**Задача №1.16**

Наудачу взяты два положительных числа  и , причем , . Найти вероятность того, что  и .

Решение

Построим в декартовой системе координат (рисунок 1) пространство элементарных событий , заданное неравенствами:



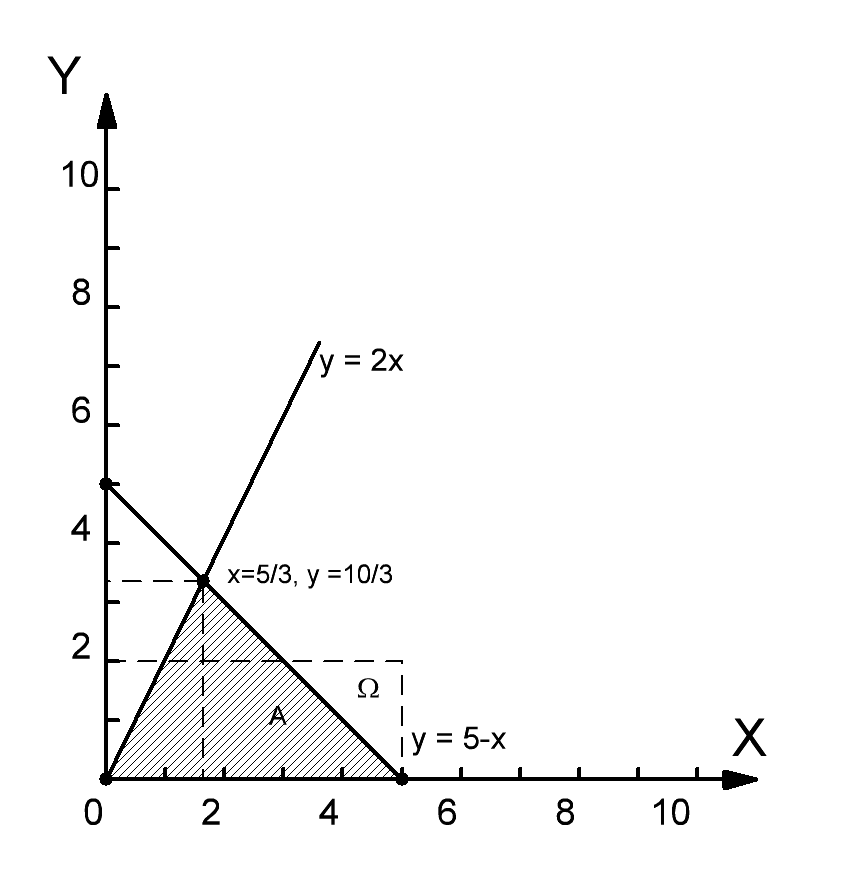


Рисунок 1

Область благоприятствующих исходов  определяется неравенствами:



Построим прямые по полученным неравенствам. Заштрихованная область описывает благоприятствующие исходы. Найдём площади областей  и :



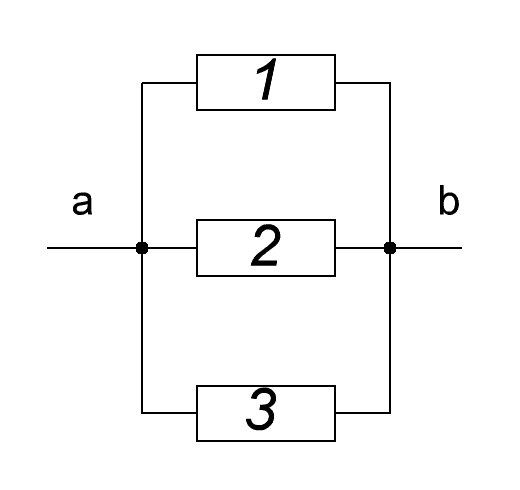
Вероятность события  определится отношением площади области  к области :



**Ответ:**



**Задача № 2.3**

Дана схема соединения элементов, образующих цепь с одним входом и одним выходом (рисунок 2). Предполагается, что отказы элементов являются независимыми в совокупности событиями. Отказ любого из элементов приводит к прерыванию сигнала в той ветви цепи, где находится данный элемент. Вероятности отказа элементов 1, 2, 3, 4, 5 соответственно равны q1=0,1; q2=0,2; q3=0,3; q4=0,4; q5=0,5. Найти вероятность того, что сигнал пройдет со входа на выход.

