**Задача №1.19**

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:



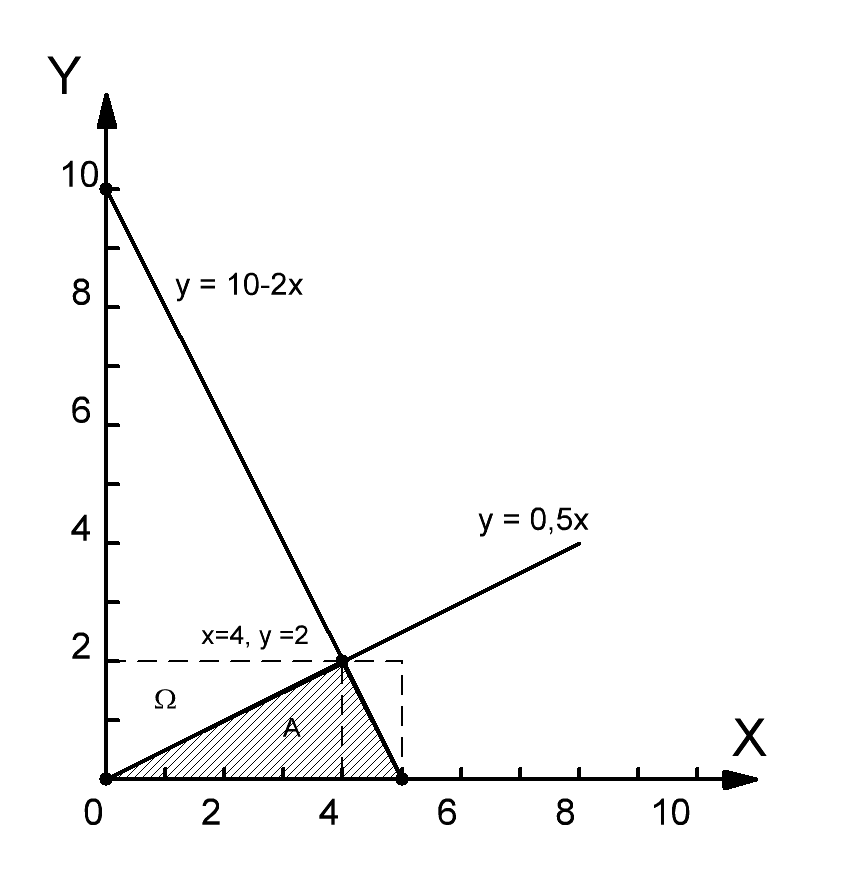


Рисунок 1

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:**

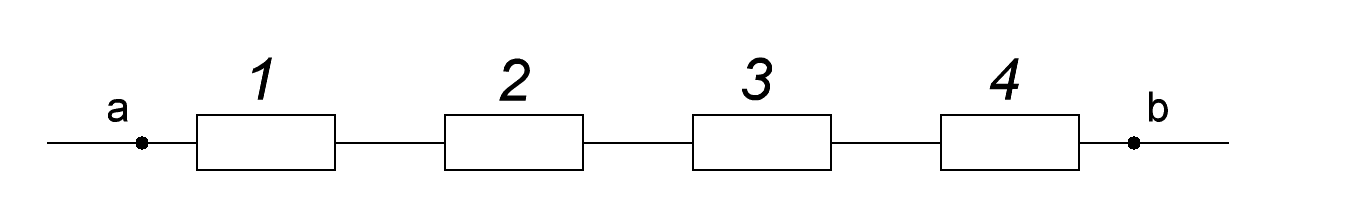


Решение

**Ответ:** 

**Задача № 2.8**

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.



