ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2

«ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА РОББИНСА-МОНРО ПРИ ПОСТРОЕНИИ КВАЗИОПТИМАЛЬНЫХ ИЗХОБРАЖЕНИЙ ВИДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ДО ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАННЫХ УСЛОВИЙ НАСЫЩЕННОСТИ»

ПО КУРСУ: «РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ»

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

**Исходные данные на лабораторную работу**

Наблюдаемое состояние системы имеет вид:

Обучающая выборка для -го вида технического состояния :

*(5.00, 6.00, 1.00, 1.80, 2.50)*

*(5.50, 6.00, 1.20, 2.10, 2.70)*

*(5.30, 6.50, 0.90, 1.60, 2.80)*

*(4.90, 5.50, 1.40, 1.70, 2.60)*

*(5.20, 6.30, 1.30, 1.70, 2.70)*

*(5.10, 6.00, 1.10, 2.00, 2.50)*

*(5.40, 6.20, 1.00, 2.20, 2.40)*

*(5.30, 6.20, 1.20, 1.60, 2.50)*

*(5.00, 6.10, 1.10, 2.10, 2.70)*

*(5.20, 6.30, 1.00, 2.00, 2.70)*

*(5.10, 6.00, 1.30, 1.80, 2.80)*

*(5.50, 5.70, 0.90, 1.60, 2.40)*

*(5.20, 5.60, 1.10, 1.90, 2.70)*

*(5.00, 6.00, 1.30, 1.80, 2.50)*

*(4.90, 5.90, 1.30, 1.70, 2.50)*

*(5.10, 5.70, 1.00, 2.00, 2.40)*

*(5.10, 5.90, 1.10, 2.00, 2.50)*

*(5.00, 5.80, 0.90, 1.90, 2.60)*

*(5.50, 5.70, 1.00, 1.80, 2.60)*

*(5.10, 5.80, 1.00, 2.10, 2.60)*

*(5.00, 5.80, 1.30, 1.90, 2.40)*

*(5.20, 6.00, 1.10, 2.10, 2.50)*

*(5.30, 6.50, 0.90, 2.00, 2.70)*

*(5.30, 6.50, 1.00, 2.00, 2.70)*

**Задание**.

Требуется, применяя алгоритм Роббинса-Монро, построить оптимальное изображение -го вида технического состояния двумя способами. В первом из них процесс обучения заканчивается, когда будет выполняться условие:

при

Во втором обучение завершается при выполнении условия

при

Согласно варианту №12, очередность использования в рекуррентной процедуре обучающих образов из выборки начинается с , до – затем с до . Таким образом, обучающая выборка принимает вид:

*(5.20, 5.60, 1.10, 1.90, 2.70)*

*(5.00, 6.00, 1.30, 1.80, 2.50)*

*(4.90, 5.90, 1.30, 1.70, 2.50)*

*(5.10, 5.70, 1.00, 2.00, 2.40)*

*(5.10, 5.90, 1.10, 2.00, 2.50)*

*(5.00, 5.80, 0.90, 1.90, 2.60)*

*(5.50, 5.70, 1.00, 1.80, 2.60)*

*(5.10, 5.80, 1.00, 2.10, 2.60)*

*(5.00, 5.80, 1.30, 1.90, 2.40)*

*(5.20, 6.00, 1.10, 2.10, 2.50)*

*(5.30, 6.50, 0.90, 2.00, 2.70)*

*(5.30, 6.50, 1.00, 2.00, 2.70)*

*(5.00, 6.00, 1.00, 1.80, 2.50)*

*(5.50, 6.00, 1.20, 2.10, 2.70)*

*(5.30, 6.50, 0.90, 1.60, 2.80)*

*(4.90, 5.50, 1.40, 1.70, 2.60)*

*(5.20, 6.30, 1.30, 1.70, 2.70)*

*(5.10, 6.00, 1.10, 2.00, 2.50)*

*(5.40, 6.20, 1.00, 2.20, 2.40)*

*(5.30, 6.20, 1.20, 1.60, 2.50)*

*(5.00, 6.10, 1.10, 2.10, 2.70)*

*(5.20, 6.30, 1.00, 2.00, 2.70)*

*(5.10, 6.00, 1.30, 1.80, 2.80)*

*(5.50, 5.70, 0.90, 1.60, 2.40)*

**Использованные формулы**

1. G-преобразрование
2. Изображение

Первое изображение инициируется как:

Последующие изображения вычисляются как:

1. Расстояние Чебышева.
2. Евклидово расстояние.

