



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**"МИРЭА - Российский технологический университет"**  
**РТУ МИРЭА**

**Институт Информационных Технологий**  
**Кафедра Вычислительной Техники**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

**по дисциплине**  
**«Теория принятия решений»**  
**Метод Электра II**

Студент группы: ИКБО-04-22

Заковряшин Н.М.  
(Ф. И. О. студента)

Преподаватель

Железняк Л.М.  
(Ф.И.О. преподавателя)

Москва 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 МЕТОД ЭЛЕКТРА II .....	4
1.1 Выбор лучшего варианта .....	4
1.2 Веса предпочтений .....	5
1.3 Вывод .....	22
1.4 Результат работы программы .....	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	24
СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	25
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	26

# ВВЕДЕНИЕ

Основу методологии решающих правил основанных на порогах чувствительности составляют методы класса ЭЛЕКТРА, которые были разработана коллективом французских ученых, возглавляемым профессором Б. Руа. В настоящее время разработан ряд методов семейства ЭЛЕКТРА.

ЭЛЕКТРА I позволяет из множества вариантов исключить неэффективные варианты. В основе данного метода лежит попарное сравнение отдельных вариантов.

ЭЛЕКТРА II служит для упорядочения индифферентных классов вариантов.

ЭЛЕКТРА III отличается от метода ЭЛЕКТРА 2 способом задания порогов чувствительности.

В данных подходах принято различать 2 этапа: 1) этап разработки, на котором строятся один или несколько индексов попарного сравнения альтернатив; 2) этап исследования, на котором построенные индексы используются для ранжирования (или классификации) заданного множества альтернатив.

На первом этапе определяется множество решений и для каждого из  $N$  критериев определяется вес – число, характеризующее важность соответствующего критерия.

На втором этапе исследуется матрица и граф предпочтений для ранжирования альтернатив.

Увеличивая порог  $C$ , можно добиться уменьшения количества и устранения малозначащих связей, а также петель.

# 1 МЕТОД ЭЛЕКТРА II

## 1.1 Выбор лучшего варианта

Составлена таблица критериев, по которым оцениваются проекты (Таблица 1).

*Таблица 1 – Таблица критериев для оценки альтернатив*

Критерии	Вес критерия	Шкала	Код	Стремление
Калорийность	4	До 100	5	max
		100-200	10	
		от 200	15	
Питательная ценность	3	Большая	15	max
		Средняя	10	
		Маленькая	5	
Время приготовления	5	До 5 мин	15	min
		5-10 мин	10	
		от 10 мин	5	
Доступность	5	Большая	15	max
		Средняя	10	
		Маленькая	5	
Цена	2	До 200р	15	min
		200-300р	10	
		от 300р	5	

Составлена таблица оценок выбора лучшего завтрака. Для 10-ти альтернатив заполнена Таблица 2.

Таблица 2 – Таблица оценок по критериям

№	Варианты решений	Критерии				
		Калорийность	Питательная ценность	Время приготовления	Доступность	Цена
1	Овсянка с фруктами и орехами	10	10	15	15	10
2	Гречневая каша с овощами	10	10	15	10	5
3	Яичница с овощами	5	5	5	5	5
4	Смузи из зелени и фруктов	5	15	5	10	10
5	Творожная запеканка с ягодами	15	10	10	15	5
6	Тосты с авокадо и яйцом	15	10	10	10	10
7	Кускус с овощами и фетой	5	5	10	10	5
8	Йогурт с мюсли и свежими фруктами	15	15	15	15	5
9	Бутерброды с лососем	15	10	5	5	5
10	Бутерброд с сыром на козьем молоке	10	10	15	10	10
Вес		4	3	5	5	2
Стремление		max	max	min	max	min

