МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«Харківський Політехнічний Інститут»  
  
Кафедра Стратегічного Управління

ЗВІТ

з лабораторної роботи № 2

з дисципліни «Математична Статистика»

на тему

«Використання пакету аналіза даних в MS Excel. Генерація випадкових чисел»

Перевірила: старший викладач  
Мошко Є. О.  
Виконав: ст. гр. КН-27

Харків, 2019

**Задание**. Используя функцию пакета «Анализ данных» «Генерация случайных величин» сгенерировать последовательности для таких распределений: равномерное, нормальное, Биномиальное, Пуассона. Построить их функции плотностей и распределений.

**Ход работы**

## Равномерное распределение

Для генерации равномерного случайного распределения используется функция Excel СЛЧИС(), возвращающая значение в пределах от 0 до 1. Данному распределению соответствуют следующие функция плотности и распределения – рисунок 1, 2.

Рисунок 1 – Плотность равномерного распределения

Рисунок 2 – Функция равномерного распределения

Сгенерируем последовательность, состоящую из 1000 элементов. Задание параметров изображено на рисунке 3. Таблица значений - таблица 1.

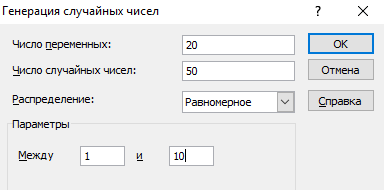


Рисунок 3 – Задание параметров

Таблица 1 – Последовательность для равномерного распределения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | 9 | 4 | 7 | 6 | 5 | 3 | 10 | 3 | 2 | 5 | 10 | 1 | 8 | 9 | 5 | 2 | 1 | 8 | 6 |
| 3 | 3 | 1 | 7 | 3 | 1 | 5 | 10 | 7 | 10 | 4 | 7 | 3 | 6 | 3 | 1 | 3 | 5 | 8 | 8 |
| 5 | 3 | 6 | 10 | 2 | 4 | 2 | 10 | 10 | 3 | 3 | 6 | 2 | 5 | 8 | 9 | 3 | 5 | 1 | 1 |
| 4 | 10 | 10 | 5 | 4 | 5 | 8 | 7 | 4 | 7 | 8 | 8 | 6 | 1 | 1 | 9 | 1 | 9 | 6 | 2 |
| 7 | 9 | 2 | 1 | 10 | 10 | 7 | 7 | 1 | 9 | 6 | 10 | 2 | 7 | 6 | 5 | 9 | 10 | 6 | 6 |
| 1 | 7 | 6 | 7 | 1 | 5 | 5 | 4 | 8 | 5 | 8 | 8 | 4 | 3 | 9 | 8 | 7 | 8 | 1 | 6 |
| 1 | 6 | 10 | 6 | 4 | 10 | 1 | 5 | 4 | 9 | 10 | 3 | 3 | 9 | 5 | 8 | 7 | 6 | 10 | 7 |
| 1 | 10 | 2 | 10 | 1 | 2 | 5 | 8 | 3 | 5 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 7 | 8 | 2 |
| 6 | 9 | 7 | 6 | 9 | 2 | 5 | 7 | 4 | 6 | 1 | 2 | 5 | 9 | 7 | 2 | 3 | 7 | 6 | 7 |
| 4 | 6 | 6 | 9 | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 | 1 | 9 | 5 | 7 | 10 | 1 | 6 | 2 | 4 | 2 | 6 |
| 5 | 10 | 7 | 10 | 3 | 5 | 8 | 5 | 8 | 7 | 3 | 5 | 3 | 9 | 2 | 8 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 5 | 3 | 4 | 10 | 10 | 3 | 1 | 1 | 7 | 8 | 9 | 8 | 5 | 2 | 7 | 5 | 8 | 6 | 3 | 9 |
| 5 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 6 | 2 | 2 | 6 | 2 | 6 | 1 | 9 | 8 | 2 | 2 | 2 | 1 | 10 |
| 5 | 2 | 8 | 3 | 3 | 9 | 1 | 3 | 9 | 6 | 10 | 6 | 8 | 1 | 4 | 2 | 5 | 6 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 6 | 4 | 10 | 2 | 2 | 4 | 2 | 10 | 10 | 10 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 10 | 7 | 8 |
| 2 | 8 | 6 | 3 | 3 | 5 | 8 | 1 | 4 | 1 | 2 | 6 | 5 | 4 | 5 | 1 | 1 | 2 | 9 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 7 | 10 | 3 | 2 | 8 | 2 | 6 | 6 | 4 | 2 | 10 | 10 | 8 | 7 | 2 | 4 | 7 |