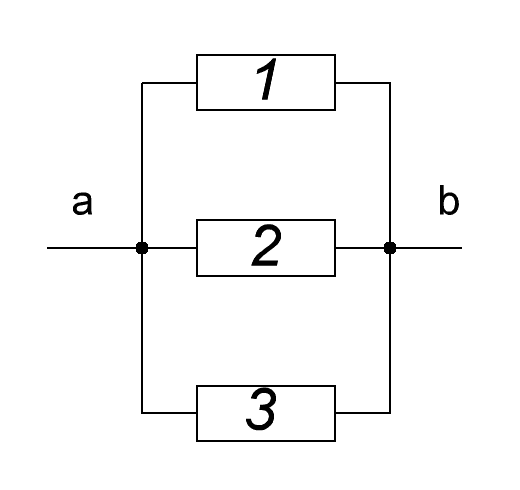


Рисунок 2

Решение

Согласно рисунку 1 схема состоит из трёх участков. Каждый участок содержит по одному элементу. Участки соединены между собой параллельно.

Введем события: *A­1* – элемент 1 исправен, *A­2* – элемент 2 исправен, *A­3* – элемент 3 исправен, , *С* – сигнал проходит от точки *a* к точке *b* (со входа на выход).

Событие *C* произойдёт, если будут работать или элемент 1, или элемент 2, или элемент 3:



Вероятность наступления события *С*  (сигнал пройдёт со входа на выход)*:*



**Ответ:** 

**Задача №3.22**

Прибор состоит из трех блоков. Исправность каждого блока необходима для функционирования устройства. Отказы блоков независимы. Вероятности безотказной работы блоков соответственно равны 0,6; 0,7; 0,8. В результате испытаний два блока вышли из строя. Определить вероятность того, что отказали первый и третий блоки.

Решение

Обозначим через А событие – прибор вышел из строя в результате отказа двух блоков. Сделаем следующие предположения:

- отказали 1-ый и 2-ой блоки, 3-ий исправен. Вероятность данного события:



- отказали 1-ый и 3-ий блоки, 2-ой исправен. Вероятность данного события:



- отказали 2-ой и 3-ий блоки, 1-ый исправен. Вероятность данного события:



Так как известно, что отказали два блока, очевидно, что условные вероятности остальных гипотез равны нулю.

Событие  достоверно при гипотезах , следовательно соответствующие условные вероятности равны единице:



По формуле полной вероятности, вероятность того, отказали 2 блока:



По формуле Бейеса, искомая вероятность того, что отказали 1-ый и 3-ий блоки, равна:



**Ответ:** 

**Задача №4.3**

Техническая система состоит из пяти узлов. Вероятность нарушения режима работы в течение времени t для каждого узла равна 0,2. Система выходит из строя, если нарушения режима работы произойдут не менее чем в трех узлах. Найти вероятность выхода из строя этой системы за время t, если нарушение режима работы для каждого узла не зависит от состояния работы в других узлах.

Решение

Событие  - нарушился режим работы одного узла из пяти, *k* – количество узлов с нарушенным режимом работы. Событие  - система вышла из строя. Вероятность события  рассчитаем по формуле:







**Ответ:** 

**Задача № 5.24**

Дискретная случайная величина Х может принимать одно из пяти фиксированных значений x1, x2, x3, x4, x5 с вероятностями p1, p2, p3, p4, p5 соответственно. Вычислить математическое ожидание и дисперсию величины Х. Рассчитать и построить график функции распределения.

Таблица 1 – Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | -10 | -4 | 0 | 4 | 10 |
|  | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 |

Решение

1. Математическое ожидание и дисперсию величины Х:







1. Построим ряд распределения СВ X:

Таблица 2 –Ряд распределения СВ X

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | -10 | -4 | 0 | 4 | 10 | >10 |
|  | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0 |
|  | 0 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 1 |













Построим график функции распределения (рисунок 3):