## 1.2 Веса предпочтений

Рассмотрим альтернативы 1 и 2

$$P = 5$$

$$N = 2$$

$D = 2.5$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 1 и 3

$P = 12$

$N = 7$

$D = 1.714$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 1 и 4

$P = 9$

$N = 8$

$D = 1.125$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 1 и 5

$P = 0$

$N = 11$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 1 и 6

$P = 5$

$N = 9$

$D = 0.556$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 1 и 7

$P = 12$

$N = 7$

$D = 1.714$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 1 и 8

$P = 0$

$N = 9$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 1 и 9

$P = 5$

$N = 7$

$D = 0.714$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 1 и 10

$P = 5$

$N = 0$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 2 и 1

$P = 2$

$N = 5$

$D = 0.4$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 2 и 3

$P = 12$

$N = 5$

$D = 2.4$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 2 и 4

$P = 6$

$N = 8$

$D = 0.75$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 2 и 5

$P = 0$

$N = 14$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 2 и 6

$P = 2$

$N = 9$

$D = 0.222$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 2 и 7

$P = 7$

$N = 5$

$D = 1.4$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 2 и 8

$P = 0$

$N = 12$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 2 и 9

$P = 5$

$N = 5$

$D = 1.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 2 и 10

$P = 2$

$N = 0$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 3 и 1

$P = 7$

$N = 12$



$D = 0.583$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 3 и 2

$P = 5$

$N = 12$

$D = 0.417$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 3 и 4

$P = 2$

$N = 8$

$D = 0.25$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 3 и 5

$P = 5$

$N = 12$

$D = 0.417$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 3 и 6

$P = 7$

$N = 12$

$D = 0.583$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 3 и 7

$P = 5$

$N = 5$

$D = 1.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 3 и 8

$P = 5$

$N = 12$

$D = 0.417$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 3 и 9

$P = 0$

$N = 7$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 3 и 10

$P = 7$

$N = 12$

$D = 0.583$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 4 и 1

$P = 8$

$N = 9$

$D = 0.889$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 4 и 2

$P = 8$

$N = 6$

$D = 1.333$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 4 и 3

$P = 8$

$N = 2$

$D = 4.0$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 4 и 5

$P = 8$

$N = 11$

$D = 0.727$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 4 и 6

$P = 8$

$N = 4$

$D = 2.0$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 4 и 7

$P = 8$

$N = 2$

$D = 4.0$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 4 и 8

$P = 5$

$N = 11$

$D = 0.455$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 4 и 9

$P = 8$

$N = 6$

$D = 1.333$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 4 и 10

$P = 8$

$N = 4$

$D = 2.0$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 5 и 1

$P = 11$

$N = 0$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 5 и 2

$$P = 14$$

$$N = 0$$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 5 и 3

$$P = 12$$

$$N = 5$$

$D = 2.4$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 5 и 4

$$P = 11$$

$$N = 8$$

$D = 1.375$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 5 и 6

$$P = 7$$

$$N = 0$$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 5 и 7

$$P = 12$$

$$N = 0$$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 5 и 8

$$P = 5$$

$$N = 3$$

$D = 1.667$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 5 и 9

$P = 9$

$N = 5$

$D = 1.8$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 5 и 10

$P = 16$

$N = 0$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 6 и 1

$P = 9$

$N = 5$

$D = 1.8$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 6 и 2

$P = 9$

$N = 2$

$D = 4.5$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 6 и 3

$P = 12$

$N = 7$

$D = 1.714$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 6 и 4

