10$. Выполнить дисперсионный анализ и сделать выводы.

Лабораторная работа № 4

Задание 4. 1. Зависимость между величинами Y и X описывается уравнением регрессии $y = C_0 + C_1x$. Вычислить коэффициент корреляции. Найти коэффициенты уравнения регрессии. Проверить адекватность модели при помощи критерия Фишера. Числовые значения случайных величин приведены в таблице. Проверить правильность расчетов с помощью пакета MathCAD.

Указания. Таблицу формируем следующим образом. При помощи функции **rnd(N+2)** (N – номер варианта) генерируем вектор значений случайной величины X (число компонент вектора $m = 7$). Вектор значений случайной величины Y генерируется при помощи функции **rnd(N/2+1)**. Например, для варианта $N=5$ получаем

$$\text{ORIGIN} := 1 \quad i := 1..7 \quad N := 5$$

$$X_i := \text{rnd}(N + 2) \quad Y_i := \text{rnd}\left(\frac{N}{2} + 1\right)$$

$$X^T = (0.8 \ 2.2 \ 2 \ 1 \ 5.8 \ 4.2 \ 1.8) \quad Y^T = (1.8 \ 0.1 \ 2 \ 1.9 \ 3 \ 2.3 \ 2.9)$$

Получили таблицу значений (с точностью до одного знака после запятой)

X	0,8	2,2	2	1	5,8	4,2	1,8
Y	1,8	0,1	2	1,9	3	2,3	2,9

Задание 4. 2. Результаты исследования даны в корреляционной таблице. Найти выборочный коэффициент корреляции между Y и X . Записать выборочное уравнение прямой регрессии Y на X и построить прямую регрессии и корреляционное поле.

