

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных  
систем

Лабораторная работа №4  
по дисциплине «Теория надежности»  
тема: «Пьяница на утесе»

Выполнил: ст. группы ВТ-32  
Воскобойников И. С.  
Проверил: Кабелянц П. С.

Белгород 2021 г.

**Задание:**

Пьяница стоит между двумя пропастями, с одной стороны река, с другой копыя. В начальный момент времени пьяница стоит на левой ноге. Его поведение задается графом марковского процесса (смотри приложенный рисунок). 1) Необходимо определить среднее время жизни пьяницы и вероятность упасть в реку. 2) Написать программу, которая имитирует поведение пьяницы и выводит среднее количество переходов до падения с утеса и долю падений в реку. 3) Сравнить теоретическую вероятность падению в реку с долей падений в реку критерием сравнения долей.

Выполнение:

	P	K	L	O	M
P	1	0	0	0	0
K	0	1	0	0	0
L	$\frac{1}{i+j}$	0	0	$\frac{j}{i+j}$	0
O	0	0	$\frac{1}{i+j+k}$	$\frac{j}{i+j+k}$	$\frac{k}{i+j+k}$
M	0	$\frac{j}{j+k}$	0	$\frac{k}{j+k}$	0

$i=1$   
 $j=10$   
 $k=10$

	P	K	L	O	M
P	1	0	0	0	0
K	0	1	0	0	0
L	$\frac{1}{11}$	0	0	$\frac{10}{11}$	0
O	0	0	$\frac{1}{21}$	$\frac{10}{21}$	$\frac{10}{21}$
M	0	$\frac{10}{20}$	0	$\frac{10}{20}$	0

$$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \frac{10}{11} & 0 \\ 0 & \frac{1}{21} & \frac{10}{21} & \frac{10}{21} \\ 0 & 0 & \frac{10}{21} & 0 \end{pmatrix}$$

$$E-Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -\frac{10}{11} \\ 0 & -\frac{1}{21} & \frac{11}{21} & -\frac{10}{21} \\ 0 & 0 & -\frac{10}{21} & 1 \end{pmatrix}$$

$\lambda$     $O$     $M$

$\lambda$    1,17   3,58   1,71

$$N = (E-Q)^{-1} = \begin{pmatrix} 0,188 & 3,99 & -1,88 \\ 0,0804 & 4,88 & -1,88 \end{pmatrix}$$

$N$    0,0804   4,88   -1,88

Сколько раз мы сможем поехать в отпуск  
 среднее число раз в год по плану равно  
 3. 1 человек  $\rightarrow$   
 среднее время жизни  $= 1,17 + 3,58 + 1,71 =$   
 $= \underline{6,46}$

$$R = \begin{matrix} & P & K \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{4} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{10}{20} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$B = A \cdot R = \begin{pmatrix} 1,17 & 3,58 & 1,71 \\ 0,188 & 0,24 & 0,88 \\ 0,4884 & 1,88 & 1,84 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{4} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \frac{10}{20} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,106 & 0,855 \\ 0,0171 & 0,94 \\ 0,00813 & 0,945 \end{pmatrix}$$

$$\begin{matrix} & P & K \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0,106 & 0,855 \\ 0,0171 & 0,94 \\ 0,00813 & 0,945 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

вероятность того, что человек умрет в  
 году с вероятностью 0,106



```

from random import random

i = 1
j = 10
k = 10

def step(state):
    random_value = random()

    if state == "P":
        return state

    if state == "K":
        return state

    if state == "J":
        if random_value < (1. / 11.):
            state = "P"
        else:
            state = "O"
        return state

    if state == "O":
        if random_value < (1. / 21.):
            state = "J"
        elif random_value < (10. / 21.):
            state = "O"
        else:
            state = "I"

        return state

    if state == "I":
        if random_value < (10. / 20.):
            state = "K"
        else:
            state = "O"
        return state

def run_to_die():
    state = 'J'
    count_step = 0
    while True:
        count_step += 1
        state=step(state)
        if ((state == 'P') or (state == 'K')):
            return count_step, state

n = 10000
generate_result = [run_to_die() for _ in range(n)]

generate_last_states = [state for _, state in generate_result]
generate_time_life = [time for time, _ in generate_result]

print(generate_last_states)
print(generate_time_life)

```

```

avg_die_time = sum(generate_time_life) / len(generate_time_life)
p_die_in_river = generate_last_states.count("P") / len(generate_last_states)

print(f"Среднее время жизни: {avg_die_time}")
print(f"Вероятность упасть в реку: {p_die_in_river}")

```

```

from math import sqrt

```

```

gen_p = p_die_in_river

```

```

teor_p = 0.106

```

```

print(f"|K| = {abs((gen_p - teor_p) / (sqrt(gen_p * (1 - gen_p) / n)))} < 1.96\n")

```

```

    "Разница не большая значит все расчеты были выполнены верно. Значит гипотеза верна")

```

```

D:\Users\500a5\PycharmProjects\TN_drinker\venv\Scripts\python.exe D:/Users/500a5/PycharmProjects/TN_drinker/main.py
['K', 'K', 'P', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'K', 'P',
[15, 9, 1, 4, 8, 3, 5, 23, 4, 7, 10, 4, 22, 3, 10, 13, 4, 13, 3, 4, 5, 5, 4, 1, 1, 12, 3, 5, 1, 3, 6, 8, 6, 3, 3, 5, 9,
Среднее время жизни: 6.4401
Вероятность упасть в реку: 0.1056
|K| = 0.1301553837425402 < 1.96
Разница не большая значит все расчеты были выполнены верно. Значит гипотеза верна

Process finished with exit code 0

```