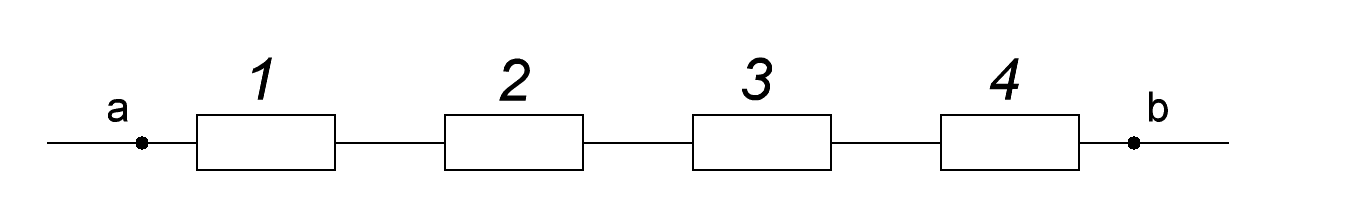


Рисунок 2

Решение

Согласно рисунку 3 элементы 1, 2, 3 и 4 соединены последовательно.

Введем события: *A­1* – элемент 1 исправен, *A­2* – элемент 2 исправен, *A­3* – элемент 3 исправен, *A­4* – элемент 4 исправен, *С* – сигнал проходит от точки *a* к точке *b* (со входа на выход).

Событие *С* произойдёт, если будут работать и элемент 1, и элемент 2, и элемент 4:



Вероятность наступления события *С:*





**Ответ:** 



**Задача №3.11**

Группа студентов состоит из пяти отличников, десяти хорошо успевающих и семи занимающихся слабо. Отличники на предстоящем экзамене могут получить только отличные оценки. Хорошо успевающие студенты могут получить с равной вероятностью хорошие и отличные оценки. Слабо занимающиеся могут получить с равной вероятностью хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные оценки. Для сдачи экзамена вызывается наугад один студент. Найти вероятность того, что студент получит хорошую или отличную оценку.

Решение

Обозначим через А событие – студент получит хорошую или отличную оценку

Общее количество студентов, равно 22. Обозначим через:

 вероятность вызова отличника;

 вероятность вызова хорошиста;

 вероятность вызова слабого студента.

Сделаем ряд предположений:

- вызван отличник. Получена отличная оценка:



- вызван хорошист. Получена отличная оценка:



- вызван хорошист. Получена хорошая оценка:



- вызван слабый студент. Получена хорошая оценка:



- вызван слабый студент. Получена удовлетворительная оценка:



- вызван слабый студент. Получена неудовлетворительная оценка:



Событие *А* однозначно произойдёт при гипотезах *H1, H2, H3, H4* и не произойдет в остальных случаях. Следовательно условные вероятности события *A*:





По формуле полной вероятности найдём вероятность события *A*:



**Ответ:** 

**Задача №4.22**

Вероятность того, что данный баскетболист забросит мяч в корзину, равна 0,9. Произведено 12 бросков. Найти вероятность того, что будет 11 или 12 попаданий.

Решение

Событие  - баскетболист попал в корзину 11 раз из 12 бросков, событие  - баскетболист попал в корзину 12 раз из 12 бросков, событие *С -* будет 11 или 12 попаданий.

Вероятность того, что из *n=*12 бросков в корзину *k=*11 окажутся удачными, определим по формуле Бернулли:



Вероятность того, что из *n=*12 бросков в корзину *k=*12 окажутся удачными:



Вероятность того, что из *n=*12 бросков в корзину удачными 11 или 12:



**Ответ:** 

**Задача № 5.16**

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | -5 | -4 | -3 | 5 | 6 |
|  | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

Решение

1. Математическое ожидание и дисперсию величины Х:







1. Построим ряд распределения СВ X:

Таблица 2 –Ряд распределения СВ X

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | -5 | -4 | -3 | 5 | 6 | >6 |
|  | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0 |
|  | 0,00 | 0,10 | 0,40 | 0,60 | 0,80 | 1,00 |











Построим график функции распределения (рисунок 3):