| 8 | 4 | 3 | 6 | 9 | 8 | 5 | 6 | 3 | 5 | 3 | 7 | 9 | 10 | 9 | 5 | 9 | 3 | 7 | 4 |
| 4 | 7 | 6 | 3 | 2 | 6 | 10 | 9 | 3 | 10 | 1 | 9 | 9 | 6 | 8 | 8 | 3 | 2 | 5 | 1 |
| 3 | 5 | 8 | 10 | 8 | 8 | 4 | 1 | 2 | 7 | 2 | 10 | 6 | 8 | 9 | 7 | 3 | 7 | 4 | 2 |
| 5 | 9 | 1 | 1 | 9 | 8 | 4 | 10 | 10 | 4 | 1 | 1 | 5 | 2 | 7 | 3 | 1 | 10 | 9 | 5 |
| 10 | 9 | 3 | 3 | 10 | 2 | 5 | 5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 9 | 1 | 3 | 1 | 6 | 4 | 5 | 7 |
| 3 | 6 | 4 | 7 | 2 | 10 | 5 | 5 | 10 | 6 | 9 | 3 | 10 | 7 | 7 | 8 | 3 | 6 | 6 | 9 |
| 5 | 3 | 6 | 3 | 6 | 8 | 1 | 10 | 7 | 6 | 7 | 6 | 10 | 9 | 10 | 3 | 2 | 3 | 6 | 5 |
| 4 | 2 | 5 | 3 | 8 | 6 | 9 | 1 | 3 | 9 | 2 | 6 | 7 | 4 | 1 | 8 | 8 | 4 | 2 | 6 |
| 7 | 5 | 7 | 10 | 9 | 7 | 10 | 7 | 5 | 10 | 5 | 10 | 10 | 1 | 4 | 8 | 7 | 10 | 4 | 4 |
| 9 | 9 | 5 | 5 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 7 | 2 | 7 | 8 | 5 | 10 | 2 | 3 | 6 | 2 | 2 |
| 6 | 6 | 8 | 8 | 10 | 1 | 8 | 6 | 9 | 5 | 1 | 1 | 7 | 7 | 7 | 1 | 1 | 7 | 2 | 10 |
| 1 | 4 | 9 | 8 | 1 | 7 | 3 | 6 | 8 | 2 | 6 | 3 | 7 | 5 | 9 | 5 | 9 | 1 | 4 | 7 |
| 3 | 9 | 5 | 4 | 3 | 7 | 10 | 3 | 9 | 4 | 9 | 8 | 2 | 4 | 9 | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 6 | 5 | 5 | 10 | 5 | 6 | 6 | 2 | 3 | 3 | 6 | 2 | 6 | 2 |
| 10 | 9 | 10 | 5 | 7 | 7 | 1 | 6 | 9 | 2 | 9 | 2 | 4 | 10 | 8 | 3 | 6 | 10 | 3 | 2 |
| 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 3 | 4 | 10 | 8 | 8 | 10 | 6 | 5 | 6 | 9 | 9 | 3 | 7 | 1 | 2 |
| 5 | 1 | 6 | 4 | 10 | 4 | 7 | 4 | 9 | 4 | 7 | 10 | 10 | 5 | 5 | 3 | 4 | 6 | 4 | 2 |
| 6 | 2 | 2 | 4 | 6 | 4 | 6 | 6 | 8 | 7 | 10 | 5 | 10 | 7 | 4 | 8 | 5 | 8 | 1 | 8 |
| 4 | 5 | 6 | 1 | 9 | 8 | 6 | 10 | 3 | 4 | 3 | 9 | 5 | 4 | 8 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| 6 | 2 | 4 | 10 | 6 | 3 | 10 | 1 | 9 | 7 | 7 | 2 | 5 | 8 | 6 | 6 | 2 | 7 | 5 | 8 |
| 6 | 4 | 8 | 7 | 8 | 3 | 9 | 9 | 7 | 10 | 1 | 1 | 2 | 10 | 4 | 4 | 7 | 2 | 3 | 10 |
| 3 | 7 | 10 | 6 | 1 | 5 | 4 | 6 | 1 | 9 | 9 | 1 | 9 | 1 | 8 | 2 | 8 | 2 | 3 | 6 |
| 8 | 1 | 5 | 9 | 3 | 9 | 6 | 10 | 10 | 1 | 2 | 1 | 4 | 5 | 9 | 5 | 1 | 4 | 9 | 9 |
| 1 | 3 | 4 | 10 | 7 | 5 | 3 | 1 | 10 | 4 | 1 | 2 | 5 | 1 | 7 | 2 | 10 | 10 | 3 | 6 |
| 7 | 5 | 6 | 9 | 8 | 2 | 9 | 9 | 10 | 10 | 8 | 5 | 9 | 10 | 10 | 7 | 10 | 5 | 1 | 8 |
| 5 | 4 | 10 | 6 | 8 | 3 | 10 | 4 | 8 | 4 | 2 | 1 | 9 | 5 | 5 | 7 | 6 | 7 | 10 | 9 |
| 2 | 5 | 9 | 10 | 4 | 3 | 10 | 1 | 9 | 6 | 2 | 6 | 4 | 10 | 3 | 4 | 6 | 6 | 7 | 6 |
| 1 | 5 | 6 | 1 | 3 | 8 | 8 | 9 | 1 | 3 | 6 | 4 | 9 | 5 | 2 | 2 | 10 | 6 | 6 | 3 |
| 10 | 7 | 7 | 8 | 2 | 8 | 7 | 5 | 4 | 7 | 2 | 10 | 10 | 6 | 2 | 4 | 7 | 8 | 6 | 8 |
| 10 | 5 | 8 | 3 | 9 | 6 | 5 | 6 | 2 | 5 | 2 | 9 | 8 | 6 | 4 | 5 | 6 | 9 | 6 | 1 |
| 4 | 8 | 10 | 7 | 7 | 6 | 4 | 3 | 3 | 7 | 8 | 3 | 1 | 8 | 3 | 3 | 1 | 9 | 8 | 6 |
| 9 | 7 | 10 | 9 | 7 | 7 | 6 | 8 | 7 | 4 | 8 | 1 | 8 | 9 | 4 | 4 | 6 | 1 | 10 | 5 |
| 4 | 10 | 7 | 6 | 7 | 8 | 10 | 2 | 9 | 1 | 10 | 7 | 2 | 10 | 7 | 7 | 7 | 2 | 3 | 7 |