**Ход работы**

По заданному алгоритму был написан скрипт Python, листинг которого представлен в приложении А. Результат выполнения представлен ниже:

Для шага № 0

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- --- --- ---

5.2 5.6 1.1 1.9 2.7

--- --- --- --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- -------- -------- --------- -------

-0.883455 0.775566 0.808496 -0.790968 0.96989

--------- -------- -------- --------- -------

Изображение:

--------- -------- -------- --------- -------

-0.883455 0.775566 0.808496 -0.790968 0.96989

--------- -------- -------- --------- -------

Для шага № 1

Вектор наблюдаемого состояния:

- - --- --- ---

5 6 1.3 1.8 2.5

- - --- --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- ------- -------- --------- -----

-0.958924 0.96017 0.515501 -0.896758 0.938

--------- ------- -------- --------- -----

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.921189 0.867868 0.661999 -0.843863 0.953945

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.1464975159990629 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.1856267587946319 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 2

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- --- --- ---

4.9 5.9 1.3 1.7 2.5

--- --- --- --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- -------- -------- --------- -----

-0.982453 0.927478 0.515501 -0.966798 0.938

--------- -------- -------- --------- -----

Изображение:

--------- -------- -------- --------- -------

-0.941611 0.887738 0.613166 -0.884841 0.94863

--------- -------- -------- --------- -------

По критерию 1: 0.04883250533302097 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.07002806994580076 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 3

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- - - ---

5.1 5.7 1 2 2.4

--- --- - - ---

Вектор G-преобразования:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.925815 0.834713 0.909297 -0.653644 0.793668

--------- -------- -------- --------- --------

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.937662 0.874482 0.687199 -0.827042 0.909889

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.07403276108454393 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.10253672184862449 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 4

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- --- - ---

5.1 5.9 1.1 2 2.5

--- --- --- - ---

Вектор G-преобразования:

--------- -------- -------- --------- -----

-0.925815 0.927478 0.808496 -0.653644 0.938

--------- -------- -------- --------- -----

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.935292 0.885081 0.711459 -0.792362 0.915512

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.03467967291185947 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.044054152498744156 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 5

Вектор наблюдаемого состояния:

- --- --- --- ---

5 5.8 0.9 1.9 2.6

- --- --- --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- ------- -------- --------- --------

-0.958924 0.88552 0.973848 -0.790968 0.998543

--------- ------- -------- --------- --------

Изображение:

--------- -------- ------- -------- -------

-0.939231 0.885154 0.75519 -0.79213 0.92935

--------- -------- ------- -------- -------

По критерию 1: 0.04373150587610619 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.04603830004965024 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 6

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- - --- ---

5.5 5.7 1 1.8 2.6

--- --- - --- ---

Вектор G-преобразования:

-------- -------- -------- --------- --------

-0.70554 0.834713 0.909297 -0.896758 0.998543

-------- -------- -------- --------- --------

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.905847 0.877948 0.777205 -0.807077 0.939235

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.03338436259294941 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.04440984947652918 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 7

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- - --- ---

5.1 5.8 1 2.1 2.6

--- --- - --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- ------- -------- --------- --------

-0.925815 0.88552 0.909297 -0.490261 0.998543

--------- ------- -------- --------- --------

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.908343 0.878895 0.793717 -0.767475 0.946648

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.039601998953909257 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.04362378410316998 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 8

Вектор наблюдаемого состояния:

- --- --- --- ---

5 5.8 1.3 1.9 2.4

- --- --- --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- ------- -------- --------- --------

