

Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій

Звіт

Про виконання лабораторної роботи №2
МОДЕЛЮВАННЯ ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ

Виконав

Студент групи ФсП-21

Берніш Микола

Перевірив:

Доц. Сас Н.Б

Львів 2021

Мета: Навчитись моделювати випадкові процеси та визначати їхні основні характеристики.

Завдання:

3.1.1. Оцінити математичне сподівання отриманої дискретної випадкової величини, результат вивести на екран.

3.1.2. Оцінити дисперсію отриманої дискретної випадкової величини, результат вивести на екран.

3.1.3. Побудувати частотну таблицю 2 (кількість інтервалів не менше 10), вивести її на екран.

3	x_i	2	3	5	12	21	33	44
	p_i	0.1	0.15	0.2	0.05	0.02	0.33	0.15
4	x_i	5	8	13	16	21	24	29

3.1.4. Побудувати гістограму та оцінити за її допомогою закон розподілу випадкової величини X .

3.1.5. Повторити виконання роботи для $n=1000$. Порівняти результати.

3.2. Змоделювати методом Неймана неперервну випадкову величину із заданою густиною розподілу ймовірності (таблиця 3).

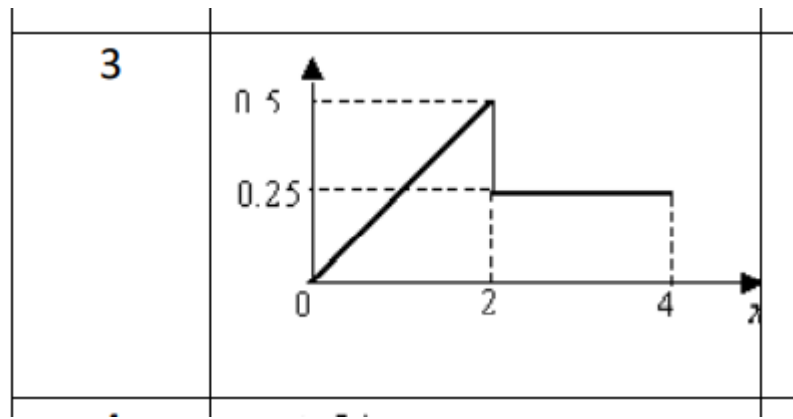
(Функції для графіка розраховуються за формулами $\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$ або $y=kx+b$ (залежно від виду графіка)).

3.2.1. Оцінити математичне сподівання отриманої дискретної випадкової величини, результат вивести на екран.

3.2.2. Оцінити дисперсію отриманої дискретної випадкової величини, результат вивести на екран.

3.2.3. Побудувати частотну таблицю 2 (кількість інтервалів не менше 10), вивести її на екран.

3.2.4. Перевірити гіпотезу про закон розподілу методом гістограм, побудувати і вивести на екран гістограму



Для обрахунку будуть використовуватись функції з першої лабораторної роботи*

Хід роботи

Завдання 3.1

1. Створимо програму яка генерує масив чисел в діапазоні від 0 до 1, розділить проміжок на інтервалита за допомогою таблиці розподілу згенерує випадкове значення

```
pseudo_list = genPseudoRandom(N) # 100 1000
print(f"Згенерований масив {pseudo_list}")
delta1 = delta1get(pi)
print(f"Згенеруємо інтервали {delta1}")
gen_list = genList(pseudo_list, delta1, xi)
```

Рис.1

Функція генерації списку інтервалів на основі таблиці розподілу

```
def delta1get(ps):
    result = []
    for i in range(len(ps)):
        if i == 0:
            result.append(ps[i])
        else:
            result.append(round(result[i-1] + ps[i], 2))
    return result
```

Функція генерації випадкового значення на основі списку розподілу

```
def genList(random_list, deltas, xs):
    result = []
    for item in random_list:
        for delta in enumerate(deltas):
            if item < delta[1]:
                result.append(xs[delta[0]])
                break
    return result
```