$P = 4$

$N = 8$

$D = 0.5$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 6 и 5

$P = 0$

$N = 7$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 6 и 7

$P = 7$

$N = 2$

$D = 3.5$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 6 и 8

$P = 5$

$N = 10$

$D = 0.5$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 6 и 9

$P = 9$

$N = 7$

$D = 1.286$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 6 и 10

$P = 9$

$N = 0$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 7 и 1

$P = 7$

$N = 12$

$D = 0.583$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 7 и 2

$P = 5$

$N = 7$

$D = 0.714$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 7 и 3

$P = 5$

$N = 5$

$D = 1.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 7 и 4

$P = 2$

$N = 8$

$D = 0.25$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 7 и 5

$P = 0$

$N = 12$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 7 и 6

$P = 2$

$N = 7$

$D = 0.286$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 7 и 8

$P = 5$

$N = 12$

$D = 0.417$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 7 и 9

$P = 5$

$N = 12$

$D = 0.417$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 7 и 10

$P = 7$

$N = 7$

$D = 1.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 8 и 1

$P = 9$

$N = 0$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 8 и 2

$P = 12$

$N = 0$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 8 и 3

$P = 12$

$N = 5$

$D = 2.4$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 8 и 4

$P = 11$

$N = 5$



$D = 2.2$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 8 и 5

$P = 3$

$N = 5$

$D = 0.6$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 8 и 6

$P = 10$

$N = 5$

$D = 2.0$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 8 и 7

$P = 12$

$N = 5$

$D = 2.4$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 8 и 9

$P = 12$

$N = 5$

$D = 2.4$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 8 и 10

$P = 14$

$N = 0$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 9 и 1

$P = 7$

$N = 5$

$D = 1.4$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 9 и 2

$P = 5$

$N = 5$

$D = 1.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 9 и 3

$P = 7$

$N = 0$

$D = \inf$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 9 и 4

$P = 6$

$N = 8$

$D = 0.75$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 9 и 5

$P = 5$

$N = 9$

$D = 0.556$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 9 и 6

$P = 7$

$N = 9$

$D = 0.778$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 9 и 7

$P = 12$

$N = 5$

$D = 2.4$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 9 и 8

$P = 5$

$N = 12$

$D = 0.417$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 9 и 10

$P = 7$

$N = 5$

$D = 1.4$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 10 и 1

$P = 0$

$N = 5$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 10 и 2

$P = 0$

$N = 2$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 10 и 3

$P = 12$

$N = 7$

$D = 1.714$  - Принимаем

Рассмотрим альтернативы 10 и 4

$P = 4$

$N = 8$

$D = 0.5$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 10 и 5

$P = 0$

$N = 16$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 10 и 6

$P = 0$

$N = 9$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 10 и 7

$P = 7$

$N = 7$

$D = 1.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 10 и 8

$P = 0$

$N = 14$

$D = 0.0$  - Отбрасываем

Рассмотрим альтернативы 10 и 9

$P = 5$

$N = 7$

$D = 0.714$  - Отбрасываем

Матрица предпочтений:

Составлена матрица предпочтений с внесенными и принятыми значениями  $D$  (Таблица 3).

Таблица 3 – Полная матрица предпочтений альтернатив.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	x	2.5	1.714	1.125	-	-	1.714	-	-	inf
2	-	x	2.4	-	-	-	1.4	-	-	inf
3	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
4	-	1.333	4	x	-	2	4	-	1.333	2
5	inf	inf	2.4	1.375	x	inf	inf	1.667	1.8	inf
6	1.8	4.5	1.714	-	-	x	3.5	-	1.286	inf
7	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
8	inf	inf	2.4	2.2	-	2	2.4	x	2.4	inf
9	1.4	-	inf	-	-	-	2.4	-	x	1.4
10	-	-	1.714	-	-	-	-	-	-	x

По матрице построен граф предпочтений (Рисунок 1).