В – 1

X \ Y	2	7	12	17	22	27
15	2	4				
25		3	7			
35			5	30	10	
45			7	10	8	
55				5	6	3

В – 2

X \ Y	5	10	15	20	25	30
15					3	7
25				2	4	
35		7	10	8		
45		10	30	5		
55	3	6	5			

В – 3

X \ Y	1	6	11	16	21	26
10				6	10	1
20			3	7	4	
30			50	3	2	
40		5	3			
50	4	2				

В – 4

X \ Y	3	8	13	18	23	28
15	2	4				
20		6	2			
25			3	50	2	
30			1	10	6	
35				4	7	3

B - 5

X \ Y	4	9	14	19	24	29
20	2	4				
30		3	5			
40			5	35	5	
50			2	8	17	
60				4	7	3

B - 7

X \ Y	7	12	17	22	27	32
30	5	1				
40		6	2			
50			5	40	5	
60			2	8	7	
70				4	8	7

B - 9

X \ Y	12	17	22	27	32	37
40	2	6				
45		5	3			
50			7	40	2	
55			4	9	6	
60				4	7	5

B - 11

X \ Y	2	8	14	20	26	32
35	1	5				
45		6	4			
55			7	40	3	
65			2	10	8	
75			5	6		3

B - 13

X \ Y	15	20	25	30	35	50
20	3	4				
30		6	3			
40			6	35	2	
50			12	8	6	
60				4	7	4

B - 15

X \ Y	20	25	30	35	40	45
25	2	4				
35		6	3			

B - 6

X \ Y	10	15	20	25	30	35
25				2	8	17
35			4	7	3	
45			5	35	5	
55		6	2			
65	1	5				

B - 8

X \ Y	9	14	19	24	29	34
35					6	2
40			5	40	5	
45			5	1		
50		4	8	7		
55	2	8	7			

B - 10

X \ Y	15	20	25	30	35	40
40					7	5
50				9	6	
60		5	3	4		
70		5	40	4		
80	2	6	4			

B - 12

X \ Y	5	11	17	23	29	35
25					5	6
30				6	4	
35		1	5	3		
40		2	10	8		
45	6	40	4			

B - 14

X \ Y	5	12	19	26	33	40
30					4	7
35				12	8	
40		6	3	6		
45		6	30	7		
50	3	4	4			

B - 16

X \ Y	8	14	20	26	32	38
50					4	2
60				3	6	

45			6	45	4	
55			2	8	6	
65				7	4	3

B - 17

X/Y	8	16	24	32	40	48
35	3	3				
40		5	4			
45			8	40	2	
50				5	10	6
55				4	7	3

B - 19

X/Y	4	10	16	22	28	34
20	1	5				
30		5	3			
40			3	40	12	
50				2	10	5
60				4	3	7

B - 21

X/Y	3	9	15	21	27	33
30	4	1				
40		6	4			
50			2	50	2	
60				1	9	7
70				4	7	3

B - 23

X/Y	2	10	18	26	34	42
20	3	3				
25		4	5			
30			8	40	2	
35			5	10	6	
40				4	7	3

B - 25

X/Y	15	20	25	30	35	40
5	4	2				
15		5	3			
25			5	45	5	
35			2	8	7	
45				4	7	3

70		6	2	8		
80		6	40	9		
90	3	4	7			

B - 18

X/Y	9	13	17	21	25	29
15					7	3
25				5	10	
35		5	4	6		
45	8	30	12			
55	4	3	3			

B - 20

X/Y	8	13	18	23	28	33
25				4	3	7
35			2	10	5	
45			3	40	12	
55		5	3			
65	1	5				

B - 22

X/Y	3	10	17	24	31	38
35					4	1
45				6	4	
55		1	9	7		
65		2	50	2		
75	4	7	3			

B - 24

X/Y	4	12	20	28	36	44
40				4	7	3
45			8	10	6	
50		5	40	2		
55		3	3			
60	4	5				

B - 26

X/Y	20	25	30	35	40	45
5				2	9	3
10			2	45	7	
15		5	8	5		
20		4	2			
25	5	3				

Лабораторная работа № 5

Задание 5.1. Для данных лабораторной работы № 3 проверить существует ли влияние фактора на отклик при помощи критерия Краскела-Уоллиса.

Задание 5.2. Использовать критерий Спирмена для данных лабораторной работы № 4.

Лабораторная работа № 6

Задание 6.1. Проведен эксперимент в соответствии с планом ПФЭ типа 2^2 с центром в точке $\bar{x}_0 = (x_{10}, x_{20}) = (50 + V, 60 + V)$ и интервалом варьирования $\Delta x_1 = \Delta x_2 = 30$ при среднеквадратической ошибке воспроизводимости эксперимента

$$\sigma_y = \begin{cases} 5 + V, & 1 \leq V \leq 5 \\ V, & 6 \leq V \leq 10 \\ V - 5, & V \geq 11 \end{cases} .$$

В каждой точке факторного пространства проведены серии из

трех параллельных экспериментов. Усредненные результаты опытов таковы $\bar{y}_1 = 25,5 + V$; $\bar{y}_2 = 65,5 + V$; $\bar{y}_3 = 22,4 + V$; $\bar{y}_4 = 40,6 + V$. Найти уравнение регрессии и провести его статистический анализ при уровне значимости $\alpha = 0,05$. V – номер варианта.

Лабораторная работа № 7

Задание 7.1. Построить матрицу планирования для проведения центрального композиционного планирования для исследования 2^2 факторов. Рассчитать необходимое количество опытов, значения факторов в звездных точках в реальном масштабе, выполнить нормирование уровней факторов. Расчеты выполнить для базовых значений факторов $x_{1,0} = 50 + V$; $x_{2,0} = 65 + V$ и соответствующих интервалов варьирования $\Delta x_1 = 10$; $\Delta x_2 = 15$. Количество центральных точек выбрать равное трем.

Задание 7.2. Для данных задания 7.1 найти уравнение регрессии при условии, что известны усредненные результаты опыта: $8,18+V$; $8,18+ V$; $7,08+ V$; $7,57+ V$; $6,42+ V$; $6,91+ V$; $8,19+ V$; $8,21+ V$; $7,88+ V$; $7,9+ V$.