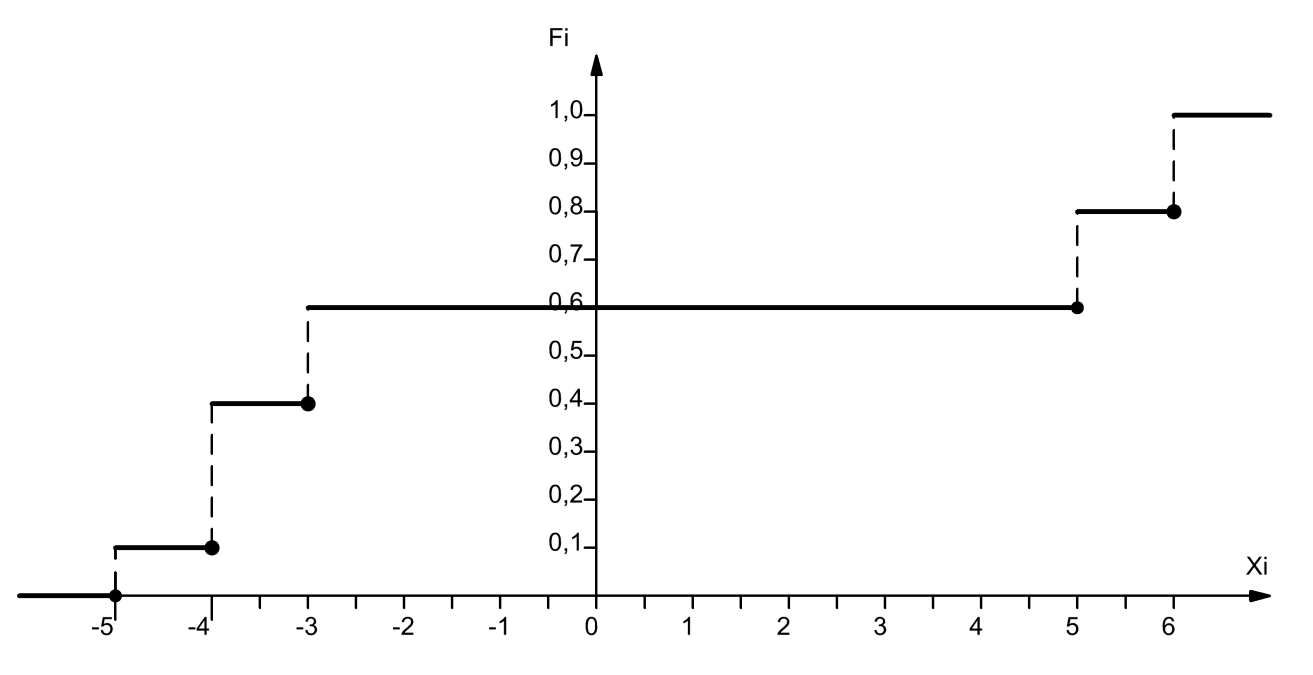


Рисунок 3 - график функции распределения F(X­i)

**Задача № 6.19**

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:*



1. Определим дисперсию СВ *Х*:



1. Определим функцию распределения величины Х:









1. Определим вероятность попадания величины Х в заданный интервал :



**Ответ:**



**Задача № 7.13**

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):  [0,2; 1]
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 [1;5] , то её плотность вероятности равна:



Определим плотность вероятности величины :



**Задача № 8.1**

Двухмерный случайный вектор (*Х, У*) равномерно распределен внутри выделенной жирными прямыми линиями на рисунок 4 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 |
| 8.1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |



Рисунок 5

Решение

1. Построим область *B* согласно координатам из таблицы 5 и рисунку 6.

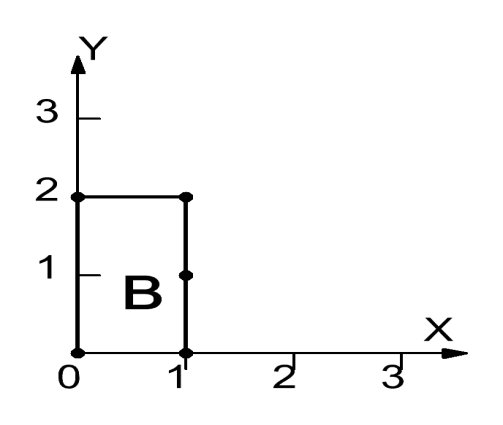


Рисунок 6

Проанализируем рисунок 6: область *B* на промежутке  ограничена сверху прямой  , снизу .

