

Министерство образования и науки Российской Федерации
Севастопольский государственный университет
Институт информационных технологий

Кафедра ИС

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА МНОГОМЕРНОЙ ПОЛЕЗНОСТИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Выполнил:

ст. гр. ИС/6-21-2-о

Мовенко К. М.

Проверил:

Кротов К.В.

Севастополь

2024

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследовать применение аппарата теории многомерной полезности при принятии решений по выбору эффективных альтернатив.

2. ЗАДАНИЕ

Вариант 3. Перед ЛПР стоит проблема выбора объекта недвижимости, в который он может вложить средства (покупка дачи). Выбор определяется значением критериев:

K_1 – качество дачи;

K_2 – расстояние до города;

K_3 – цена.

Диапазон значений параметра «качество дачи», на основании которых определяются значения критерия K_1 , задан равным $[20;100]$ (измеряется в процентах). Для определения многомерной функции полезности $U(k_1, k_2, k_3)$ и одномерной функции $U_1(k_1)$ на интервале $[20;100]$ заданы следующие дискретные значения: 20, 40, 60, 80, 100.

Диапазон значений параметра «расстояние до города», на основании которых определяются значения критерия K_2 , задан равным $[20;120]$. Дискретные значения, для которых определяются значения функций $U(k_1, k_2, k_3)$ и одномерной функции $U_2(k_2)$, заданы следующими: 20, 40, 60, 80, 100, 120 (чем расстояние до города ниже, тем полезность больше).

Диапазон значений параметра «цена», на основании которых определяются значения критерия K_3 , задан в виде $[20;70]$. Дискретные значения, для которых определяются значения функций $U(k_1, k_2, k_3)$ и одномерной функции $U_3(k_3)$, заданы следующими: 20, 30, 40, 50, 60, 70 (чем цена ниже, тем полезность больше).

Для сформированных диапазонов значений критериев необходимо определить дискретные значения одномерных функций полезности $U_1(k_1)$, $U_2(k_2)$, $U_3(k_3)$.

На основании полученных значений одномерных функций полезности $U_1(k_1)$, $U_2(k_2)$, $U_3(k_3)$ должны быть определены аналитические формы этих функций (для подстановки в них произвольных значений рассматриваемых параметров, характеризующих решения). Для них должны быть заданы следующие аналитические формы: $U_1(k_1) = ak_1 + b$, $U_2(k_2) = ak_2 + b$, $U_3(k_3) = ak_3 + b$. Для определения коэффициентов в приведенных аналитических функциях необходимо применить метод наименьших квадратов.

На основе полученных результатов для заданных в таблице значений параметров определить эффективное решение.

Вариант решения	Критерии		
	k_1	k_2	k_3
x_1	40	50	30
x_2	80	30	50
x_3	50	90	45
x_4	75	40	60
x_5	60	80	40

Рисунок 1 – Таблица решений и их критериев

3. ХОД РАБОТЫ

Была написана программа, производящая все необходимые вычисления. В первую очередь она сопоставляет дискретные значения параметров с ожидаемыми для них значениями полезности, а затем по полученным точкам находит параметры соответствующих одномерных функций полезности.