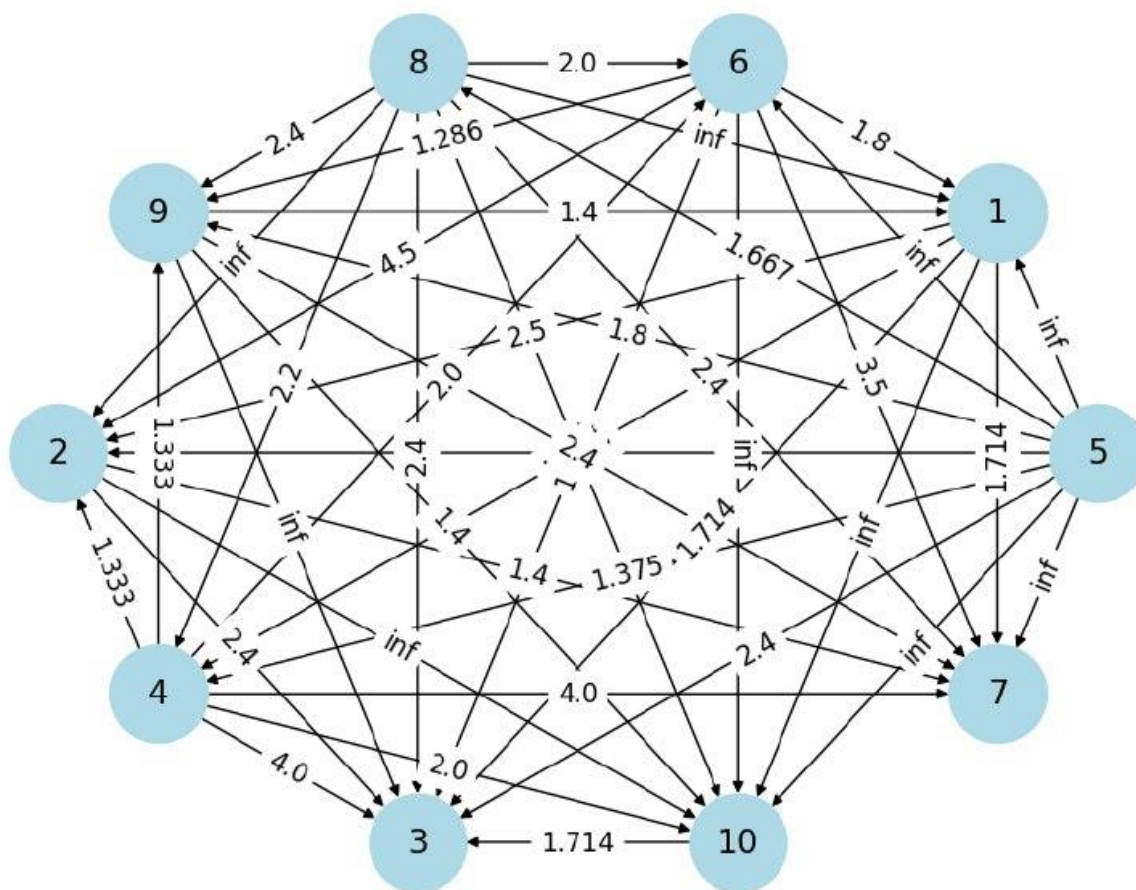


Рисунок 1 – Вид графа предпочтений

Назначен порог отбора предпочтений  $C = 2.3$  (это соответствует тому, что учитываются только более сильные связи в графе).

Таким образом, матрица разрезается. В ней остаются только самые сильные связи (Таблица 4).

Таблица 4 – Матрица предпочтений проектов, при пороге  $C=2.3$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	x	2.5	-	-	-	-	-	-	-	inf
2	-	x	2.4	-	-	-	-	-	-	inf
3	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	4	x	-	-	4	-	-	-
5	inf	inf	2.4	-	x	inf	inf	-	-	inf
6	-	4.5	-	-	-	x	3.5	-	-	inf
7	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
8	inf	inf	2.4	-	-	-	2.4	x	2.4	inf
9	-	-	inf	-	-	-	2.4	-	x	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x

По этой матрице построен граф предпочтений (Рисунок 2).