Сформируем карманы и частоты случайных величин в этой последовательности. Значения карманов находятся в диапазоне от 1 до 10. Для отыскания частот можно воспользоваться функцией ЧАСТОТА(). Полученные значения представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Частоты случайных величин

Далее составим таблицу вероятностей появления каждой случайно величины. Для этого можно значение частоты разделить на количество элементов (в данном случае 1000). Для поиска вероятностей случайных величин для функции распределения можно проссумировать вероятности для плотности от первой до x-ой величины включительно – рисунок 5.



Рисунок 5 – Значения вероятностей для равномерного распределения

Далее используя полученные данные можно построить функцию плотности и функцию распределения – рисунок 6, 7.

Рисунок 6 – Функция плотности для равномерного распределения

Рисунок 7 – Функция равномерного распределения

## Нормальное распределение

Для генерации нормального случайного распределения используется функция Excel НОРМРОБР(), принимающая в качестве параметров значение вероятности, значение среднего и стандартное отклонение. Данному распределению соответствуют следующая функция плотности - рисунок 8.

Рисунок 8 – Плотность нормального распределения

Сгенерируем последовательность, состоящую из 1000 элементов. Задание параметров изображено на рисунке 9. Таблица значений - таблица 2.

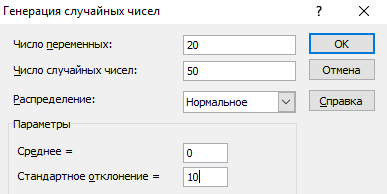


Рисунок 9 – Задание параметров

Таблица 2 – Последовательность для нормального распределения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -5 | -6 | -10 | 1 | 8 | -3 | 12 | 12 | 20 | -8 | -1 | 15 | 5 | 17 | -16 | -2 | -5 | 17 | 2 | -4 |
| -1 | -13 | -7 | -1 | -5 | -14 | 9 | -8 | 1 | 2 | 8 | -11 | 4 | 0 | -4 | -13 | 7 | -3 | -13 | 3 |
| -11 | 10 | -4 | -6 | 7 | 9 | 1 | -4 | 1 | 2 | -14 | -1 | 2 | -9 | -10 | 8 | -1 | 13 | 4 | 0 |
| 0 | 9 | 2 | -4 | 0 | 10 | 11 | -10 | 5 | 15 | -19 | -1 | -17 | -7 | -3 | 9 | -9 | -4 | -1 | -3 |
| -7 | -8 | -10 | 8 | 0 | -3 | 8 | 5 | 0 | -11 | -4 | -5 | 3 | -13 | -1 | 5 | 8 | 10 | 27 | -7 |
| -1 | -15 | -5 | -6 | 25 | 27 | -6 | 4 | 6 | -1 | 8 | -8 | 7 | 6 | 9 | -4 | 5 | -15 | -3 | 4 |
