ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова

ОТЧЕТ

ПО ДОМАШНЕЙ РАБОТЕ 2

по майнору

Выполнен студентом: Юлдашов Алишер, группа БИВ196

Финляндия

Москва 2021

Задания

1.По нормированным данным о ежедневном числе инфицированных найти оценку среднего числа потомков одной частицы для ветвящегося процесса, описывающего эпидемический процесс. Является ли этот процесс докритическим, критическим или надкритическим?

2. Найти оценку вероятности отсутствия потомков одной частицы в предположении, что число потомков одной частицы имеет геометрическое распределение.

3. Найти вероятность вырождения ветвящегося процесса, описывающего эпидемический процесс, в предположении, что число потомков одной частицы имеет геометрическое распределение.

4. Если процесс является докритическим, найти приближенно среднее время до вырождения процесса (окончания эпидемии).

5. Смоделировать 5 траекторий ветвящегося процесса на интервале с 1 по 30 день наблюдений, построить соответствующие графики. Усреднить значения сгенерированных траекторий за каждый день наблюдений(с 1 по 30), построить график усредненной траектории и сравнить ее с реальными данными.

Решение

1 задача

Возьмем столбец инфицированные-нормированные (пронормированные по формуле – L1*100000/I1)

I - normal
46,56974
47,69936
49,28448
50,9607
52,19965
29,04232
31,10115
34,45359
36,23913
32,249
34,12563
36,07515
38,48016
31,30157
32,59517
34,36249
36,47598
31,72062
34,61757
32,50407
33,39684
35,63787
36,87682
28,91478
30,35414
33,1782
34,94552
26,92882
29,42493
30,88251
31,21047
26,01783
26,78306
28,3864
17,03549
18,01935
19,11254
19,67735
20,00531
24,39627
25,27082
26,07249
26,63731
26,8195
21,69975
22,15524
23,30309
16,94439
17,52742
18,40197
18,93034
19,4405
19,4405
19,85955
14,3754
14,92199
15,34105
15,63256
15,99696
16,41601
16,68931
9,820457
9,984435
10,23951
10,53103
10,60391
10,67679
10,76789
10,80432
11,0594
11,22338
11,2416
7,597645
7,798062
4,372745
4,463844
4,7918
4,919338
4,919338
5,119756
5,210855
3,789712
3,880811
3,880811
3,99013
4,081229
4,154108
4,245207
2,477889
2,623647
2,732966
2,951603
3,006262
3,024482
3,133801
1,60334
1,548681
1,694439
2,004175
2,313911

Из него составим столбец числа потомков. Для этого в данном столбце нижнее разделим на верхнее:

1,024257
1,033231
1,034011
1,024312
0,55637
1,070891
1,107791
1,051824
0,889894
1,058192
1,057128
1,066667
0,813447
1,041327
1,05422
1,061506
0,86963
1,091327
0,938947
1,027466
1,067103
1,034765
0,784091
1,049779
1,093037
1,053267
0,770594
1,092693
1,049536
1,010619
0,833625
1,029412
1,059864
0,600128
1,057754
1,060667
1,029552
1,016667
1,21949
1,035848
1,031723
1,021663
1,00684
0,809103
1,020991
1,051809
0,727131
1,034409
1,049896
1,028713
1,026949
1
1,021556
0,723853
1,038023
1,028083
1,019002
1,02331
1,026196
1,016648
0,588428
1,016698
1,025547
1,02847
1,00692
1,006873
1,008532
1,003384
1,023609
1,014827
1,001623
0,675851
1,026379
0,560748
1,020833
1,073469
1,026616
1
1,040741
1,017794
0,727273
1,024038
1
1,028169
1,022831
1,017857
1,02193
0,583691
1,058824
1,041667
1,08
1,018519
1,006061
1,036145
0,511628
0,965909
1,094118
1,182796
1,154545

Просуммируем получившийся столбец (=СРЗНАЧ(AC1:AC99)):

0,982527

Следовательно наше мат ожидание меньше единицы, значит процесс докритический.

2 задача

Найдем вероятность отсутствия потомков одной частицы в предположении, что число потомков одной частицы имеет геометрическое распределение. Для этого 1 разделим на 1 плюс мат.ожидание. Получилось p -

0,504407

3 задача

Так как p >= 0.5 то значит вероятность вырождения ветвящегося процесса равна q = 1 из теории.