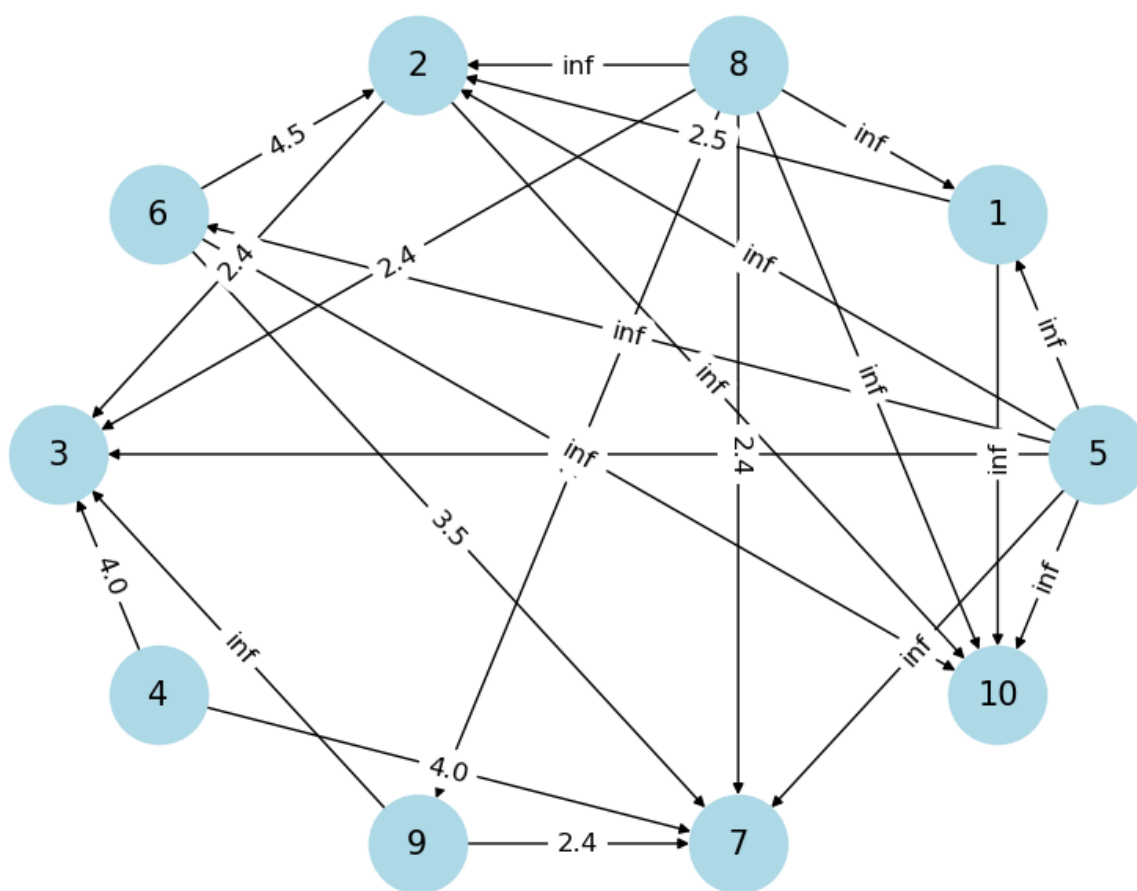


Рисунок 2 – Вид графа предпочтений для случая порога принятия решений  $C = 10$

### 1.3 Вывод

Решение говорит нам о том, что лучшие завтраки - 5 и 8, а худший - 10.

## 1.4 Результат работы программы

	123 Овсянка с фруктами и орехами	123 Гречневая каша с овощами	123 Яичница с овощами
Овсянка с фруктами и орехами	0.0	2.500	
Гречневая каша с овощами	-1.0	0.000	
Яичница с овощами	-1.0	-1.000	
Смузи из зелени и фруктов	-1.0	1.333	
Творожная запеканка с ягодами	inf	inf	
Тосты с авокадо и яйцом	1.8	4.500	
Кускус с овощами и фетой	-1.0	-1.000	
Йогурт с мюсли и свежими фруктами	inf	inf	
Бутерброды с лососем	1.4	1.000	
Бутерброд с сыром на козьем молоке	-1.0	-1.000	

Рисунок 3 – Результат работы программы. Вывод матрицы предпочтений.

	123 Овсянка с фруктами и орехами	123 Гречневая каша с овощами	123 Яичница с овощами	123 Смузи из зелени и фруктов
Овсянка с фруктами и орехами	NaN	2.5	NaN	NaN
Гречневая каша с овощами	NaN	NaN	NaN	NaN
Яичница с овощами	NaN	NaN	NaN	NaN
Смузи из зелени и фруктов	NaN	NaN	NaN	4.0
Творожная запеканка с ягодами	inf	inf	NaN	NaN
Тосты с авокадо и яйцом	NaN	4.5	NaN	NaN
Кускус с овощами и фетой	NaN	NaN	NaN	NaN
Йогурт с мюсли и свежими фруктами	inf	inf	NaN	NaN
Бутерброды с лососем	NaN	NaN	inf	NaN
Бутерброд с сыром на козьем молоке	NaN	NaN	NaN	NaN

Рисунок 4 – Результат работы программы. Вывод матрицы после ограничения

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Был выбран оптимальный завтрак с учетом критериев и их весов, при помощи более лучшего метода Электра.



## СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Болотова Л. С. Многокритериальная оптимизация. Болотова Л. С., Сорокин А. Б. [Электронный ресурс] / Метод. указания по вып. курсовой работы — М.: МИРЭА, 2015.
2. Сорокин А. Б. Методы оптимизации: гибридные генетические алгоритмы. Сорокин А. Б. [Электронный ресурс] / Учебно-метод. пособие — М.: МИРЭА, 2016.
3. Сорокин А. Б. Линейное программирование: практикум. Сорокин А. Б., Бражникова Е. В., Платонова О. В. [Электронный ресурс] / Учебно-метод. пособие — М.: МИРЭА, 2017.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение А – Код реализации метода Электра II на языке Python.

## Приложение А

### Код реализации метода Электра II на языке Python.

#### *Листинг А.1. Реализация метода Электра II.*

```
import numpy as np
import pandas as pd

crits = {
    "Калорийность": {"weight": 4, "direction": "max"},
    "Питательная ценность": {"weight": 3, "direction": "max"},
    "Время приготовления": {"weight": 5, "direction": "min"},
    "Доступность": {"weight": 5, "direction": "max"},
    "Цена": {"weight": 2, "direction": "min"}
}

alternatives = {
    "Овсянка с фруктами и орехами": [10, 10, 15, 15, 10],
    "Гречневая каша с овощами": [10, 10, 15, 10, 5],
    "Яичница с овощами": [5, 5, 5, 5, 5],
    "Смузи из зелени и фруктов": [5, 15, 5, 10, 10],
    "Творожная запеканка с ягодами": [15, 10, 10, 15, 5],
    "Тосты с авокадо и яйцом": [15, 10, 10, 10, 10],
    "Кускус с овощами и фетой": [5, 5, 10, 10, 5],
    "Йогурт с мясли и свежими фруктами": [15, 15, 15, 15, 5],
    "Бутерброды с лососем": [10, 10, 5, 5, 5],
    "Бутерброд с сыром на козьем молоке": [10, 10, 15, 10, 10]
}

pd.set_option('display.max_columns', 100)
preference_matrix = pd.DataFrame(np.zeros((len(alternatives),
len(alternatives))),
                                index=alternatives.keys(),
                                columns=alternatives.keys())

def calculate_P_N_D(alt1, alt2, crits):
    P, N = 0, 0
    for i, crit in enumerate(crits):
        weight = crits[crit]["weight"]
        direction = crits[crit]["direction"]
        a1, a2 = alt1[i], alt2[i]
        if a1 != a2:
            if (direction == "max" and a1 > a2) or (direction == "min" and a1 <
a2):
                P += weight
            else:
                N += weight
    D = P / N if N != 0 else np.inf
    return P, N, D

for i, alt1 in enumerate(alternatives.keys(), start=1):
    for j, alt2 in enumerate(alternatives.keys(), start=1):
        if alt1 != alt2:
            P, N, D = calculate_P_N_D(np.array(alternatives[alt1]),
np.array(alternatives[alt2]), crits)
            value_to_input = None
            if D >= 1 and D != np.inf:
                value_to_input = np.round(D, 3)
            elif D == np.inf:
                value_to_input = np.inf
            else:
                value_to_input = -1
```

```
        preference_matrix.at[alt1, alt2] = value_to_input

print(preference_matrix)

preference_matrix = preference_matrix.applymap(lambda x: np.nan if isinstance(x,
(int, float)) and x <= 2.4 else x)

for i in range(10): print()

print(preference_matrix)
```