| 1 | 22 | -5 | 7 | 1 | 4 | -16 | 11 | 1 | 0 | 12 | -1 | -11 | -6 | 1 | -6 | -8 | 10 | -13 | -14 |
| 7 | -8 | 9 | 4 | -2 | 2 | 9 | -1 | 3 | -4 | -3 | 3 | -1 | -14 | -8 | 5 | -5 | -3 | -6 | -2 |
| -3 | 10 | 12 | 0 | -2 | -2 | 4 | 20 | 11 | 3 | -11 | -25 | 5 | 25 | 4 | 3 | -12 | -6 | -1 | 6 |
| -6 | 7 | 0 | -3 | 9 | -5 | 0 | 6 | -10 | -6 | -1 | -23 | -12 | -21 | 7 | 10 | -4 | 0 | 2 | 7 |
| -6 | -5 | 8 | 16 | -3 | -16 | 2 | -9 | -2 | 15 | -6 | 8 | -12 | -1 | -9 | 1 | -1 | -14 | -1 | 1 |
| -5 | -22 | 4 | -11 | -3 | -14 | 13 | -6 | 16 | 16 | 11 | 1 | 5 | 1 | 3 | 11 | 0 | -1 | -5 | 10 |
| 5 | 1 | -9 | 7 | -15 | -5 | -5 | 7 | -12 | 2 | 4 | 5 | 8 | -6 | -3 | 16 | 3 | 4 | 4 | -6 |
| -5 | 3 | 9 | -8 | 4 | 0 | -4 | -8 | -4 | 1 | 10 | 3 | -7 | -5 | 9 | 10 | 1 | -4 | 0 | 1 |
| 9 | -3 | -1 | -6 | -7 | -3 | -2 | 4 | -12 | 18 | -11 | 1 | -6 | 1 | -5 | 10 | -17 | 20 | -8 | 13 |
| 10 | -6 | 1 | 1 | -15 | -12 | 3 | -6 | 6 | 1 | -17 | 4 | -7 | 8 | 1 | 9 | -7 | -6 | 5 | -13 |
| -7 | 5 | -6 | 4 | 8 | -7 | 14 | 3 | 21 | 14 | -21 | -2 | -6 | -2 | 5 | -20 | -2 | -2 | -4 | 9 |
| 12 | 0 | 14 | 13 | -2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 0 | 29 | -12 | -12 | 6 | -10 | 6 | 13 | 1 | -1 | 19 |
| -3 | 13 | -12 | 6 | 2 | -13 | 1 | -6 | -13 | -7 | 9 | -18 | 5 | -10 | -6 | 10 | 9 | -1 | 10 | -13 |
| -10 | -6 | -21 | 1 | 0 | -11 | -7 | -7 | 14 | -27 | -19 | -2 | 1 | 1 | 3 | 14 | -4 | -3 | 8 | 5 |
| 1 | -2 | 4 | 15 | 1 | 0 | 3 | -3 | 10 | 14 | -12 | 3 | -1 | -9 | 13 | 2 | -17 | -15 | -1 | 1 |
| -10 | 8 | 6 | 7 | 5 | -5 | 24 | -2 | -7 | -9 | 4 | -6 | 1 | 14 | -13 | 6 | -8 | -15 | 4 | 14 |
| 2 | -2 | -6 | 19 | 5 | 1 | 9 | 12 | 5 | 2 | -4 | -3 | 1 | 16 | 16 | 7 | 11 | -8 | -12 | 23 |
| 10 | 14 | -13 | -8 | 24 | 1 | 0 | -4 | 5 | -18 | -1 | -4 | -12 | 7 | -8 | -10 | -13 | 3 | -2 | 16 |
| 1 | -3 | -4 | 12 | -4 | -2 | -11 | -5 | -23 | 3 | 2 | 13 | 11 | -24 | 18 | 1 | 2 | 3 | 26 | 3 |
| 12 | -5 | 0 | 23 | -22 | 5 | -3 | 3 | 7 | -1 | -3 | 14 | 1 | 6 | 13 | -3 | 15 | -12 | 14 | 4 |
| -10 | -2 | 1 | -18 | 17 | 7 | 5 | 4 | 12 | 7 | -1 | -6 | -2 | -10 | 30 | 10 | 8 | 10 | -19 | 0 |
| 7 | -13 | 16 | -5 | -6 | 4 | 0 | -1 | -1 | 2 | 10 | 2 | 10 | 10 | 9 | -3 | -18 | 26 | -2 | 11 |
