**Завдання 1**

1. Для заданого розподілу випадкового вектора (X,Y) знайти
   1. Розподіли компонент X, Y;
   2. Характеристики компонент X, Y: математичне сподівання, дисперсія, коефіцієнт кореляції;
   3. Стовпчикові діаграми розподілів компонент X,Y.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **X\Y** | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0,004748 |
| 1 | 0 | 0,010173 | 0,020347 |
| 2 | 0,00872 | 0,0436 | 0,03924 |
| 3 | 0,041109 | 0,084086 | 0,044846 |
| 4 | 0,08809 | 0,096899 | 0,033634 |
| 5 | 0,113258 | 0,075506 | 0,017366 |
| 6 | 0,097079 | 0,043685 | 0,006472 |
| 7 | 0,058247 | 0,020803 | 0,00208 |
| 8 | 0,024963 | 0,008915 | 0,000892 |
| 9 | 0,007642 | 0,003439 | 0,000509 |
| 10 | 0,001638 | 0,001092 | 0,000251 |
| 11 | 0,000234 | 0,000257 | 8,93E-05 |
| 12 | 2,01E-05 | 4,1E-05 | 2,19E-05 |
| 13 | 7,81E-07 | 3,91E-06 | 3,52E-06 |
| 14 | 0 | 1,67E-07 | 3,35E-07 |
| 15 | 0 | 0 | 1,43E-08 |

1. У таблицях (рядки - десятки, стовпчики - одиниці) наведено теоретичні розподіли трьох біноміальних величин Binom(20,p) для значень
   1. p=0.9;
   2. p=0.1;
   3. p=0.01;

* Для кожної випадкової величини побудувати стовпчикові діаграми розподілу. З теорем Муавра-Лапласа та Пуассона знайти значення параметрів апроксимуючих розподілів, нормального та пуасонівського відповідно, зобразити їх на одному графіку з початковим розподілом у лінійній та логарифмічній шкалі осі ординат.
* Порівняти точне значення ймовірності P(X=5) з його наближеннями нормальним та пуасонівським розподілами у випадках b) та c).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **a** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1E-20 | 1,8E-18 | 1,54E-16 | 8,31E-15 | 3,18E-13 | 9,15E-12 | 2,06E-10 | 3,71E-09 | 5,42E-08 | 6,51E-07 |
| 1 | 6,44204E-06 | 5,27E-05 | 0,000356 | 0,00197 | 0,008867 | 0,031921 | 0,089779 | 0,19012 | 0,28518 | 0,27017 |
| 2 | 0,121576655 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **b** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 0,121576655 | 0,27017 | 0,28518 | 0,19012 | 0,089779 | 0,031921 | 0,008867 | 0,00197 | 0,000356 | 5,27E-05 |
| 1 | 6,44204E-06 | 6,51E-07 | 5,42E-08 | 3,71E-09 | 2,06E-10 | 9,15E-12 | 3,18E-13 | 8,31E-15 | 1,54E-16 | 1,8E-18 |
| 2 | 1E-20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **с** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 0,817906938 | 0,165234 | 0,015856 | 0,000961 | 4,13E-05 | 1,33E-06 | 3,37E-08 | 6,8E-10 | 1,12E-11 | 1,5E-13 |
| 1 | 1,6709E-15 | 1,53E-17 | 1,16E-19 | 7,23E-22 | 3,65E-24 | 1,47E-26 | 4,65E-29 | 1,11E-31 | 1,86E-34 | 1,98E-37 |
| 2 | 1E-40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. У таблиці наведено вибірку з t-розподілу з параметром n=5.
   1. Обчислити вибіркові характеристики (середнє, медіана, дисперсія, інтерквартильний розмах) та порівняти з теоретичними значеннями.
   2. Побудувати асимптотичний 90%-довірчий інтервал для математичного сподівання використовуючи ЦГТ. Побудувати емпіричний 90%-довірчий інтервал за M={10,100,1000} вибірками обсягу 25 використовуючи відомі значення параметрів розподілу. Порівняти результати.
   3. Побудувати на одній площині гістограму та графік справжньої функції щільності у лінійній та логарифмічній шкалі для осі ординат.
   4. Побудувати на одній площині графіки емпіричної та теоретичної функцій розподілу. Порівняти «відстань» між ними (теорема Глівенко-Кантеллі).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| -0,621 | 0,662 | -0,165 | 1,116 | -0,211 |
| 0,461 | -1,442 | 0,000 | 0,002 | -0,912 |
| -0,009 | -0,268 | -0,925 | -0,088 | -0,706 |
| -0,370 | 1,043 | 2,470 | 1,908 | 0,350 |
| -0,168 | 0,970 | -0,707 | 1,063 | -0,842 |