-0.958924 0.88552 0.515501 -0.790968 0.793668

--------- ------- -------- --------- --------

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.913963 0.879631 0.762804 -0.770085 0.929651

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.030912840112022666 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.035825585316232256 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 9

Вектор наблюдаемого состояния:

--- - --- --- ---

5.2 6 1.1 2.1 2.5

--- - --- --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- ------- -------- --------- -----

-0.883455 0.96017 0.808496 -0.490261 0.938

--------- ------- -------- --------- -----

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.910912 0.887685 0.767373 -0.742103 0.930486

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.027982431466584856 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.029643970383401462 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 10

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- --- - ---

5.3 6.5 0.9 2 2.7

--- --- --- - ---

Вектор G-преобразования:

--------- -------- -------- --------- -------

-0.832267 0.976588 0.973848 -0.653644 0.96989

--------- -------- -------- --------- -------

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.903762 0.895767 0.786144 -0.734061 0.934068

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.01877039155003224 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.023372304723543968 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 11

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- - - ---

5.3 6.5 1 2 2.7

--- --- - - ---

Вектор G-преобразования:

--------- -------- -------- --------- -------

-0.832267 0.976588 0.909297 -0.653644 0.96989

--------- -------- -------- --------- -------

Изображение:

--------- -------- -------- -------- --------

-0.897805 0.902502 0.796407 -0.72736 0.937053

--------- -------- -------- -------- --------

По критерию 1: 0.010262809287317376 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.015492054316074571 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 12

Вектор наблюдаемого состояния:

- - - --- ---

5 6 1 1.8 2.5

- - - --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- ------- -------- --------- -----

-0.958924 0.96017 0.909297 -0.896758 0.938

--------- ------- -------- --------- -----

Изображение:

--------- -------- ------- -------- --------

-0.902506 0.906938 0.80509 -0.74039 0.937126

--------- -------- ------- -------- --------

По критерию 1: 0.013030684031300699 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.01694098845311403 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 13

Вектор наблюдаемого состояния:

--- - --- --- ---

5.5 6 1.2 2.1 2.7

--- - --- --- ---

Вектор G-преобразования:

-------- ------- -------- --------- -------

-0.70554 0.96017 0.675463 -0.490261 0.96989

-------- ------- -------- --------- -------

Изображение:

--------- ------- -------- --------- --------

-0.888437 0.91074 0.795831 -0.722524 0.939466

--------- ------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.017866384758417064 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.024956144049219982 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 14

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- --- --- ---

5.3 6.5 0.9 1.6 2.8

--- --- --- --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.832267 0.976588 0.973848 -0.998295 0.854599

--------- -------- -------- --------- --------

Изображение:

--------- ------- -------- --------- --------

-0.884692 0.91513 0.807699 -0.740909 0.933808

--------- ------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.018384730172975483 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.023326927863572544 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 15

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- --- --- ---

4.9 5.5 1.4 1.7 2.6

--- --- --- --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- ------- -------- --------- --------

-0.982453 0.70867 0.334988 -0.966798 0.998543

--------- ------- -------- --------- --------

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.890802 0.902226 0.778155 -0.755027 0.937854

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.029544434507911332 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.03595001484295408 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 16

Вектор наблюдаемого состояния:

--- --- --- --- ---

5.2 6.3 1.3 1.7 2.7

--- --- --- --- ---

Вектор G-преобразования:

--------- -------- -------- --------- -------

-0.883455 0.999859 0.515501 -0.966798 0.96989

--------- -------- -------- --------- -------

Изображение:

-------- -------- -------- --------- --------

-0.89037 0.907969 0.762704 -0.767484 0.939739

-------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.015450193879594787 <= 0.01 - условие не выполняется

По критерию 2: 0.020751143934605004 <= 0.01 - условие не выполняется

Для шага № 17

Вектор наблюдаемого состояния:

--- - --- - ---

5.1 6 1.1 2 2.5

--- - --- - ---

Вектор G-преобразования:

--------- ------- -------- --------- -----

-0.925815 0.96017 0.808496 -0.653644 0.938

--------- ------- -------- --------- -----

Изображение:

--------- -------- -------- --------- --------

-0.892339 0.910869 0.765248 -0.761159 0.939642

--------- -------- -------- --------- --------

По критерию 1: 0.006324454676712277 <= 0.01 - условие выполняется.