| -1 | -12 | 10 | 14 | -23 | 2 | 17 | -4 | -13 | 1 | -6 | 2 | -11 | -1 | 7 | -7 | 11 | 5 | -21 | -2 |
| -1 | 15 | 5 | 0 | -11 | 1 | 7 | 9 | -6 | -3 | 13 | -6 | 5 | -6 | 19 | -3 | 3 | -5 | -2 | -6 |
| -15 | 4 | -3 | -3 | -4 | 7 | -12 | 5 | -7 | 8 | 14 | 4 | 7 | -5 | -5 | -11 | -2 | 12 | -3 | -5 |
| 0 | 1 | -14 | 6 | -1 | -6 | 8 | 12 | -4 | 1 | 10 | 0 | 1 | 4 | 2 | 6 | 0 | 16 | -11 | 1 |
| -23 | 3 | -9 | 0 | -6 | -1 | 1 | 0 | -2 | 14 | 13 | 11 | 3 | -6 | -5 | 0 | -8 | 11 | -10 | 0 |
| 9 | -17 | 3 | 10 | 7 | 3 | -2 | 4 | 10 | 4 | 0 | -3 | -7 | 7 | 9 | -22 | 0 | 24 | -13 | 1 |
| -8 | -23 | -9 | 7 | 1 | -1 | 9 | 11 | -4 | 8 | 1 | 1 | 2 | 8 | -20 | -13 | -14 | -13 | -11 | 4 |
| 6 | -5 | -8 | 10 | 1 | 2 | 11 | -8 | 9 | 0 | 4 | -3 | 6 | -8 | -6 | 1 | -1 | 4 | -26 | -11 |
| -4 | 17 | -24 | 1 | -12 | 8 | 7 | 12 | 17 | -7 | -1 | -7 | 8 | -19 | 5 | 1 | 0 | -2 | 10 | 12 |
| -14 | -8 | 0 | 3 | 10 | -7 | -4 | 16 | -19 | 23 | 9 | -3 | -6 | -7 | 14 | 15 | 5 | -4 | 7 | -1 |
| 1 | 3 | 3 | -8 | 6 | -3 | 8 | -4 | 7 | -4 | -3 | 1 | 2 | -4 | -2 | -9 | -9 | -11 | 6 | 0 |
| 0 | 1 | -6 | 3 | -5 | -5 | -18 | -12 | -15 | -8 | 2 | 4 | -19 | 11 | -3 | -16 | -13 | -2 | -3 | 5 |
| 1 | -4 | 3 | 11 | -6 | -4 | 11 | -5 | 20 | -5 | -2 | -5 | 8 | 2 | -10 | 15 | 13 | 20 | 13 | 17 |
| 9 | -1 | -14 | 20 | -15 | 0 | 7 | 9 | 11 | -2 | -3 | 7 | -9 | -8 | -2 | -4 | 0 | -3 | 15 | 13 |
| -6 | -2 | -7 | -18 | 13 | -8 | 1 | 1 | 3 | -2 | 16 | -2 | -2 | -14 | 1 | -6 | -1 | -1 | 14 | 18 |
| -4 | -3 | 0 | -14 | 0 | 5 | -10 | 1 | 9 | -10 | -7 | 6 | -6 | -5 | 5 | 3 | 16 | -10 | 5 | -3 |
| -2 | -11 | 2 | 1 | 22 | -2 | 11 | -11 | 9 | 23 | 0 | 27 | 12 | 14 | -6 | -1 | -12 | -4 | -1 | -1 |
| -8 | 18 | 6 | -4 | 0 | 7 | 6 | -11 | -3 | -5 | -20 | 4 | -14 | -2 | -15 | 7 | 1 | 15 | -2 | 28 |
| -13 | -17 | 0 | 4 | 6 | 1 | -9 | 3 | 15 | -5 | -8 | 0 | 2 | -3 | -12 | -2 | -4 | 0 | -4 | 12 |
| 9 | -3 | -10 | 19 | -7 | -20 | 7 | 11 | 0 | 6 | 16 | 4 | -8 | -5 | 2 | 22 | -4 | -6 | -5 | -21 |
| 3 | -9 | -10 | 2 | 7 | 8 | 6 | 8 | -3 | -3 | -20 | 13 | 8 | -6 | 8 | 7 | 13 | 11 | 12 | -5 |
| 9 | -15 | 20 | 19 | -15 | -7 | -5 | -6 | -5 | 0 | 5 | -7 | -4 | 7 | 13 | 13 | -6 | 8 | 6 | -3 |