2. Після цього обраховуємо очікуване математичне сподівання та дисперсію, зразу після цього обраховуємо ці значення на основі нашого масиву чисел

```
print("Очікуваний список на основі таблиці розподілу (gen_list):")
M_diskr = MathSpod(xi, pi)
print()
print(f"Очікуване Математичне сподівання дискретної величини: {M_diskr}")
print(f"Очікувана дисперсія дискретної величини: {Dispers(xi, pi)}")
M = find_M(gen_list)
print()
print(f"Обраховане Математичне сподівання згенерованого масиву(розпод): {M}")
print(f"Обрахована дисперсія згенерованого масиву(розпод): {find_D(gen_list, M)}")
# gen_table_task(xi, delta1, gen_list, N)
```

Рис.2

3. Тепер згенеруємо гістограму та частотну таблицю $N = 15$

```
gen_table_task(gen_list, intervals, N)
gen_gist_task(gen_list, intervals)
```

Рис.4

4. Та подивимося на результат обрахунку Рис.5

```
Завдання 1

Дано таблицю розподілу:
[2, 3, 5, 12, 21, 33, 44]
[0.1, 0.15, 0.2, 0.05, 0.02, 0.33, 0.15]

Згенерований масив [0.01787418842404198, 0.5061045266803291, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465, 0.46287404827627465]
Згенеруємо інтервали [0.1, 0.25, 0.45, 0.5, 0.52, 0.85, 1.0]
Згенерований список на основі таблиці розподілу [2, 21, 12, 3, 3, 33, 44, 33, 33, 44, 33, 33, 44, 33, 33]

Очікуване Математичне сподівання дискретної величини: 20.16
Очікувана дисперсія дискретної величини: 266.11439999999993

Обраховане Математичне сподівання згенерованого масиву(розпод): 19.13333333333333
Обрахована дисперсія згенерованого масиву(розпод): 283.58222222222224
```

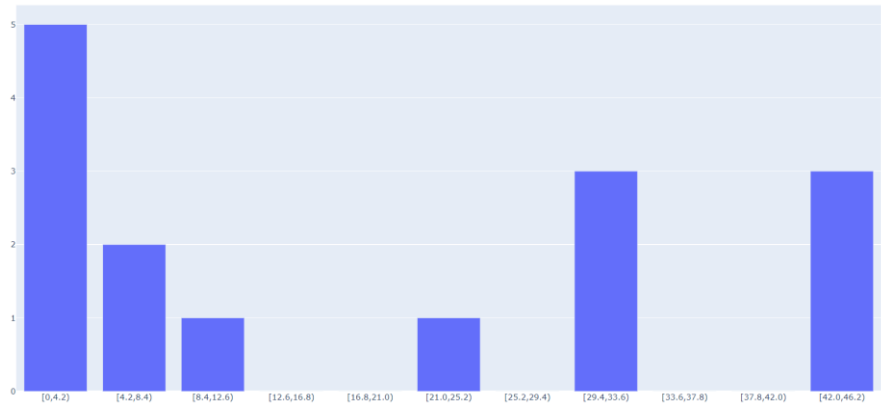
Рис.5

Як видно на Рис.5 математичне сподівання та дисперсія згенерованого масиву наближено дорівнює теоретичним

даним з невеликою похибкою. Тепер давайте подивимся що нам покаже частотна таблиця та гістограма(за умовою кількість інтервалів більше 10)

Інтервал	Частота потрапляння	Відносна ЧП
[0,4.2)	5	0.3333333333333333
[4.2,8.4)	2	0.1333333333333333
[8.4,12.6)	1	0.0666666666666667
[12.6,16.8)	0	0
[16.8,21.0)	0	0
[21.0,25.2)	1	0.0666666666666667
[25.2,29.4)	0	0
[29.4,33.6)	3	0.2
[33.6,37.8)	0	0
[37.8,42.0)	0	0
[42.0,46.2)	3	0.2