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 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6,20 | 3,34 | 6,64 | 2,50 | 3,10 | 1,35 | 4,44 | 0,54 | 0,48 | 2,54 | 1,77 | 3,69 | 2,84 | 1,59 | 1,27 |
| 3,56 | 6,04 | 3,70 | 1,27 | 1,61 | 0,61 | 5,31 | 1,74 | 0,58 | 1,47 | 6,78 | 2,46 | 1,05 | 1,31 | 2,59 |
| 2,84 | 2,48 | 2,41 | 2,26 | 0,14 | 2,19 | 0,72 | 0,69 | 0,12 | 2,29 | 0,81 | 0,90 | 11,01 | 1,21 | 1,03 |
| 0,92 | 8,49 | 2,34 | 3,59 | 0,71 | 1,55 | 0,11 | 3,17 | 3,45 | 1,15 | 1,33 | 2,06 | 0,80 | 0,14 | 7,37 |
| 3,45 | 0,23 | 2,02 | 0,44 | 6,46 | 0,37 | 0,40 | 1,25 | 0,08 | 0,26 | 2,05 | 0,98 | 2,07 | 0,21 | 7,24 |
| 0,45 | 1,19 | 5,06 | 0,39 | 1,67 | 1,69 | 3,32 | 6,02 | 6,13 | 8,80 | 0,17 | 0,74 | 5,38 | 4,11 | 1,11 |
| 4,24 | 1,47 | 1,07 | 1,85 | 0,49 | 3,75 | 2,45 | 0,89 | 1,14 | 3,12 |  |  |  |  |  |

Решение

1. Получим вариационный ряд из исходного:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,08 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,17 | 0,21 | 0,23 | 0,26 | 0,37 | 0,39 | 0,40 | 0,44 | 0,45 | 0,48 |
| 0,49 | 0,54 | 0,58 | 0,61 | 0,69 | 0,71 | 0,72 | 0,74 | 0,80 | 0,81 | 0,89 | 0,90 | 0,92 | 0,98 | 1,03 |
| 1,05 | 1,07 | 1,11 | 1,14 | 1,15 | 1,19 | 1,21 | 1,25 | 1,27 | 1,27 | 1,31 | 1,33 | 1,35 | 1,47 | 1,47 |
| 1,55 | 1,59 | 1,61 | 1,67 | 1,69 | 1,74 | 1,77 | 1,85 | 2,02 | 2,05 | 2,06 | 2,07 | 2,19 | 2,26 | 2,29 |
| 2,34 | 2,41 | 2,45 | 2,46 | 2,48 | 2,50 | 2,54 | 2,59 | 2,84 | 2,84 | 3,10 | 3,12 | 3,17 | 3,32 | 3,34 |
| 3,45 | 3,45 | 3,56 | 3,59 | 3,69 | 3,70 | 3,75 | 4,11 | 4,24 | 4,44 | 5,06 | 5,31 | 5,38 | 6,02 | 6,04 |
| 6,13 | 6,20 | 6,46 | 6,64 | 6,78 | 7,24 | 7,37 | 8,49 | 8,80 | 11,01 |  |  |  |  |  |

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 | 0,08 | 1,173 | 1,093 | 35 | 0,35 | 0,320 |
| 2 | 1,173 | 2,266 | 1,093 | 24 | 0,24 | 0,220 |
| 3 | 2,266 | 3,359 | 1,093 | 16 | 0,16 | 0,146 |
| 4 | 3,359 | 4,452 | 1,093 | 10 | 0,1 | 0,091 |
| 5 | 4,452 | 5,545 | 1,093 | 3 | 0,03 | 0,027 |
| 6 | 5,545 | 6,638 | 1,093 | 5 | 0,05 | 0,046 |
| 7 | 6,638 | 7,731 | 1,093 | 4 | 0,04 | 0,037 |
| 8 | 7,731 | 8,824 | 1,093 | 2 | 0,02 | 0,018 |
| 9 | 8,824 | 9,917 | 1,093 | 0 | 0 | 0,000 |
| 10 | 9,917 | 11,01 | 1,093 | 1 | 0,01 | 0,009 |