Сформируем карманы и частоты случайных величин в этой последовательности. Значения карманов будут находиться в диапазоне от -35 до 35 (правило 3ϭ) – рисунок 10.



Рисунок 10 – Вероятности для нормального распределения

Используя полученные данные построим функцию плотности и функцию распределения – рисунок 11, 12.

Рисунок 11 – Функция плотности для нормального распределения

Рисунок 12 - Функция нормального распределения

## Распределение Пуассона

Для генерации распределения Пуассона используется функция Excel ПУАССОН(), принимающая в качестве параметров значение количества экспериментов, значение среднего (ожидаемое среднее). Данному распределению соответствуют следующая функция плотности - рисунок 13.

Рисунок 13 – Плотность распределения Пуассона

Сгенерируем последовательность, состоящую из 1000 элементов. Задание параметров изображено на рисунке 14. Таблица значений - таблица 3.

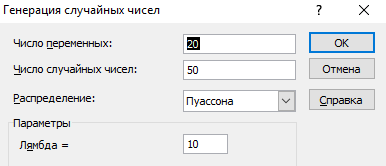


Рисунок 14 – Задание параметров

Параметр λ – параметр закона Пуассона равный математическому ожиданию.

Таблица 3 – Последовательность для распределения Пуассона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 11 | 11 | 7 | 8 | 5 | 13 | 9 | 10 | 8 | 5 | 12 | 10 | 4 | 10 | 14 | 12 | 14 | 9 | 12 | 11 |
| 11 | 9 | 10 | 8 | 9 | 4 | 11 | 8 | 5 | 4 | 13 | 11 | 11 | 8 | 6 | 11 | 10 | 15 | 13 | 11 |
| 14 | 11 | 9 | 10 | 8 | 11 | 9 | 6 | 10 | 10 | 13 | 10 | 8 | 8 | 9 | 6 | 9 | 5 | 10 | 9 |
| 10 | 11 | 11 | 10 | 12 | 9 | 2 | 14 | 12 | 12 | 10 | 9 | 9 | 10 | 7 | 12 | 13 | 10 | 9 | 10 |
| 8 | 9 | 12 | 10 | 7 | 12 | 12 | 9 | 11 | 14 | 11 | 12 | 7 | 5 | 8 | 5 | 9 | 14 | 10 | 9 |
| 12 | 10 | 13 | 11 | 6 | 14 | 11 | 13 | 6 | 6 | 14 | 7 | 7 | 5 | 9 | 12 | 17 | 11 | 11 | 14 |
| 10 | 10 | 9 | 12 | 5 | 12 | 10 | 8 | 12 | 6 | 12 | 9 | 10 | 5 | 9 | 10 | 6 | 9 | 11 | 9 |
| 14 | 5 | 6 | 11 | 14 | 8 | 14 | 5 | 4 | 10 | 7 | 11 | 15 | 12 | 8 | 9 | 7 | 14 | 12 | 9 |
| 13 | 10 | 7 | 9 | 8 | 12 | 6 | 14 | 10 | 6 | 13 | 11 | 9 | 8 | 10 | 7 | 6 | 6 | 7 | 10 |
| 8 | 10 | 12 | 12 | 12 | 10 | 14 | 8 | 13 | 12 | 15 | 11 | 8 | 11 | 18 | 5 | 5 | 7 | 10 | 8 |
| 6 | 7 | 11 | 9 | 9 | 8 | 4 | 2 | 6 | 10 | 11 | 12 | 8 | 11 | 15 | 11 | 11 | 9 | 8 | 11 |
| 12 | 10 | 11 | 8 | 16 | 10 | 4 | 7 | 10 | 11 | 12 | 12 | 13 | 11 | 4 | 15 | 12 | 7 | 10 | 14 |
| 14 | 16 | 11 | 9 | 7 | 11 | 13 | 9 | 8 | 17 | 9 | 16 | 7 | 8 | 14 | 8 | 6 | 19 | 12 | 1 |
| 9 | 8 | 13 | 10 | 9 | 10 | 8 | 14 | 8 | 6 | 5 | 5 | 7 | 13 | 14 | 9 | 11 | 8 | 10 | 8 |
| 10 | 7 | 8 | 15 | 8 | 12 | 9 | 9 | 12 | 8 | 11 | 13 | 10 | 7 | 11 | 14 | 9 | 10 | 9 | 11 |
| 3 | 6 | 17 | 7 | 11 | 10 | 3 | 13 | 10 | 9 | 14 | 4 | 8 | 11 | 12 | 13 | 10 | 2 | 6 | 11 |
| 13 | 16 | 7 | 7 | 13 | 15 | 6 | 15 | 5 | 7 | 4 | 12 | 6 | 12 | 10 | 6 | 14 | 6 | 16 | 9 |
| 14 | 9 | 7 | 5 | 10 | 17 | 12 | 11 | 12 | 12 | 6 | 16 | 12 | 9 | 4 | 9 | 8 | 9 | 8 | 14 |
| 9 | 10 | 8 | 6 | 13 | 9 | 10 | 7 | 3 | 13 | 9 | 6 | 9 | 10 | 7 | 15 | 8 | 13 | 13 | 7 |