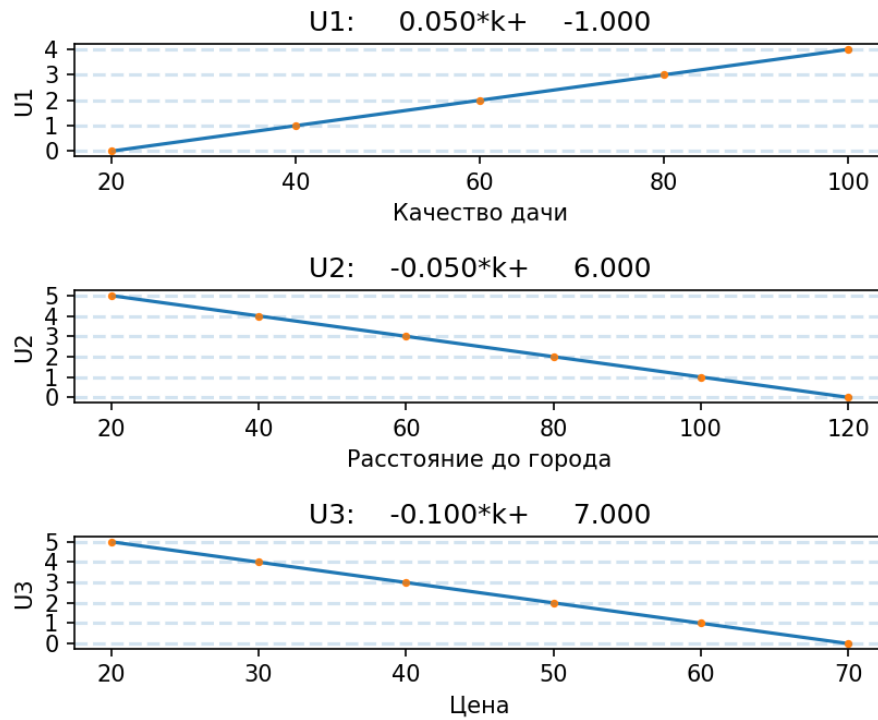


Рисунок 2 – Графики одномерных функций полезности для критериев

Получив одномерные функции полезности, программа вычисляет для каждого решения полезность соответствующих критериев, а затем агрегирует их, получая тем самым значение трёхмерной функции полезности. При агрегировании учитывается аддитивность структуры предпочтений. Наибольшей общей полезностью обладает решение x_2 .

	k1	k2	k3	U1	U2	U3	U
x1	40	50	30	1.00	3.50	4.00	8.50
x2	80	30	50	3.00	4.50	2.00	9.50
x3	50	90	45	1.50	1.50	2.50	5.50
x4	75	40	60	2.75	4.00	1.00	7.75
x5	60	80	40	2.00	2.00	3.00	7.00

Рисунок 3 – Значения одномерных и трёхмерной функции полезности

4. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# значение аддитивной функции полезности по трём критериям
def findU(k1, k2, k3):
    u1 = a[0] * k1 + b[0]
    u2 = a[1] * k2 + b[1]
    u3 = a[2] * k3 + b[2]

    return u1 + u2 + u3

# множество решений
X = [(40, 50, 30),
      (80, 30, 50),
      (50, 90, 45),
      (75, 40, 60),
      (60, 80, 40)]

# дискретные значения критериев
K1 = [20, 40, 60, 80, 100]
K2 = [20, 40, 60, 80, 100, 120]
K3 = [20, 30, 40, 50, 60, 70]

K = [K1, K2, K3] # множество критериев
inverted = [False, True, True] # "обратность" критериев

n = len(X) # число решений
m = int(len(K)) # число критериев

crit_names = ['Качество дачи', 'Расстояние до города', 'Цена']

a, b = list(), list() # значения a, b для  $U_i = a_i k_i + b_i$ 

# вычисление коэффициентов одномерных  $U_i$  и вывод графиков
for i in range(len(K)):
    x = np.array(K[i].copy())
    y = np.array([i for i in range(len(K[i]))])

    if inverted[i]:
        x = x[::-1]

    subplot = plt.subplot(3, 1, i+1)

    sum_x = sum(x)
    sum_y = sum(y)
    sum_xy = sum(x * y)
    sum_x_sq = sum(x ** 2)

    # метод наименьших квадратов
    a_i = (len(x) * sum_xy - sum_x * sum_y) / (len(x) * sum_x_sq - (sum_x **
2))
    b_i = (sum_y - a_i * sum_x) / len(x)

    a.append(a_i)
    b.append(b_i)

x_s = np.linspace(x[0], x[-1])

```

```

# формирование подграфика
subplot.title.set_text("U%i:%10.3f*k+%10.3f" % (i+1, a_i, b_i))
subplot.plot(x_s, a_i * x_s + b_i)
subplot.plot(x, y, '.', markersize=5)

subplot.set_xlabel(crit_names[i])
subplot.set_ylabel('U%i' % (i+1))

for y_i in y:
    subplot.axhline(y=y_i, linestyle='--', alpha=0.2)

subplot.set_xticks(x)
subplot.set_yticks(y)

plt.subplots_adjust(hspace=1.2)
plt.show()

Uk = [[] for _ in range(m)]      # одномерные полезности
U = [0 for _ in range(n)]       # многомерная полезность

# значения многомерной полезности
for i in range(n):
    for j in range(m):
        result = a[j] * X[i][j] + b[j]
        Uk[j].append(result)
    U[i] += result

# ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТОВ

# входные данные: решения и частные критерии
print('      k1    k2    k3    U1      U2      U3      U  ')
for i in range(n):
    print('x%i | %2i | %2i | %2i | %.2f | %.2f | %.2f | %.2f |' %
          (i+1, X[i][0], X[i][1], X[i][2], Uk[0][i], Uk[1][i], Uk[2][i],
U[i]))
    print()

# матрицы предпочтения
for k3 in K3:
    print('k3 = %i' % k3)
    for k2 in K2:
        for k1 in K1:
            print('%2.0f' % findU(k1, k2, k3), end=' ')
        print()
    print()

```

5. ВЫВОД

В ходе работы было исследовано применение аппарата теории многомерной полезности при принятии решений по выбору эффективных альтернатив