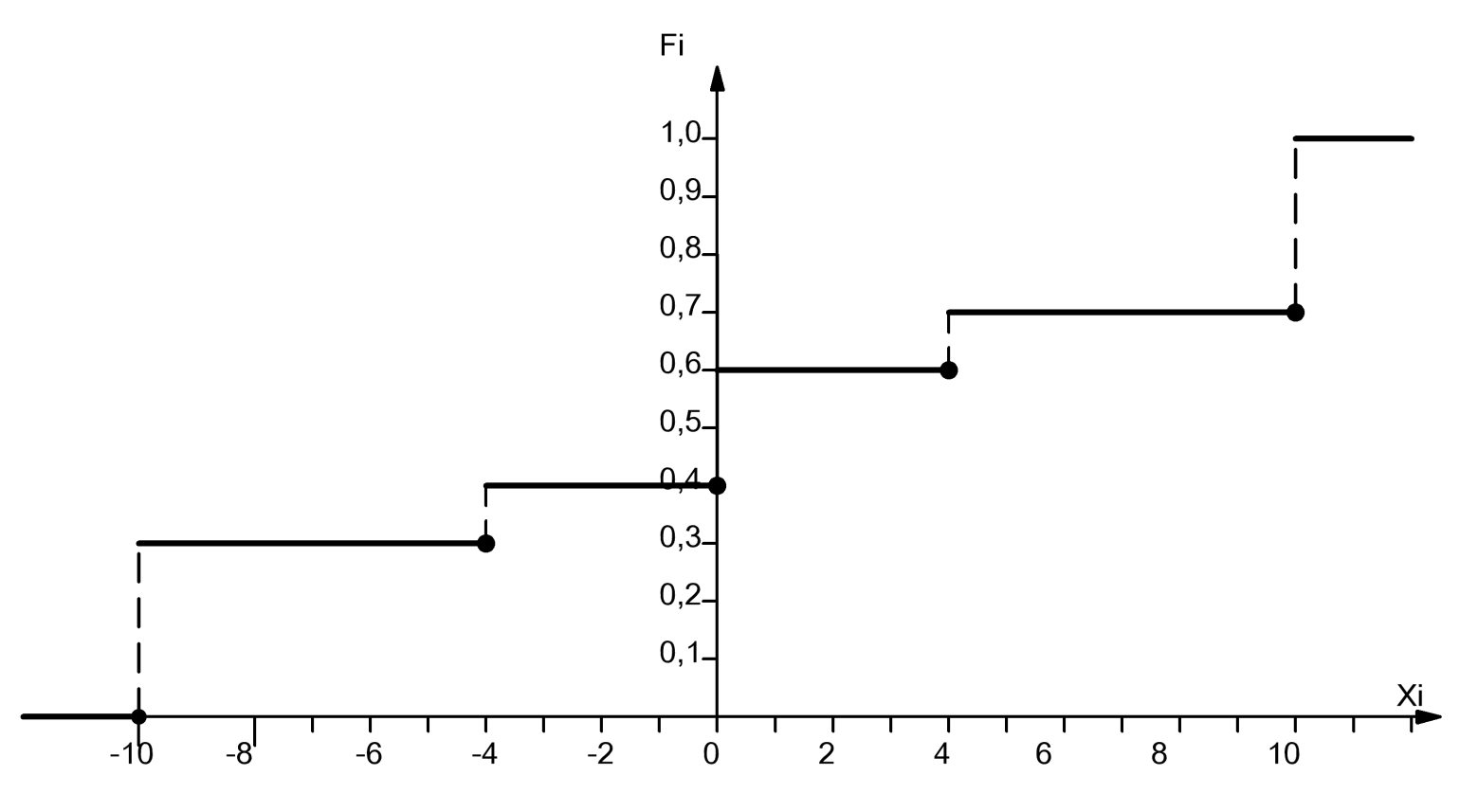


Рисунок 3 - график функции распределения F(X­i)

**Задача № 6.7**

Случайная величина *Х* задана плотностью вероятности:



Определить константу *С*, математическое ожидание, дисперсию, функцию распределения величины Х, а также вероятность ее попадания в интервал.