| 17 | 10 | 14 | 13 | 9 | 16 | 11 | 7 | 7 | 10 | 13 | 10 | 8 | 13 | 12 | 10 | 10 | 15 | 5 | 16 |
| 10 | 17 | 11 | 10 | 9 | 12 | 10 | 9 | 4 | 14 | 8 | 10 | 5 | 17 | 8 | 13 | 7 | 4 | 8 | 9 |
| 11 | 6 | 9 | 12 | 7 | 6 | 17 | 11 | 8 | 13 | 11 | 12 | 9 | 15 | 12 | 10 | 10 | 10 | 8 | 11 |
| 13 | 11 | 11 | 4 | 11 | 10 | 9 | 15 | 15 | 9 | 7 | 9 | 10 | 15 | 4 | 8 | 7 | 13 | 5 | 10 |
| 8 | 7 | 10 | 11 | 10 | 6 | 10 | 12 | 12 | 11 | 11 | 7 | 12 | 15 | 10 | 5 | 10 | 9 | 12 | 6 |
| 12 | 9 | 9 | 12 | 14 | 8 | 10 | 10 | 12 | 12 | 13 | 6 | 11 | 10 | 10 | 7 | 12 | 14 | 9 | 6 |
| 13 | 9 | 10 | 15 | 8 | 6 | 18 | 4 | 10 | 11 | 15 | 7 | 10 | 13 | 9 | 5 | 4 | 7 | 11 | 7 |
| 12 | 11 | 6 | 7 | 8 | 17 | 8 | 9 | 11 | 7 | 5 | 9 | 9 | 12 | 11 | 10 | 10 | 9 | 16 | 10 |
| 13 | 9 | 7 | 12 | 9 | 14 | 14 | 14 | 9 | 13 | 12 | 10 | 8 | 12 | 8 | 10 | 13 | 6 | 10 | 13 |
| 10 | 9 | 5 | 6 | 16 | 13 | 11 | 7 | 13 | 11 | 8 | 10 | 14 | 10 | 8 | 7 | 10 | 11 | 10 | 9 |
| 11 | 18 | 14 | 8 | 11 | 11 | 8 | 13 | 11 | 11 | 9 | 6 | 9 | 9 | 14 | 11 | 10 | 14 | 8 | 13 |
| 5 | 12 | 6 | 7 | 8 | 9 | 12 | 13 | 10 | 8 | 9 | 15 | 9 | 13 | 15 | 7 | 11 | 15 | 10 | 11 |
| 8 | 6 | 14 | 10 | 9 | 14 | 11 | 6 | 9 | 9 | 9 | 5 | 8 | 12 | 13 | 3 | 9 | 7 | 10 | 8 |
| 6 | 12 | 8 | 8 | 14 | 14 | 12 | 9 | 11 | 5 | 13 | 6 | 11 | 12 | 11 | 7 | 8 | 11 | 15 | 7 |
| 7 | 15 | 8 | 6 | 10 | 7 | 10 | 16 | 11 | 11 | 12 | 8 | 13 | 12 | 10 | 9 | 7 | 5 | 11 | 7 |
| 6 | 8 | 18 | 10 | 6 | 16 | 6 | 7 | 12 | 7 | 12 | 10 | 14 | 5 | 14 | 9 | 11 | 14 | 13 | 1 |
| 9 | 5 | 10 | 10 | 9 | 8 | 6 | 8 | 13 | 8 | 14 | 6 | 10 | 16 | 5 | 8 | 17 | 10 | 10 | 6 |
| 10 | 11 | 9 | 9 | 13 | 6 | 14 | 14 | 19 | 13 | 10 | 7 | 8 | 14 | 5 | 7 | 6 | 7 | 12 | 14 |
| 6 | 16 | 9 | 12 | 5 | 19 | 13 | 11 | 10 | 8 | 14 | 9 | 11 | 13 | 10 | 13 | 10 | 3 | 10 | 13 |
| 8 | 8 | 12 | 12 | 8 | 9 | 6 | 6 | 10 | 17 | 7 | 15 | 18 | 10 | 11 | 14 | 7 | 7 | 10 | 13 |
| 8 | 8 | 9 | 12 | 7 | 10 | 10 | 11 | 10 | 13 | 10 | 9 | 8 | 12 | 13 | 12 | 5 | 8 | 11 | 12 |
| 11 | 7 | 13 | 7 | 11 | 9 | 9 | 10 | 10 | 9 | 10 | 7 | 5 | 9 | 12 | 11 | 13 | 8 | 4 | 13 |
| 10 | 9 | 12 | 14 | 12 | 7 | 8 | 8 | 14 | 12 | 9 | 8 | 8 | 7 | 8 | 8 | 5 | 10 | 7 | 3 |
| 12 | 9 | 12 | 14 | 11 | 10 | 17 | 7 | 4 | 7 | 6 | 8 | 9 | 12 | 8 | 11 | 11 | 6 | 4 | 7 |
| 9 | 8 | 7 | 6 | 12 | 6 | 12 | 6 | 9 | 10 | 10 | 13 | 6 | 9 | 9 | 8 | 7 | 9 | 11 | 6 |
| 3 | 8 | 9 | 14 | 12 | 9 | 5 | 14 | 12 | 7 | 10 | 8 | 4 | 12 | 9 | 17 | 10 | 9 | 4 | 5 |
| 9 | 6 | 4 | 7 | 9 | 6 | 10 | 7 | 10 | 6 | 12 | 10 | 5 | 9 | 12 | 9 | 8 | 10 | 8 | 9 |
| 11 | 13 | 13 | 11 | 13 | 13 | 6 | 11 | 15 | 13 | 9 | 1 | 4 | 9 | 8 | 11 | 10 | 11 | 6 | 14 |
| 7 | 13 | 14 | 11 | 10 | 10 | 11 | 12 | 10 | 10 | 5 | 12 | 10 | 15 | 8 | 16 | 11 | 8 | 9 | 9 |
| 6 | 12 | 7 | 7 | 10 | 12 | 15 | 8 | 12 | 8 | 9 | 13 | 7 | 12 | 4 | 9 | 8 | 6 | 10 | 9 |
| 6 | 3 | 15 | 8 | 9 | 11 | 11 | 13 | 5 | 5 | 8 | 6 | 12 | 12 | 12 | 10 | 6 | 9 | 7 | 5 |