Частотна таблиця



гістограма

5. Тепер повторимо дії для N = 1015

```
Дано таблицю розподілу:
[2, 3, 5, 12, 21, 33, 44]
[0.1, 0.15, 0.2, 0.05, 0.02, 0.33, 0.15]

Згенерований масив [0.7598757500407846, 0.20384118531644246, 0.45912302090194523, 0.
Згенеруємо інтервали [0.1, 0.25, 0.45, 0.5, 0.52, 0.85, 1.0]
Згенерований список на основі таблиці розподілу [33, 3, 12, 33, 44, 44, 5, 5, 33, 44]

Очікуване Математичне сподівання дискретної величини: 20.16
Очікувана дисперсія дискретної величини: 266.11439999999993

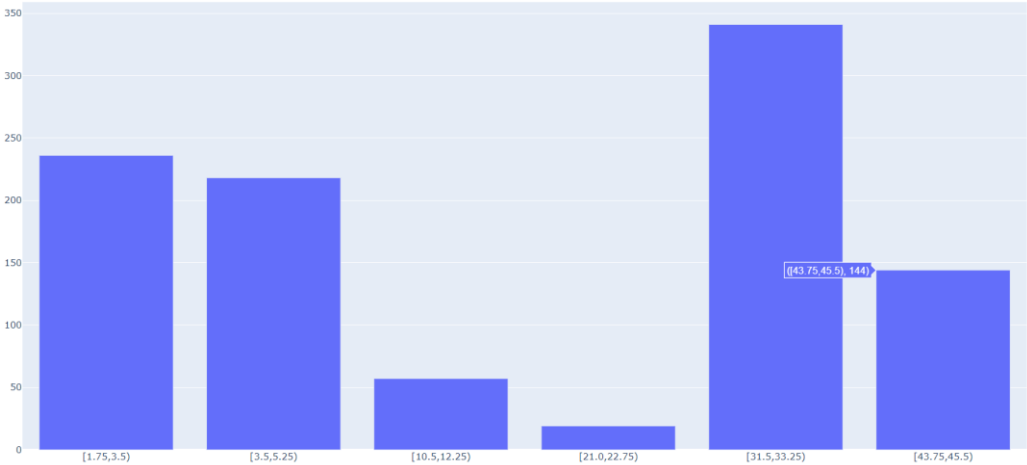
Обраховане Математичне сподівання згенерованого масиву(розпод): 20.069950738916223
Обрахована дисперсія згенерованого масиву(розпод): 261.0384566478217
```

Рис.6

Як видно на рисунку 6, точність обрахунків на основі згенерованого набору чисел збільшилась

Інтервал	Частота потрапляння	Відносна ЧП
[0,1,75]	0	0
[1,75,3,5]	236	0.23251231527093597
[3,5,5,25]	218	0.2147783251231527
[5,25,7,0]	0	0
[7,0,8,75]	0	0
[8,75,10,5]	0	0
[10,5,12,25]	57	0.0561576354679803
[12,25,14,0]	0	0
[14,0,15,75]	0	0
[15,75,17,5]	0	0
[17,5,19,25]	0	0
[19,25,21,0]	0	0
[21,0,22,75]	19	0.0187192118226601
[22,75,24,5]	0	0
[24,5,26,25]	0	0
[26,25,28,0]	0	0
[28,0,29,75]	0	0
[29,75,31,5]	0	0
[31,5,33,25]	341	0.3359605911330049
[33,25,35,0]	0	0
[35,0,36,75]	0	0
[36,75,38,5]	0	0
[38,5,40,25]	0	0
[40,25,42,0]	0	0
[42,0,43,75]	0	0
[43,75,45,5]	144	0.14187192118226602

Частотна таблиця



Гістограма(інтервали з 0 співпадіннями приховано)

Завдання 3.2

6. Опишемо функцію мого варіанту(3)

