**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** | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 1,09951E-08 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 4,04071E-07 | 1,73E-07 | 0 | 0 |
| 2 | 6,36411E-06 | 6,36E-06 | 9,09E-07 | 0 |
| 3 | 5,5686E-05 | 0,0001 | 3,34E-05 | 1,59E-06 |
| 4 | 0,000292351 | 0,000877 | 0,000526 | 5,85E-05 |
| 5 | 0,000920907 | 0,004605 | 0,004605 | 0,000921 |
| 6 | 0,001611587 | 0,014504 | 0,024174 | 0,008058 |
| 7 | 0,00120869 | 0,025382 | 0,076147 | 0,042304 |
| 8 | 0 | 0,019037 | 0,133258 | 0,133258 |
| 9 | 0 | 0 | 0,099944 | 0,233202 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0,174901 |

1. У таблицях (рядки - десятки, стовпчики - одиниці) наведено теоретичні розподіли трьох біноміальних величин Binom(25,p) для значень
   1. p=0.7;
   2. p=0.07;
   3. p=0.007;

* 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 результати.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **a** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 8,47289E-14 | 4,94E-12 | 1,38E-10 | 2,48E-09 | 3,18E-08 | 3,11E-07 | 2,42E-06 | 1,53E-05 | 8,05E-05 | 0,000355 |
| 1 | 0,001324897 | 0,004216 | 0,011476 | 0,026777 | 0,053554 | 0,091636 | 0,133636 | 0,16508 | 0,171194 | 0,147166 |
| 2 | 0,103016524 | 0,057231 | 0,02428 | 0,00739 | 0,001437 | 0,000134 |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **b** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 0,16295726 | 0,30664 | 0,276965 | 0,159826 | 0,066164 | 0,020916 | 0,005248 | 0,001072 | 0,000182 | 2,58E-05 |
| 1 | 3,10891E-06 | 3,19E-07 | 2,8E-08 | 2,11E-09 | 1,36E-10 | 7,51E-12 | 3,53E-13 | 1,41E-14 | 4,71E-16 | 1,31E-17 |
| 2 | 2,94928E-19 | 5,29E-21 | 7,23E-23 | 7,1E-25 | 4,45E-27 | 1,34E-29 |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **c** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 0,8389406 | 0,14785 | 0,012507 | 0,000676 | 2,62E-05 | 7,76E-07 | 1,82E-08 | 3,49E-10 | 5,53E-12 | 7,37E-14 |
| 1 | 8,31002E-16 | 7,99E-18 | 6,57E-20 | 4,63E-22 | 2,8E-24 | 1,45E-26 | 6,37E-29 | 2,38E-31 | 7,45E-34 | 1,94E-36 |
| 2 | 4,09305E-39 | 6,87E-42 | 8,81E-45 | 8,1E-48 | 4,76E-51 | 1,34E-54 |  |  |  |  |

1. У таблиці наведено вибірку з гама-розподілу Г(α,λ) для α=0.5 та λ=1.
   1. Обчислити вибіркові характеристики (середнє, медіана, дисперсія, інтерквартильний розмах) та порівняти з теоретичними значеннями.
   2. Побудувати асимптотичний 95%-довірчий інтервал для математичного сподівання використовуючи ЦГТ. Побудувати емпіричний 95%-довірчий інтервал за M={50,500,5000} вибірками обсягу n=60 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).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3,25301 | 0,05633 | 1,23534 | 0,13625 | 0,00166 | 1,52327 |
| 0,03101 | 1,89796 | 0,89229 | 0,00198 | 0,35890 | 1,03984 |
| 1,80108 | 0,04009 | 0,26572 | 0,00158 | 0,06007 | 0,40026 |
| 0,96399 | 0,16814 | 1,96681 | 0,00671 | 0,29450 | 0,06767 |
| 1,17697 | 0,13891 | 0,49555 | 0,27596 | 0,12639 | 0,05662 |
| 0,33519 | 0,64582 | 1,03537 | 0,33193 | 0,00147 | 0,03664 |
| 0,49361 | 0,00002 | 0,66872 | 0,13394 | 0,33330 | 0,01954 |
| 0,00108 | 0,82409 | 0,20976 | 0,28855 | 2,49385 | 0,24540 |
| 0,00084 | 1,27856 | 0,00008 | 0,05291 | 0,32293 | 2,20654 |
| 0,06486 | 0,19740 | 0,00451 | 0,01622 | 0,26187 | 0,48592 |

1. У таблиці наведено гіпотетичні дані про рівень деякого показника (Відгук) за роками.
   1. Побудувати діаграму розсіювання.
   2. Підігнати модель 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 на 2025 та 2035 роки та їх 95%-довірчі інтервали.

|  |  |
| --- | --- |
| Роки | Відгук |
| 2001 | 47,12 |
| 2002 | 51,42 |
| 2003 | 50,11 |
| 2004 | 36,70 |
| 2005 | 51,64 |
| 2006 | 41,00 |
| 2007 | 41,09 |
| 2008 | 31,25 |
| 2009 | 35,48 |
| 2010 | 29,12 |
| 2011 | 31,25 |
| 2012 | 34,28 |
| 2013 | 31,16 |
| 2014 | 31,07 |
| 2015 | 23,76 |
| 2016 | 24,15 |
| 2017 | 20,89 |
| 2018 | 29,69 |
| 2019 | 22,13 |
| 2020 | 17,12 |
| 2021 | 21,69 |
| 2022 | 17,87 |
| 2023 | 11,61 |

1. Змоделювати на проміжку [0;100] траекторії
   1. Симетричного блукання;
   2. Несиметричного блукання.

**Завдання 2**

У таблиці наведено дані ДержСтату за 2005-2016 рр.

1. Провести дескриптивний та візуальний аналіз:
   1. Обчислити вибіркові характеристики (середнє, медіана, дисперсія, інтерквартильний розмах), знайти коефіцієнт кореляції Пірсона.
   2. Для обох наборів спостережень побудувати графіки типу «вусатих коробочок»
   3. Перевірити на рівні 0.01 наявність залежності між величинами товарообороту та ВВП з застосуванням
      1. коефіцієнту кореляції Пірсона
      2. коефіцієнту кореляції Спірмена
      3. критерію Вілкоксона
   4. Оцінити параметри лінійної регресії залежності величини товарообігу (Y) від валового внутрішнього продукту (X) та проаналізувати результати (адекватність, використання для прогнозу).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| роки | Оптовий товарооборот, млн.грн | валовий внутрішній продукт, млн грн |
| 2005 | 492506,2 | 457325 |
| 2006 | 631175,2 | 565018 |
| 2007 | 812160,5 | 751106 |
| 2008 | 998578,2 | 990819 |
| 2009 | 817532,4 | 947042 |
| 2010 | 993695,8 | 1120585 |
| 2011 | 1107283 | 1349178 |
| 2012 | 1093291 | 1459096 |
| 2013 | 1074753 | 1522657 |
| 2014 | 987957 | 1586915 |
| 2015 | 1244221 | 1988544 |
| 2016 | 1555966 | 2385367 |