Сформируем карманы и частоты случайных величин в этой последовательности. Значения карманов будут находиться в диапазоне от 0 до 20 – рисунок 15.



Рисунок 15 – Вероятности для распределения Пуассона

Используя полученные данные построим функцию плотности и функцию распределения – рисунок 16, 17.

Рисунок 16 - Функция плотности для распределения Пуассона

Рисунок 17 - Функция распределения Пуассона

## Биномиальное распределение

Биномиальное распределение - распределение количества «успехов» в последовательности из n независимых случайных экспериментов, таких, что вероятность «успеха» в каждом из них постоянна и равна p.

Биномиальное распределение – дискретное, следовательно для него не существует плотности распределения, но есть функция вероятности - рисунок 18.

Рисунок 18 – Функция вероятности биномиального распределения

При n=0 получаем распределение Бернулли. Его функция вероятности изображена на рисунке 19

Рисунок 19 – Функция Бернулли

Сгенерируем последовательность, состоящую из 1000 элементов. Задание параметров изображено на рисунке 19. Таблица значений - таблица 4.

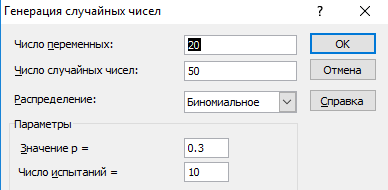


Рисунок 19 – Задание параметров

Здесь p – математическое ожидание последовательности, вероятность успеха.

Таблица 4 – Последовательность для биномиального распределения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | 3 | 6 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 5 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 2 | 3 | 5 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 3 | 2 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 4 | 3 | 0 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 5 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 |
| 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 6 | 0 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | 5 | 7 | 1 | 7 | 2 | 2 | 6 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| 5 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 8 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 5 | 2 | 2 | 5 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 | 1 | 6 |
| 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 5 | 2 | 5 | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | 3 | 3 | 5 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 4 | 5 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 5 |
| 1 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 4 | 3 | 4 | 2 | 6 | 2 | 5 | 3 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 5 | 3 | 3 |
| 1 | 3 | 6 | 4 | 1 | 1 | 2 | 5 | 2 | 0 | 2 | 4 | 3 | 0 | 4 | 2 | 5 | 3 | 2 | 2 |
| 3 | 6 | 4 | 2 | 2 | 5 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 5 | 2 | 5 |
| 3 | 5 | 5 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 6 | 5 | 4 | 2 | 2 | 6 |
| 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | 4 | 2 |
| 4 | 5 | 3 | 2 | 5 | 5 | 2 | 1 | 5 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 6 | 1 | 1 | 4 |
| 6 | 3 | 2 | 3 | 6 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 4 | 1 | 2 | 6 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 5 | 1 | 4 | 6 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 |
| 4 | 2 | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 6 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 5 | 2 | 5 | 2 | 4 | 4 | 1 | 6 | 4 | 0 | 7 | 1 | 3 | 1 |
| 2 | 4 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 5 | 2 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 5 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| 2 | 5 | 5 | 1 | 2 | 0 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 6 | 5 | 6 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 4 | 6 | 7 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 3 | 5 | 3 | 2 | 2 | 3 | 0 | 2 |
| 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 4 | 4 | 5 |
| 4 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 0 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| 1 | 3 | 1 | 2 | 5 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 0 | 3 | 4 | 5 | 2 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | 3 | 4 | 1 | 2 | 6 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 | 5 | 3 | 2 |
| 1 | 6 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 1 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 3 | 0 | 4 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 1 | 0 | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 6 | 3 | 0 | 4 | 3 | 1 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 5 | 3 | 3 | 6 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 |
| 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 0 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 6 | 1 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 3 | 3 | 6 | 2 | 1 | 2 | 3 | 6 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 4 | 2 | 6 | 3 | 5 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| 5 | 3 | 3 | 1 | 4 | 5 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 0 | 4 | 4 |
| 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 7 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 1 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 5 | 3 |

Сформируем карманы и частоты случайных величин в этой последовательности. Значения карманов будут находиться в диапазоне от 0 до 10 – рисунок 20.



Рисунок 20 - Вероятности для биномиального распределения

Используя полученные данные построим функцию вероятности и функцию распределения – рисунок 21, 22.

Рисунок 21 - Функция вероятности для биномиального распределения

Рисунок 22 – Функция биномиального распределения

## Модельное распределение

Модельно распределение характеризуется нижней и верхней границей, шагом, числом повторений значений и числом повторений последовательности – рисунок 23, 24.

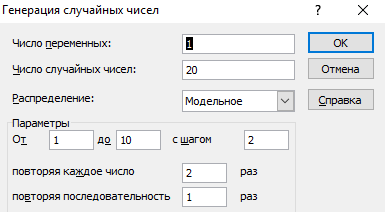


Рисунок 23 – Модельное распределение



Рисунок 24 – Пример модельного распределения

## Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были получены последовательности случайных величин для разных законов распределения. Также были построены диаграммы для соответствующих законов. Здесь использовалось 1000 значений случайных величин, что не позволяет в отобразить кривые максимально похожие на кривые, построенные с использованием формул.