**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 | 0,08 | 0,38 | 0,3 | 10 | 0,1 | 0,333 |
| 2 | 0,38 | 0,7 | 0,32 | 10 | 0,1 | 0,313 |
| 3 | 0,7 | 1,04 | 0,34 | 10 | 0,1 | 0,294 |
| 4 | 1,04 | 1,29 | 0,25 | 10 | 0,1 | 0,400 |
| 5 | 1,29 | 1,715 | 0,425 | 10 | 0,1 | 0,235 |
| 6 | 1,715 | 2,315 | 0,6 | 10 | 0,1 | 0,167 |
| 7 | 2,315 | 2,97 | 0,655 | 10 | 0,1 | 0,153 |
| 8 | 2,97 | 3,695 | 0,725 | 10 | 0,1 | 0,138 |
| 9 | 3,695 | 6,085 | 2,39 | 10 | 0,1 | 0,042 |
| 10 | 6,085 | 11,01 | 4,925 | 10 | 0,1 | 0,020 |

**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 экспоненциальному закону:



H1 – величина X не распределена по экспоненциальному закону



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 | 0 | 1,173 | 0,000 | 0,381 | 0,381 | 0,35 | 0,002 |
| 2 | 1,173 | 2,266 | 0,381 | 0,604 | 0,223 | 0,24 | 0,001 |
| 3 | 2,266 | 3,359 | 0,604 | 0,746 | 0,143 | 0,16 | 0,002 |
| 4 | 3,359 | 4,452 | 0,746 | 0,838 | 0,091 | 0,1 | 0,001 |
| 5 | 4,452 | 5,545 | 0,838 | 0,896 | 0,058 | 0,03 | 0,014 |
| 6 | 5,545 | 6,638 | 0,896 | 0,934 | 0,037 | 0,05 | 0,004 |
| 7 | 6,638 | 7,731 | 0,934 | 0,957 | 0,024 | 0,04 | 0,011 |
| 8 | 7,731 | 8,824 | 0,957 | 0,973 | 0,015 | 0,02 | 0,001 |
| 9 | 8,824 | 9,917 | 0,973 | 0,983 | 0,010 | 0 | 0,010 |
| 10 | 9,917 | 100 | 0,983 | 1,000 | 0,017 | 0,01 | 0,003 |
| Сумма: | | | | | 1,000 | 1 | 0,050 |

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 об экспоненциальном 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 7). 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* об экспоненциальном 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:

( 4.95; -0.88) ( 3.25; -2.54) ( 2.28; -0.00) ( 1.17; 3.16) ( -2.13; 3.37) ( 3.87; -0.35) ( 2.35; -1.99) ( 2.90; -1.88)

( 1.47; -0.26) ( 4.25; -2.19) ( 2.77; 1.24) ( 3.91; -3.37) ( 1.55; 1.05) ( 2.71; -0.41) ( 4.22; -3.99) ( 4.31; -2.31)

( 3.25; -1.37) ( 3.15; 0.51) ( 2.44; 0.25) ( 0.68; 2.04) ( 1.41; 0.70) ( 4.51; -2.51) ( 3.30; -0.29) ( 1.43; -0.04)

( 1.08; -0.25) ( 3.83; -2.02) ( 4.32; -1.90) ( -0.74; 0.65) ( 1.45; -0.21) ( 0.86; 1.22) ( 2.48; -1.86) ( 4.84; -0.45)

( 4.54; -4.16) ( 1.62; -0.91) ( -2.22; 2.93) ( 3.85; -2.36) ( 1.25; 0.86) ( 2.91; 0.34) ( 3.67; -1.81) ( 1.50; -1.53)

( 0.91; 0.47) ( 1.95; -0.81) ( 1.29; -1.64) ( 2.96; -2.92) ( 3.59; -2.29) ( 0.92; -0.09) ( 0.04; 0.98) ( 3.24; -2.09)

( 0.44; 1.91) ( 2.57; -0.43)