Решение

1. Вычислим константу исходя из условия нормировки:



Отсюда константа :



1. Определим математическое ожидание СВ *Х:*



Определим дисперсию СВ *Х*:









1. Определим функцию распределения величины Х:









1. Определим вероятность попадания величины Х в заданный интервал :



**Ответ:**



**Задача № 7.2**

Случайная величина *Х* распределена равномерно на интервале [*a,b*]. Построить график случайной величины *Y=ϕ(X)* и определить плотность вероятности *g(y).*



Решение

1. Построим график случайной величины  для в интервале значений  и определим диапазон значений  (Рисунок 4):  [0; 8]
2. В зависимости от числа обратных функций выделим следующие интервалы для :

обратных функций не существует





 обратных функций не существует

1. Вычислим модули производных обратных функций:



**Y**

**X**

Рисунок 4 – график функции 

Так как случайная величина *Х* распределена равномерно на интервале [0;10] , то её плотность вероятности равна:



1. Определим плотность вероятности величины :



**Задача № 8.20**

Двухмерный случайный вектор (*Х, У*) равномерно распределен внутри выделенной жирными прямыми линиями (рисунок 5) области B. Двухмерная плотность вероятности *f(x,y)* одинакова для любой точки этой области B:

Вычислить коэффициент корреляции между величинами X и Y.

Таблица 3 – Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | x1 | x2 | x3 | x4 | x5 | x6 | y1 | y2 |
| 8.10 | 0 | 2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 1 | 2 |



Рисунок 5

Решение

1. Построим область *B* согласно координатам из таблицы 3 и рисунку 5.

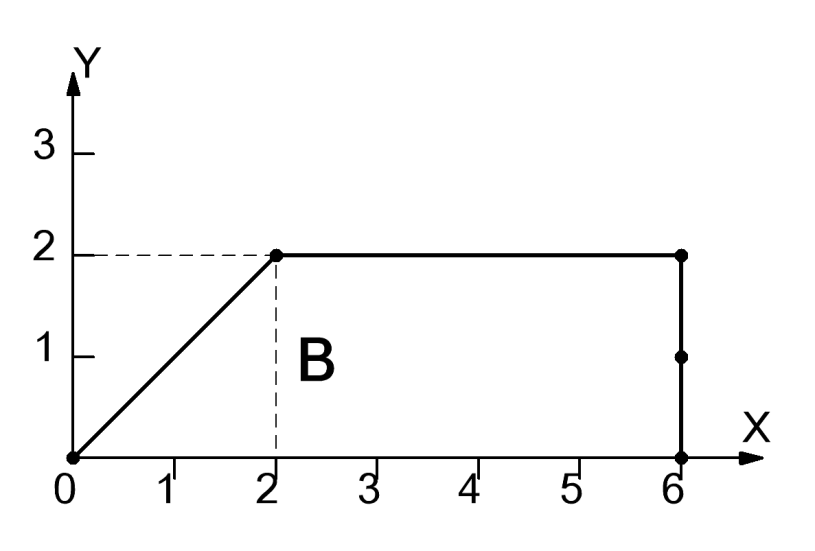


Рисунок 6

Проанализируем рисунок 6: область *B* ограничена сверху прямой , снизу  ; слева прямой , справа прямой .

Следовательно, совместная плотность вероятности примет вид:



1. Найдём константу  из условия нормировки:





Таким образом:



Проверим полученный результат геометрически. Объём тела, ограниченного поверхностью распределения В и плоскостью xOy равен 1, т.е:



Следовательно, константа  рассчитана верно.

1. Вычислим математические ожидания:









1. Вычислим дисперсии: 





Вычислим корреляционный момент:





1. Вычислим коэффициент корреляции между величинами X и Y:



**Ответ:** 

**Задача № 9**

По выборке одномерной случайной величины:

- получить вариационный ряд;

- построить график эмпирической функции распределения *F\*(x)*;

- построить гистограмму равноинтервальным способом;

- построить гистограмму равновероятностным способом;

- вычислить точечные оценки математического ожидания и дисперсии;

- вычислить интервальные оценки математического ожидания и дисперсии (γ = 0,95);

- выдвинуть гипотезу о законе распределения случайной величины и проверить ее при помощи критерия согласия *χ2*  и критерия Колмогорова (*α* = 0,05).