4 задача

Приближенно среднее время до вырождения процесса (окончания эпидемии) найдем путем нахождения натурального логарифма от I нормированного первого дня, деленное на модуль натурального логарифма мат. ожидания (=LN(O2)/ABS(LN(AD2))) -

217,8956

5 задача

Напишем программу на питоне для составления графиков

Программа:

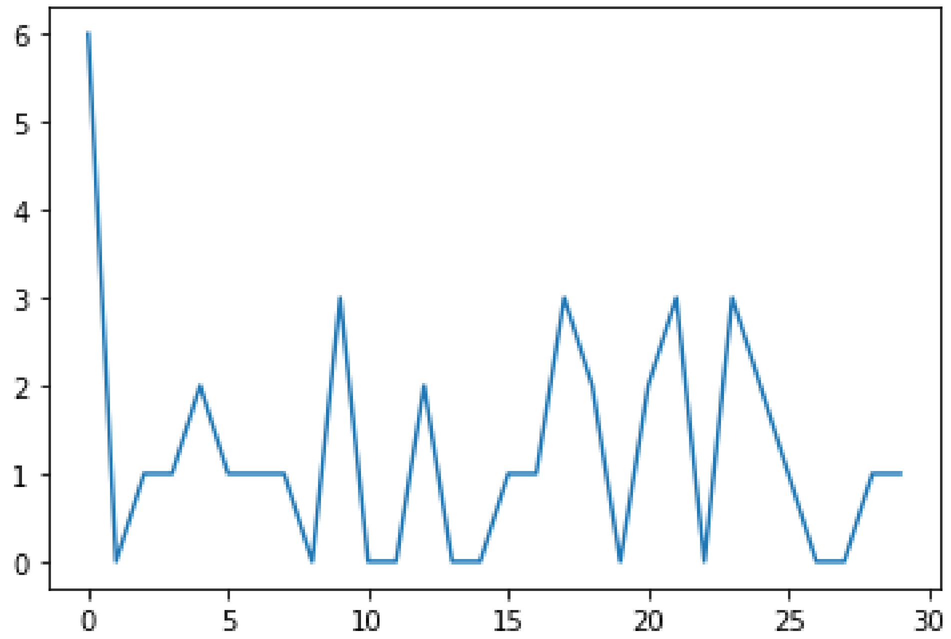
```
# library

import random

import math

import matplotlib.pyplot as plt

import numpy as np


# koef p, step of array, big arrray for 5 chain, array for avverage value

p = 0.504406756

step = 30

arr = []

avr = []


# generate array of chains

for b1 in range(0,150):

    r = random.random()
```

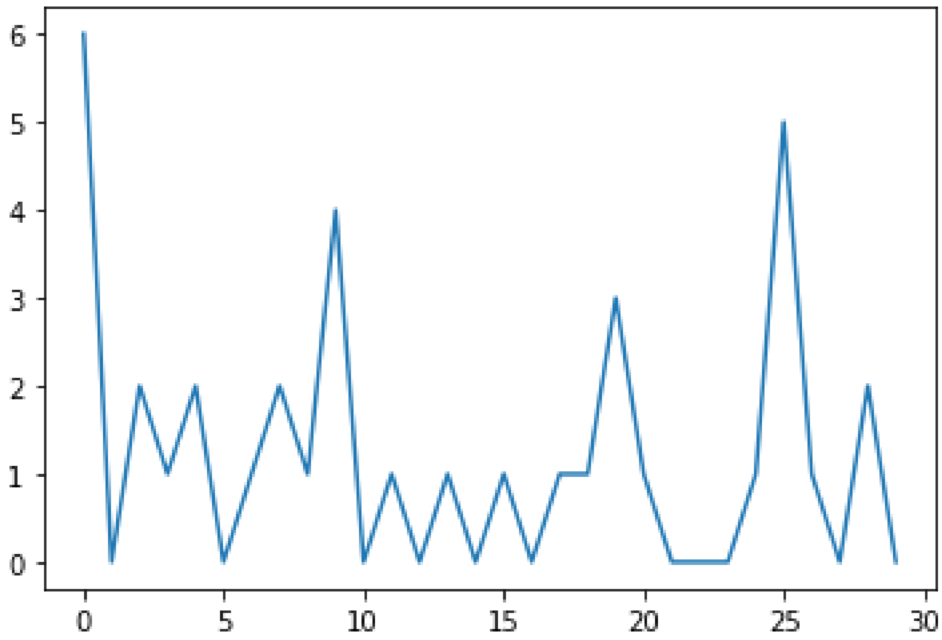
```
    cr = round(math.log(1-r)/math.log(1-p))
    print(r)
    arr.append(cr)
    print(cr)

# calculate average array
for b3 in range(0, 30):
    d =(arr[b3]+arr[b3 + step]+arr[b3 + step * 2]+arr[b3 + step * 3]+arr[b3 + step * 4])/5
    avr.append(d)
    print(round(d))

# printing 5 array
x = [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29]

y = arr[0:30]
plt.plot(x,y)
plt.show()

y = arr[30:60]
plt.plot(x,y)
plt.show()

y = arr[60:90]
plt.plot(x,y)
plt.show()

y = arr[90:120]
```