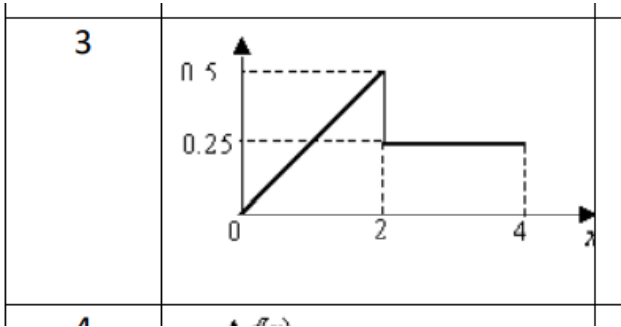


Рис.7

```
def task2_func(x):
    if x < 0 or x > 4:
        raise Exception
    elif (x < 2):
        return 0.25 * x
    else:
        return 0.25
```

Рис.8

$$f(x) \begin{cases} \frac{1}{4}x; & 0 \leq x < 2 \\ 0,25; & 2 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

Математичний запис

7. Згідно методу Неймана, згенеруємо набір чисел

```
r1, r2 = random(), random()
x0 = a + r1 * (b - a)
n0 = r2 * M
if n0 > task2_func(x0):
    rand_list.append(x0)
    counter = counter + 1
```

Рис.9

8. Після цього обрахуємо Математичне сподівання, та дисперсію. Та виведемо гістограму та частотну таблицю

```
print(rand_list)
M = find_M(rand_list)
print()
print(f"Обраховане Математичне сподівання згенерованого масиву: {M}")
print(f"Обрахована дисперсія згенерованого масиву: {find_D(rand_list, M)}")
intervals = gen_intervals_task(rand_list, a, b)
gen_table_task(rand_list, intervals, N)
gen_gist_task(rand_list, intervals)
```

Рис.10

9. Результат Рис. 11

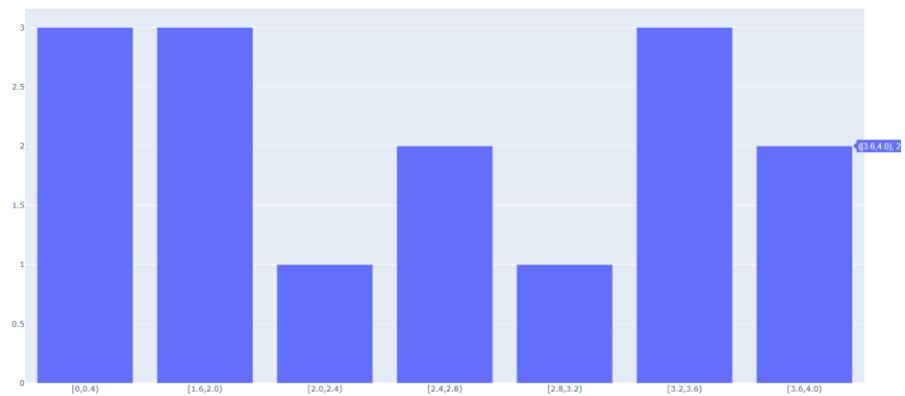
```
Завдання 2
[1.8077475815364057, 3.811474274466466, 3.3667767697286597, 1.7008121164786432

Обраховане Математичне сподівання згенерованого масиву: 2.2615243508109932
Обрахована дисперсія згенерованого масиву: 1.5184244096857364
```

Рис.11

Інтервал	Частота потрапляння	Відносна ЧП
[0,0.4)	3	0.2
[0.4,0.8)	0	0
[0.8,1.2)	0	0
[1.2,1.6)	0	0
[1.6,2.0)	3	0.2
[2.0,2.4)	1	0.0666666666666667
[2.4,2.8)	2	0.1333333333333333
[2.8,3.2)	1	0.0666666666666667
[3.2,3.6)	3	0.2
[3.6,4.0)	2	0.1333333333333333