Одномерная выборка:

Размер выборки 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,33 | 9,29 | 5,91 | 0,19 | 7,24 | 8,33 | 5,87 | 3,88 | 4,57 | 4,48 | 6,60 | 1,91 | 1,73 | 1,28 | 6,73 |
| 2,09 | 2,97 | 3,27 | 4,21 | 3,36 | 3,44 | 2,77 | 2,30 | 8,03 | 6,36 | 1,41 | 6,04 | 1,06 | 0,77 | 3,68 |
| 3,73 | 11,06 | 5,78 | 4,35 | 8,71 | 6,62 | 0,24 | 5,77 | 2,21 | 6,22 | 0,53 | -0,97 | 8,49 | 3,49 | 1,58 |
| 8,47 | 4,79 | 5,44 | 6,18 | 2,16 | -0,35 | 7,58 | 8,26 | -2,52 | 0,95 | 7,28 | 2,03 | 4,60 | 4,03 | 5,69 |
| 6,22 | 1,38 | 0,98 | 3,93 | 9,55 | 7,45 | 5,92 | 0,59 | 0,73 | 5,36 | 7,48 | 0,24 | 4,04 | 4,62 | 2,08 |
| 9,32 | 0,17 | 5,70 | 5,38 | 2,34 | 10,57 | 6,82 | -0,89 | 9,28 | 3,20 | 7,45 | 3,40 | 5,36 | 1,86 | 6,73 |
| 3,69 | 0,73 | 10,27 | 3,26 | 7,71 | 5,19 | 3,90 | 1,37 | 2,03 | 0,06 |  |  |  |  |  |

Решение

1. Получим вариационный ряд из исходного:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -2,52 | -0,97 | -0,89 | -0,35 | 0,06 | 0,17 | 0,19 | 0,24 | 0,24 | 0,33 | 0,53 | 0,59 | 0,73 | 0,73 | 0,77 |
| 0,95 | 0,98 | 1,06 | 1,28 | 1,37 | 1,38 | 1,41 | 1,58 | 1,73 | 1,86 | 1,91 | 2,03 | 2,03 | 2,08 | 2,09 |
| 2,16 | 2,21 | 2,30 | 2,34 | 2,77 | 2,97 | 3,20 | 3,26 | 3,27 | 3,36 | 3,40 | 3,44 | 3,49 | 3,68 | 3,69 |
| 3,73 | 3,88 | 3,90 | 3,93 | 4,03 | 4,04 | 4,21 | 4,35 | 4,48 | 4,57 | 4,60 | 4,62 | 4,79 | 5,19 | 5,36 |
| 5,36 | 5,38 | 5,44 | 5,69 | 5,70 | 5,77 | 5,78 | 5,87 | 5,91 | 5,92 | 6,04 | 6,18 | 6,22 | 6,22 | 6,36 |
| 6,60 | 6,62 | 6,73 | 6,73 | 6,82 | 7,24 | 7,28 | 7,45 | 7,45 | 7,48 | 7,58 | 7,71 | 8,03 | 8,26 | 8,33 |
| 8,47 | 8,49 | 8,71 | 9,28 | 9,29 | 9,32 | 9,55 | 10,27 | 10,57 | 11,06 |  |  |  |  |  |

2) Построим график эмпирической функции непосредственно по вариационному ряду, так как *F\*(x)* – неубывающая и практически все ступеньки графика имеют одинаковую величину  (Рисунок 7).

1. Построим гистограмму равноинтервальным способом (рисунок 8).

Для построения гистограммы составим интервальный статистический ряд, учитывая что длина у всех интервалов должна быть одинаковая.

 - количество интервалов;

 - ширина интервала;

- частота попадания СВ X в j-ый интервал;

 - статистическая плотность в j-ом интервале.

Таблица 4 – Интервальный статистический ряд

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| j | Aj | Bj | hj | vj | pj\* | fj\* |
| 1 | -2,52 | -1,162 | 1,358 | 1 | 0,01 | 0,007 |
| 2 | -1,162 | 0,196 | 1,358 | 6 | 0,06 | 0,044 |
| 3 | 0,196 | 1,554 | 1,358 | 15 | 0,15 | 0,110 |
| 4 | 1,554 | 2,912 | 1,358 | 13 | 0,13 | 0,096 |
| 5 | 2,912 | 4,27 | 1,358 | 17 | 0,17 | 0,125 |
| 6 | 4,27 | 5,628 | 1,358 | 11 | 0,11 | 0,081 |
| 7 | 5,628 | 6,986 | 1,358 | 17 | 0,17 | 0,125 |
| 8 | 6,986 | 8,344 | 1,358 | 10 | 0,1 | 0,074 |
| 9 | 8,344 | 9,702 | 1,358 | 7 | 0,07 | 0,052 |
| 10 | 9,702 | 11,06 | 1,358 | 3 | 0,03 | 0,022 |

**f\*(x)**

**X**

Рисунок 8

1. Построим гистограмму равновероятностным способом (рисунок 9).