1. У таблиці наведено гіпотетичні дані про рівень деякого показника (Відгук) за роками та значення двох факторів.
   1. Побудувати матричну діаграму розсіювання спостережень, проаналізувати отримані результати.
   2. Підігнати модель дво- та однофакторної лінійної регресії: отримати оцінки параметрів та їх 99%-довірчі інтервали.
   3. провести аналіз виконання припущень лінійної моделі: нормальність залишків, однорідність дисперсій.
   4. Спрогнозувати значення відгуку та його 95%-довірчий інтервали для X1=2, X2=-5.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Роки | Відгук, Y | Фактор 1, X1 | Фактор 2, X2 |
| 2001 | 46,39 | 3,82 | -10,22 |
| 2002 | 40,20 | 4,83 | -12,93 |
| 2003 | 50,95 | 2,82 | -7,01 |
| 2004 | 42,86 | 3,55 | -10,39 |
| 2005 | 43,95 | 3,05 | -7,63 |
| 2006 | 49,95 | 2,69 | -5,99 |
| 2007 | 37,19 | 3,45 | -9,80 |
| 2008 | 47,26 | 3,37 | -9,12 |
| 2009 | 47,28 | 2,61 | -6,42 |
| 2010 | 35,05 | 4,21 | -11,16 |
| 2011 | 50,01 | 3,37 | -8,81 |
| 2012 | 43,90 | 3,29 | -8,42 |
| 2013 | 40,95 | 4,77 | -13,29 |
| 2014 | 43,46 | 3,85 | -9,70 |
| 2015 | 44,64 | 3,71 | -10,14 |
| 2016 | 49,97 | 3,11 | -7,30 |
| 2017 | 46,50 | 2,57 | -6,54 |
| 2018 | 41,41 | 4,22 | -11,78 |
| 2019 | 39,67 | 4,57 | -12,45 |
| 2020 | 37,23 | 4,95 | -13,89 |
| 2021 | 31,16 | 4,92 | -15,14 |
| 2022 | 39,81 | 3,46 | -8,90 |
| 2023 | 40,75 | 3,88 | -11,79 |

1. Задано вибірку з рівномірного розподілу з параметрами a=2, b=5. Знайти теоретичний довірчий інтервал для оцінки параметра a. Методом імітаційного моделювання побудувати графік відносної частоти потрапляння незміщеної оцінки параметра a у знайдений довірчий інтервал як функції від довірчої ймовірності γє[0.6,1).

**Завдання 2**

У таблиці наведено дані ДержСтату про основні показники ведення лісогосподарської діяльності.

1. Провести дескриптивний та візуальний аналіз:
   1. Обчислити вибіркові характеристики (середнє, медіана, дисперсія, інтерквартильний розмах), знайти вибіркову кореляційну матрицю.
   2. Для наборів спостережень побудувати графіки типу «вусатих коробочок»
   3. Побудувати матричну діаграму розсіювання, обрати залежну величину Y та набір факторів X1,X2,…,Xp для подальшого регресійного аналізу.
   4. Оцінити параметри лінійної регресії залежності величини (Y) від обраних факторів (X) та проаналізувати результати (адекватність, можливість побудови прогнозу).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Роки | Обсяги продукції (товарів та послуг) лісового господарства (у фактичних цінах), млн.грн | Площа рубок, га | Заготівля деревини, тис.м3 | Кількість лісових пожеж, одиниць | Площа лісових земель, пройдена пожежами, га | Згоріло та пошкоджено лісу на пні, м3 | Збитки, заподіяні лісовими пожежами, тис.грн | Площа відтворення лісів, тис.га |
| 1997 | 373 | 403100 | 10597 | 2309 | 1467 | 11806 | 615,4 | 38,5 |
| 1998 | 396,6 | 435400 | 10548,7 | 3915 | 4418 | 123034 | 4555,7 | 36,7 |
| 1999 | 521,3 | 434600 | 10308,7 | 6070 | 5532 | 163858 | 5822,3 | 38,6 |
| 2000 | 744,4 | 455100 | 11261,7 | 3696 | 1610 | 20249 | 1367,6 | 37,8 |
| 2001 | 824,2 | 570300 | 12022,3 | 3205 | 3772 | 139604 | 6204,3 | 42,6 |
| 2002 | 946,8 | 376591 | 12826,8 | 6383 | 4983 | 59206 | 3378,9 | 45,9 |
| 2003 | 1108,9 | 383191 | 15953,3 | 4527 | 2817 | 19720 | 1817,5 | 48,3 |
| 2004 | 1594,6 | 468648 | 17300,7 | 1876 | 595 | 1944 | 428,7 | 53,9 |
| 2005 | 1991,1 | 484673 | 17124,3 | 4223 | 2325 | 32101 | 3535 | 58,6 |
| 2006 | 2451,1 | 468188 | 17759,8 | 3842 | 4287 | 53119 | 5917,6 | 66,7 |
| 2007 | 2956,3 | 476241 | 19013,9 | 6100 | 13787 | 1304271 | 188412 | 73,6 |
| 2008 | 3382,7 | 425344 | 17687,5 | 4042 | 5529 | 395257 | 58750,3 | 80,2 |
| 2009 | 3138,1 | 357949 | 15876,5 | 7036 | 6315 | 223764 | 24686,4 | 80,9 |
| 2010 | 4097,7 | 402205 | 18064,6 | 3240 | 3668 | 343840 | 26728,4 | 70,1 |
| 2011 | 5674,8 | 421750 | 19746,2 | 2526 | 1049 | 11804 | 3215,9 | 72,4 |
| 2012 | 5911,6 | 417005 | 19763,6 | 2163 | 3479 | 289291 | 56062,7 | 70,1 |
| 2013 | 6363,9 | 415420 | 20340,6 | 1113 | 418 | 2496 | 1376,2 | 67,7 |
| 2014 | 7739,9 | 382623 | 20672,4 | 2003 | 13778 | 144694 | 51701,8 | 58 |
| 2015 | 10778.2 | 399296 | 21924,2 | 3813 | 14691 | 170686 | 20164,5 | 60,4 |
| 2016 | 12838,8 | 386382 | 22612,8 | 1249 | 1249 | 32559 | 8619,2 | 63,2 |