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 |
|  | 4,950 | -0,880 | 24,503 | 0,774 | -4,356 |
| 3,250 | -2,540 | 10,563 | 6,452 | -8,255 |
| 2,280 | 0,000 | 5,198 | 0,000 | 0,000 |
| 1,170 | 3,160 | 1,369 | 9,986 | 3,697 |
| -2,130 | 3,370 | 4,537 | 11,357 | -7,178 |
| 3,870 | -0,350 | 14,977 | 0,123 | -1,355 |
| 2,350 | -1,990 | 5,523 | 3,960 | -4,677 |
| 2,900 | -1,880 | 8,410 | 3,534 | -5,452 |
| 1,470 | -0,260 | 2,161 | 0,068 | -0,382 |
| 4,250 | -2,190 | 18,063 | 4,796 | -9,308 |
| 2,770 | 1,240 | 7,673 | 1,538 | 3,435 |
| 3,910 | -3,370 | 15,288 | 11,357 | -13,177 |
| 1,550 | 1,050 | 2,403 | 1,103 | 1,628 |
| 2,710 | -0,410 | 7,344 | 0,168 | -1,111 |
| 4,220 | -3,990 | 17,808 | 15,920 | -16,838 |
| 4,310 | -2,310 | 18,576 | 5,336 | -9,956 |
| 3,250 | -1,370 | 10,563 | 1,877 | -4,453 |
| 3,150 | 0,510 | 9,923 | 0,260 | 1,607 |
| 2,440 | 0,250 | 5,954 | 0,063 | 0,610 |
| 0,680 | 2,040 | 0,462 | 4,162 | 1,387 |
| 1,410 | 0,700 | 1,988 | 0,490 | 0,987 |
| 4,510 | -2,510 | 20,340 | 6,300 | -11,320 |
| 3,300 | -0,290 | 10,890 | 0,084 | -0,957 |
| 1,430 | -0,040 | 2,045 | 0,002 | -0,057 |
| 1,080 | -0,250 | 1,166 | 0,063 | -0,270 |
| 3,830 | -2,020 | 14,669 | 4,080 | -7,737 |
| 4,320 | -1,900 | 18,662 | 3,610 | -8,208 |
| -0,740 | 0,650 | 0,548 | 0,423 | -0,481 |
| 1,450 | -0,210 | 2,103 | 0,044 | -0,305 |
| 0,860 | 1,220 | 0,740 | 1,488 | 1,049 |
| 2,480 | -1,860 | 6,150 | 3,460 | -4,613 |
| 4,840 | -0,450 | 23,426 | 0,203 | -2,178 |
| 4,540 | -4,160 | 20,612 | 17,306 | -18,886 |
| 1,620 | -0,910 | 2,624 | 0,828 | -1,474 |
| -2,220 | 2,930 | 4,928 | 8,585 | -6,505 |
| 3,850 | -2,360 | 14,823 | 5,570 | -9,086 |
| 1,250 | 0,860 | 1,563 | 0,740 | 1,075 |
| 2,910 | 0,340 | 8,468 | 0,116 | 0,989 |
| 3,670 | -1,810 | 13,469 | 3,276 | -6,643 |
| 1,500 | -1,530 | 2,250 | 2,341 | -2,295 |
| 0,910 | 0,470 | 0,828 | 0,221 | 0,428 |
| 1,950 | -0,810 | 3,803 | 0,656 | -1,580 |
| 1,290 | -1,640 | 1,664 | 2,690 | -2,116 |
| 2,960 | -2,920 | 8,762 | 8,526 | -8,643 |
| 3,590 | -2,290 | 12,888 | 5,244 | -8,221 |
| 0,920 | -0,090 | 0,846 | 0,008 | -0,083 |
| 0,040 | 0,980 | 0,002 | 0,960 | 0,039 |
| 3,240 | -2,090 | 10,498 | 4,368 | -6,772 |
| 0,440 | 1,910 | 0,194 | 3,648 | 0,840 |
| 2,570 | -0,430 | 6,605 | 0,185 | -1,105 |
| Сумма: | 117,15 | -30,43 | 408,8465 | 168,345 | -178,258 |

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  отклоняется, т.е, величины и  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,