Для построения гистограммы составим интервальный статистический ряд, учитывая что частота попадания СВ X в в каждый j-ый интервал должна быть одинаковая (Таблица 5).

Таблица 5 – Интервальный статистический ряд

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| j | Aj | Bj | hj | vj | pj\* | fj\* |
| 1 | -2,52 | 0,43 | 2,95 | 10 | 0,1 | 0,034 |
| 2 | 0,43 | 1,375 | 0,945 | 10 | 0,1 | 0,106 |
| 3 | 1,375 | 2,125 | 0,75 | 10 | 0,1 | 0,133 |
| 4 | 2,125 | 3,38 | 1,255 | 10 | 0,1 | 0,080 |
| 5 | 3,38 | 4,035 | 0,655 | 10 | 0,1 | 0,153 |
| 6 | 4,035 | 5,36 | 1,325 | 10 | 0,1 | 0,075 |
| 7 | 5,36 | 5,98 | 0,62 | 10 | 0,1 | 0,161 |
| j | Aj | Bj | hj | vj | pj\* | fj\* |
| 8 | 5,98 | 7,03 | 1,05 | 10 | 0,1 | 0,095 |
| 9 | 7,03 | 8,4 | 1,37 | 10 | 0,1 | 0,073 |
| 10 | 8,4 | 11,06 | 2,66 | 10 | 0,1 | 0,038 |

**f\*(x)**

**X**

Рисунок 9

1. Вычислим точечные оценки математического ожидания и дисперсии:





1. Вычислим интервальные оценки математического ожидания и дисперсии (γ = 0,95):











1. По виду графика эмпирической функции распределения и гистограмм выдвигаем двухальтернативную гипотезу о законе распределения случайной величины X:

H0 – величина X распределена по нормальному закону



H1 – величина X не распределена по экспоненциальному закону



Определим оценки неизвестных параметров  и  гипотетического (нормального) закона распределения по формулам:



Таким образом получаем полностью определенную гипотетическую функцию распределения:



Проверим гипотезу о нормальном законе по критерию Пирсона . Вычислим значение критерия  на основе равноинтервального статистического ряда:



Теоретические вероятности попадания в интервалы вычислим по формуле:



Таблица 6 – Результаты расчётов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  | -1,162 |  | -1,811 | -0,5000 | -0,4648 | 0,000 | 0,035 | 0,035 |
| 2 | -1,162 | 0,196 | -1,811 | -1,359 | -0,4648 | -0,4131 | 0,035 | 0,087 | 0,052 |
| 3 | 0,196 | 1,554 | -1,359 | -0,907 | -0,4131 | -0,3186 | 0,087 | 0,181 | 0,095 |
| 4 | 1,554 | 2,912 | -0,907 | -0,455 | -0,3186 | -0,1772 | 0,181 | 0,323 | 0,141 |
| 5 | 2,912 | 4,27 | -0,455 | -0,003 | -0,1772 | 0,0000 | 0,323 | 0,500 | 0,177 |
| 6 | 4,27 | 5,628 | -0,003 | 0,449 | 0,0000 | 0,1736 | 0,500 | 0,674 | 0,174 |
| 7 | 5,628 | 6,986 | 0,449 | 0,901 | 0,1736 | 0,3159 | 0,674 | 0,816 | 0,142 |
| 8 | 6,986 | 8,344 | 0,901 | 1,353 | 0,3159 | 0,4115 | 0,816 | 0,912 | 0,096 |
| 9 | 8,344 | 9,702 | 1,353 | 1,805 | 0,4115 | 0,4648 | 0,912 | 0,965 | 0,053 |
| 10 | 9,702 |  | 1,474 |  | 0,4648 | 0,5000 | 0,965 | 1,000 | 0,035 |
| Сумма: | | | | | | | 1,0 | 1,0 | 0,088 |

Проверим правильность вычислений :



Вычислим критерий Пирсона:



Определим число степеней свободы:



Выбираем критическое значения критерия Пирсона из таблицы [1, стр.63] для степени свободы и заданного уровня значимости :



Так как условие выполняется, то гипотеза H0 о нормальном законе распределения принимается (нет оснований ее отклонить).