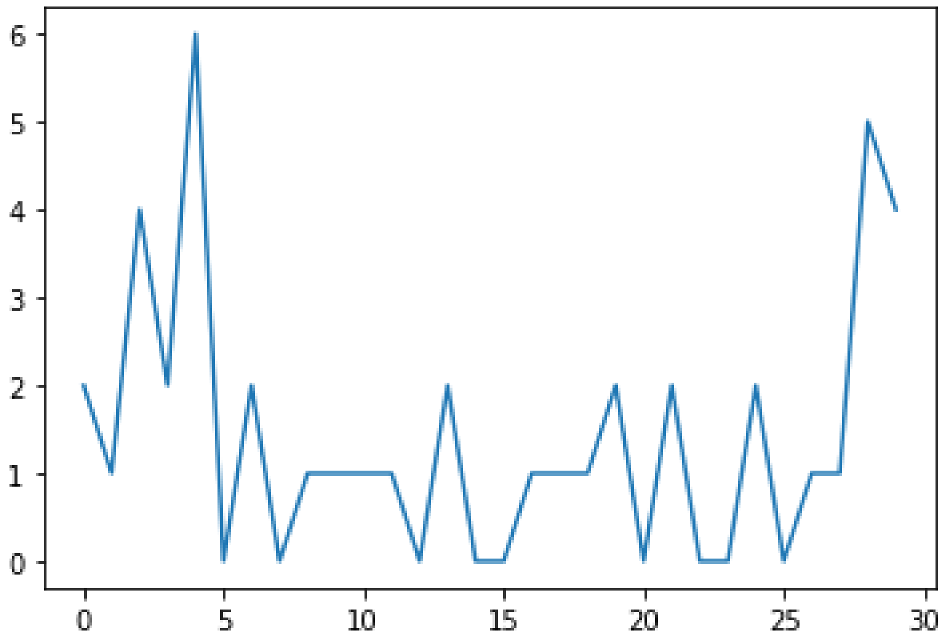
```
plt.plot(x,y)
plt.show()

y = arr[120:150]
plt.plot(x,y)
plt.show()

# printing average array
y = avr[0:30]
plt.plot(x,y)
plt.show()
```

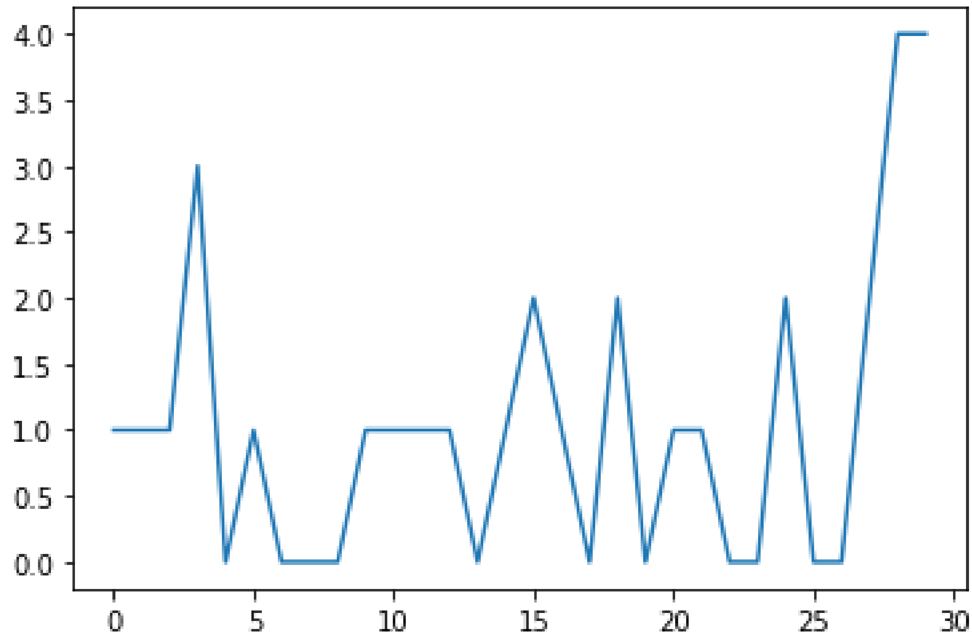
Вывод:

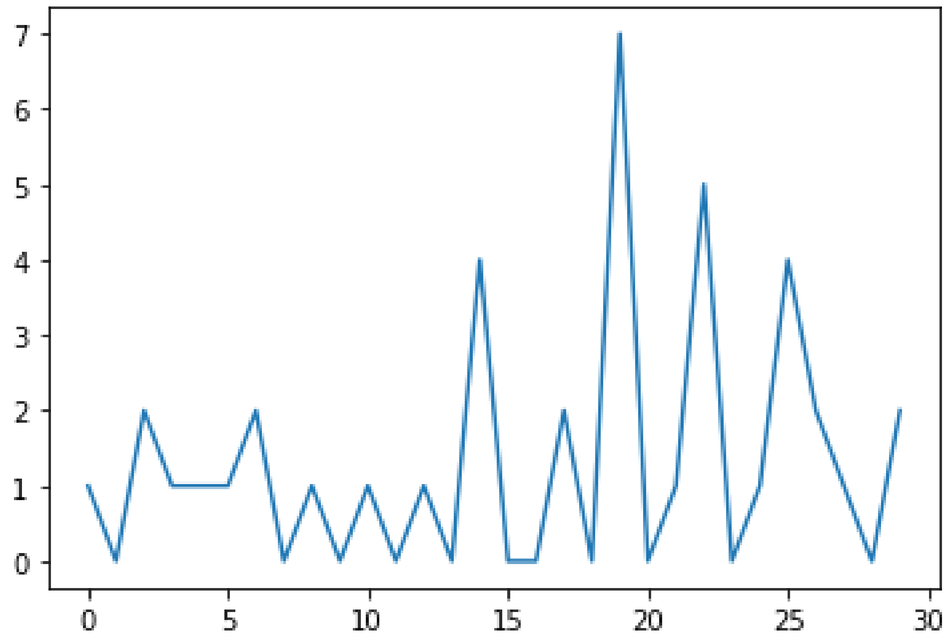
5 случайных последовательностей за 30 дней:



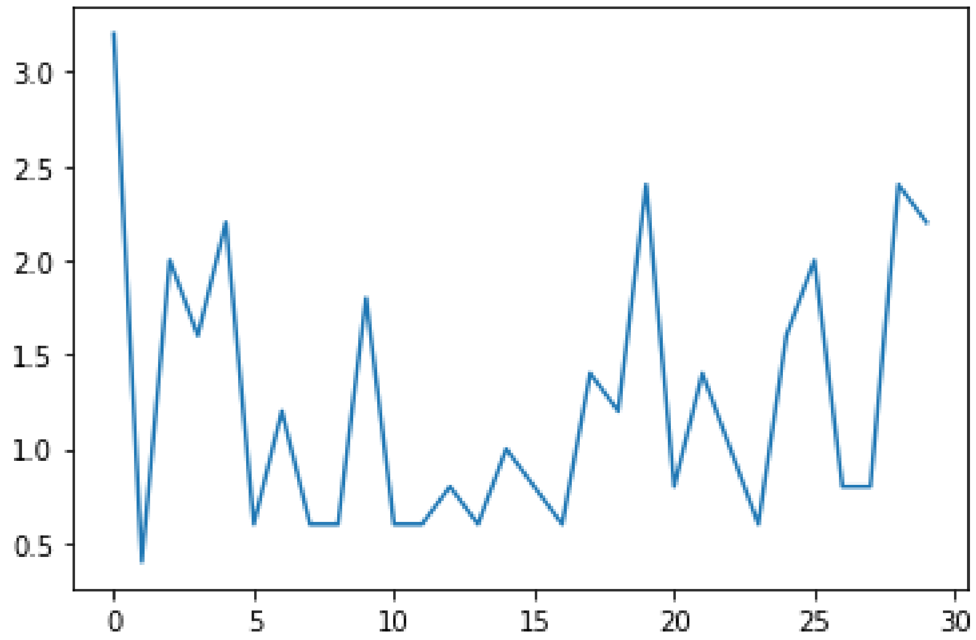

0
1
2
3
4
5
6
0
5
10
15
20
25
30


0
1
2
3
4
5
6
0
5
10
15
20
25
30





Их усредненное за 30 дней:



Если сравнить усредненный график с реальными данными, то можно сделать вывод, что усредненный график чуть более плавный.

Код и эксель файл в репозитории:

https://github.com/fuckinrobotics/minor-miem-covid-excel-python-analyze