По критерию 2: 0.0076660142018654025 <= 0.01 - условие выполняется.

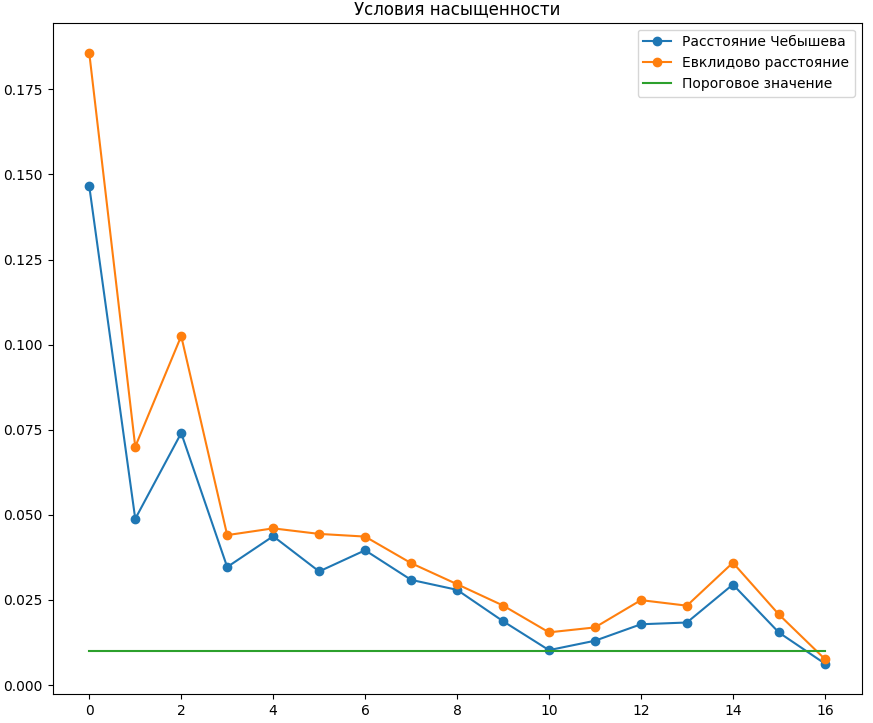


Рисунок 1 – График условий насыщенности

**Выводы**

В ходе выполнения лабораторной работы были получены навыки в применении алгоритма Роббинса-Монро для построения оптимальных изображений по двум критериям – расстоянию Чебышева и Евклида. При этом оба метода показали одинаковый результат:

**Приложение А. Листинг программы**

**Скрипт Python:**

import math  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
import tabulate  
  
  
def load\_data(file\_name, var\_num):  
 current\_var = 0  
 late\_numbers = []  
 with open(file\_name) as file:  
 numbers = []  
 for line in file:  
 current\_var += 1  
 temp\_line = []  
 for elem in line.rsplit():  
 temp\_line.append(float(elem))  
 if current\_var > var\_num:  
 numbers.append(temp\_line)  
 else:  
 late\_numbers.append(temp\_line)  
 numbers.extend(late\_numbers)  
 return numbers  
  
  
def get\_g\_fun(data\_list):  
 return [math.sin(data\_list[0]),  
 math.cos(data\_list[1]),  
 math.sin(2 \* data\_list[2]),  
 math.cos(2 \* data\_list[3]),  
 math.sin(3 \* data\_list[4])]  
  