8) Проверим гипотезу при помощи критерия Колмогорова. Для этого построим график гипотетической функции распределения в одной системе координат с эмпирической функцией (рисунок 6). В качестве опорных точек используем 10 значений из таблицы 6. По графику определим максимальное по модулю отклонение между функциями и :



Вычислим значение критерия Колмогорова:



Из таблицы Колмогорова [1, стр. 64] по заданному уровню значимости выбираем критическое значение критерия:



Так как условие выполняется, гипотеза H­0 о нормальном законе распределения принимается (нет оснований ее отклонить).

**Задача №10**

По выборке двухмерной случайной величины:

- вычислить точечную оценку коэффициента корреляции;

- вычислить интервальную оценку коэффициента корреляции ;

- проверить гипотезу об отсутствии корреляционной зависимости ;

- вычислить оценки параметров *a0* и *a1* линии регрессии ;

- построить диаграмму рассеивания и линию регрессии.

Выборка:

( -0.64; 0.93) ( -1.68; 2.31) ( 0.75; -0.71) ( 1.35; -1.19) ( -1.12; 0.75) ( 1.92; -1.37) ( 2.54; -2.33) ( 0.01; 0.76)

( -2.01; 2.07) ( 0.77; -1.46) ( -1.13; 0.56) ( 0.74; -0.23) ( -1.60; 2.16) ( 3.06; -2.80) ( 1.51; -1.48) ( 1.98; -2.09)

( 1.49; -0.78) ( -2.33; 2.05) ( 1.91; -0.97) ( 0.48; -1.11) ( -1.83; 2.44) ( 1.59; -1.87) ( -0.78; 1.17) ( 0.82; -0.69)

( -1.15; 0.81) ( -0.74; 0.49) ( 0.42; -0.09) ( -0.24; 0.25) ( 1.45; -0.90) ( 2.06; -1.76) ( -2.26; 2.88) ( 0.16; -0.43)

( 1.50; -1.78) ( 2.71; -3.28) ( 1.12; -1.11) ( -0.34; 0.27) ( -0.91; 1.08) ( -1.77; 1.10) ( 0.04; 0.16) ( -1.14; 1.56)

( -1.28; 1.54) ( 1.92; -2.20) ( 1.28; -1.78) ( -0.40; 1.25) ( -2.21; 1.69) ( 0.30; -0.32) ( 3.03; -2.34) ( 0.88; -1.09)

( -0.30; 0.65) ( 0.91; -0.49)

Решение

Для удобства все промежуточные вычисления поместим в таблицу 7, Вычислим:

1. Оценки математических ожиданий по каждой переменной:



1. Оценки начальных моментов второго порядка по каждой переменной:



1. Оценку смешанного начального момента второго порядка:



1. Оценки дисперсий:



1. Оценку корреляционного момента:



Таблица 7 – Результаты промежуточных вычислений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | x | y | x2 | y2­ | x\*y |
|  | -0,640 | 0,930 | 0,410 | 0,865 | -0,595 |
| -1,680 | 2,310 | 2,822 | 5,336 | -3,881 |
| 0,750 | -0,710 | 0,563 | 0,504 | -0,533 |
| 1,350 | -1,190 | 1,823 | 1,416 | -1,607 |
| -1,120 | 0,750 | 1,254 | 0,563 | -0,840 |
| 1,920 | -1,370 | 3,686 | 1,877 | -2,630 |
| 2,540 | -2,330 | 6,452 | 5,429 | -5,918 |
| 0,010 | 0,760 | 0,000 | 0,578 | 0,008 |
| -2,010 | 2,070 | 4,040 | 4,285 | -4,161 |
| 0,770 | -1,460 | 0,593 | 2,132 | -1,124 |
| -1,130 | 0,560 | 1,277 | 0,314 | -0,633 |
| 0,740 | -0,230 | 0,548 | 0,053 | -0,170 |
| -1,600 | 2,160 | 2,560 | 4,666 | -3,456 |
| 3,060 | -2,800 | 9,364 | 7,840 | -8,568 |
| 1,510 | -1,480 | 2,280 | 2,190 | -2,235 |
| 1,980 | -2,090 | 3,920 | 4,368 | -4,138 |
| 1,490 | -0,780 | 2,220 | 0,608 | -1,162 |
| -2,330 | 2,050 | 5,429 | 4,203 | -4,777 |
| 1,910 | -0,970 | 3,648 | 0,941 | -1,853 |
| 0,480 | -1,110 | 0,230 | 1,232 | -0,533 |
| -1,830 | 2,440 | 3,349 | 5,954 | -4,465 |
| 1,590 | -1,870 | 2,528 | 3,497 | -2,973 |
| -0,780 | 1,170 | 0,608 | 1,369 | -0,913 |
| 0,820 | -0,690 | 0,672 | 0,476 | -0,566 |
| -1,150 | 0,810 | 1,323 | 0,656 | -0,932 |
| -0,740 | 0,490 | 0,548 | 0,240 | -0,363 |
| 0,420 | -0,090 | 0,176 | 0,008 | -0,038 |
| -0,240 | 0,250 | 0,058 | 0,063 | -0,060 |
| 1,450 | -0,900 | 2,103 | 0,810 | -1,305 |
| 2,060 | -1,760 | 4,244 | 3,098 | -3,626 |
| -2,260 | 2,880 | 5,108 | 8,294 | -6,509 |
| 0,160 | -0,430 | 0,026 | 0,185 | -0,069 |
| 1,500 | -1,780 | 2,250 | 3,168 | -2,670 |
| 2,710 | -3,280 | 7,344 | 10,758 | -8,889 |
| 1,120 | -1,110 | 1,254 | 1,232 | -1,243 |
| -0,340 | 0,270 | 0,116 | 0,073 | -0,092 |
| -0,910 | 1,080 | 0,828 | 1,166 | -0,983 |
| -1,770 | 1,100 | 3,133 | 1,210 | -1,947 |
| 0,040 | 0,160 | 0,002 | 0,026 | 0,006 |
| -1,140 | 1,560 | 1,300 | 2,434 | -1,778 |
| -1,280 | 1,540 | 1,638 | 2,372 | -1,971 |
| 1,920 | -2,200 | 3,686 | 4,840 | -4,224 |
| 1,280 | -1,780 | 1,638 | 3,168 | -2,278 |
| -0,400 | 1,250 | 0,160 | 1,563 | -0,500 |
| -2,210 | 1,690 | 4,884 | 2,856 | -3,735 |
| 0,300 | -0,320 | 0,090 | 0,102 | -0,096 |
| 3,030 | -2,340 | 9,181 | 5,476 | -7,090 |
| 0,880 | -1,090 | 0,774 | 1,188 | -0,959 |
| -0,300 | 0,650 | 0,090 | 0,423 | -0,195 |
| 0,910 | -0,490 | 0,828 | 0,240 | -0,446 |
| Сумма: | 12,84 | -7,72 | 113,0568 | 116,342 | -109,713 |

1. Точечную оценку коэффициента корреляции:



1. Вычислим интервальную оценку коэффициента корреляции с заданной надёжностью , По таблице функции Лапласа [1, стр, 61] :





Таким образом, доверительный интервал для коэффициента корреляции имеет вид:



1. Проверим гипотезу о корреляционной зависимости:



Так как объём выборки велик (n>50), то критерий вычислим по формуле:



По таблице функции Лапласа .

Так как , то гипотеза  принимается, т,е, величины и  не коррелированны,

1. Вычислим оценки параметров линии регрессии:



Уравнение линии регрессии имеет вид:



Исходя из двухмерной выборки построим диаграмму рассеивания и линию регрессии  (рисунок 10):

Список литературы

1. А, И, Волковец, А, Б, Гуринович, А, В,Аксенчик, Теория вероятностей и математическая статистика: метод, указания по типовому расчету ,– Минск БГУИР, 2009, – 65 с,: ил,
2. А, И, Волковец, А, Б, Гуринович, Теория вероятностей и математическая статистика: Конспект лекций для студ, всех спец, и форм обучения,– Минск БГУИР, 2003, – 84 л,