Частотна таблиця



Гістограма(нульові інтервали приховані)

10. Повторимо для N = 1015

```
Завдання 2
[0.8422851449823114, 1.4767292702680175, 0.38809477722331476, 2.6134793797760

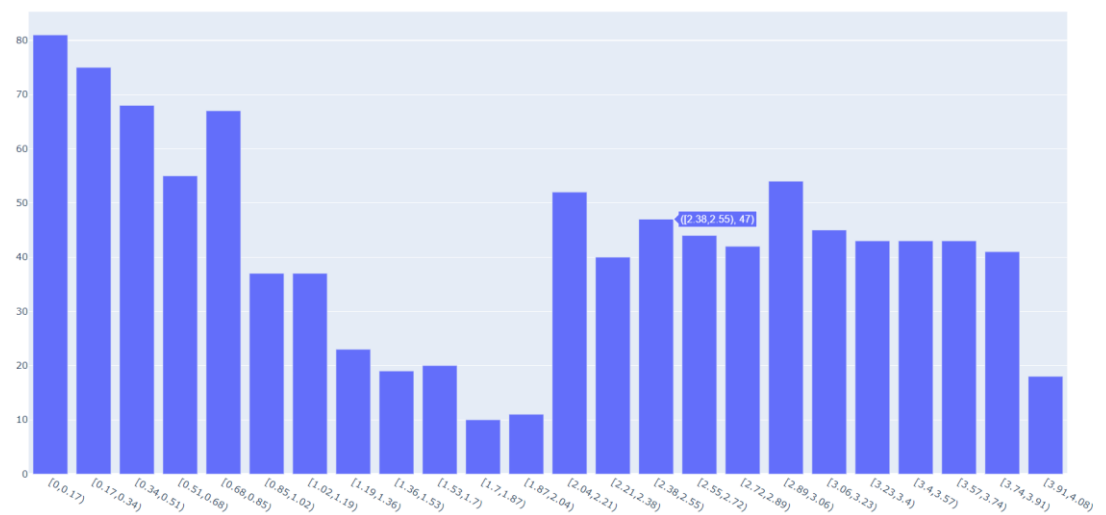
Обраховане Математичне сподівання згенерованого масиву: 1.8476843373522147
Обрахована дисперсія згенерованого масиву: 1.615754815195982

Process finished with exit code 0
```

Рис.12

Інтервал	Частота потрапляння	Відносна ЧП
[0,0.17)	81	0.07980295566502463
[0.17,0.34)	75	0.07389162561576355
[0.34,0.51)	68	0.06699507389162561
[0.51,0.68)	55	0.054187192118226604
[0.68,0.85)	67	0.06600985221674877
[0.85,1.02)	37	0.03645320197044335
[1.02,1.19)	37	0.03645320197044335
[1.19,1.36)	23	0.022660098522167486
[1.36,1.53)	19	0.0187192118226601
[1.53,1.7)	20	0.019704433497536946
[1.7,1.87)	10	0.009852216748768473
[1.87,2.04)	11	0.01083743842364532
[2.04,2.21)	52	0.05123152709359606
[2.21,2.38)	40	0.03940886699507389
[2.38,2.55)	47	0.04630541871921182
[2.55,2.72)	44	0.04334975369458128
[2.72,2.89)	42	0.041379310344827586
[2.89,3.06)	54	0.053201970443349754
[3.06,3.23)	45	0.04433497536945813
[3.23,3.4)	43	0.042364532019704436
[3.4,3.57)	43	0.042364532019704436
[3.57,3.74)	43	0.042364532019704436
[3.74,3.91)	41	0.04039408866995074
[3.91,4.08)	18	0.01773990147783252

Частотна таблиця



гістограма

Висновок: Отже, я навчився моделювати випадкові процеси та визначати їхні основні характеристики. Створювати частотні таблиці та гістограми.