  
def robbins\_step(g\_list, e\_list, data\_set, current\_step, is\_1\_done, is\_2\_done, cond\_1, cond\_2):  
 current\_g = get\_g\_fun(data\_set[current\_step])  
 g\_list.append(current\_g)  
 if current\_step == 0:  
 current\_e = current\_g  
 else:  
 current\_e = [e\_list[current\_step - 1][i] - 1 / (current\_step + 1) \*  
 (e\_list[current\_step - 1][i] - current\_g[i]) for i in range(5)]  
 e\_list.append(current\_e)  
 print("\nДля шага №", current\_step)  
 print("Вектор наблюдаемого состояния:")  
 print(tabulate.tabulate([data\_set[current\_step]]))  
 print("Вектор G-преобразования:")  
 print(tabulate.tabulate([current\_g]))  
 print("Изображение:")  
 print(tabulate.tabulate([current\_e]))  
  
 if current\_step != 0:  
 if not is\_1\_done:  
 first\_condition = max([abs(e\_list[current\_step][i] - e\_list[current\_step - 1][i]) for i in range(5)])  
 print("По критерию 1:", first\_condition, ("<= 0.01 - условие не выполняется" if first\_condition > 0.01  
 else "<= 0.01 - условие выполняется."))  
 cond\_1.append(first\_condition)  
 else:  
 first\_condition = 0  
 if not is\_2\_done:  
 second\_condition = math.sqrt(sum([pow(e\_list[current\_step][i] - e\_list[current\_step - 1][i], 2) for i in range(5)]))  
 print("По критерию 2:", second\_condition, ("<= 0.01 - условие не выполняется" if second\_condition > 0.01  
 else "<= 0.01 - условие выполняется."))  
 cond\_2.append(second\_condition)  
 else:  
 second\_condition = 0  
  
 if first\_condition <= 0.01:  
 if second\_condition <= 0.01:  
 return  
 else:  
 robbins\_step(g\_list, e\_list, data\_set, current\_step + 1, True, False, cond\_1, cond\_2)  
 else:  
 robbins\_step(g\_list, e\_list, data\_set, current\_step + 1, False, False, cond\_1, cond\_2)  
  
 else:  
 robbins\_step(g\_list, e\_list, data\_set, current\_step + 1, False, False, cond\_1, cond\_2)  
  
  
data = load\_data("LAB-2\_Data.txt", 12)  
g, e, c1, c2 = [], [], [], []  
print(tabulate.tabulate(data))  
  
robbins\_step(e, g, data, 0, False, False, c1, c2)  
  
x = list(range(len(c1)))  
plt.plot(x, c1, marker='o')  
plt.plot(x, c2, marker='o')  
plt.plot(x, [0.01 for \_ in range(len(c1))])  
plt.title("Условия насыщенности")  
plt.legend(["Расстояние Чебышева", "Евклидово расстояние", "Пороговое значение"])  
  
plt.show()

**Файл «LAB-2\_Data.txt»:**

5.00 6.00 1.00 1.80 2.50  
5.50 6.00 1.20 2.10 2.70  
5.30 6.50 0.90 1.60 2.80  
4.90 5.50 1.40 1.70 2.60  
5.20 6.30 1.30 1.70 2.70  
5.10 6.00 1.10 2.00 2.50  
5.40 6.20 1.00 2.20 2.40  
5.30 6.20 1.20 1.60 2.50  
5.00 6.10 1.10 2.10 2.70  
5.20 6.30 1.00 2.00 2.70  
5.10 6.00 1.30 1.80 2.80  
5.50 5.70 0.90 1.60 2.40  
5.20 5.60 1.10 1.90 2.70  
5.00 6.00 1.30 1.80 2.50  
4.90 5.90 1.30 1.70 2.50  
5.10 5.70 1.00 2.00 2.40  
5.10 5.90 1.10 2.00 2.50  
5.00 5.80 0.90 1.90 2.60  
5.50 5.70 1.00 1.80 2.60  
5.10 5.80 1.00 2.10 2.60  
5.00 5.80 1.30 1.90 2.40  
5.20 6.00 1.10 2.10 2.50  
5.30 6.50 0.90 2.00 2.70  
5.30 6.50 1.00 2.00 2.70