



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

$P = 5$

$$N = 2$$

$$D = 2.5 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 1 и 3

$$P = 12$$

$$N = 7$$

$$D = 1.714 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 1 и 4

$$P = 9$$

$$N = 8$$

$$D = 1.125 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 1 и 5

$$P = 0$$

$$N = 11$$

$$D = 0.0 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 1 и 6

$$P = 5$$

$$N = 9$$

$$D = 0.556 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 1 и 7

$$P = 12$$

$$N = 7$$

$$D = 1.714 \text{ - Принимаем}$$

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

$$P = 7$$

$$N = 12$$

$$D = 0.583 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 3 и 2

$$P = 5$$

$$N = 12$$

$$D = 0.417 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 3 и 4

$$P = 2$$

$$N = 8$$

$$D = 0.25 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 3 и 5

$$P = 5$$

$$N = 12$$

$$D = 0.417 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 3 и 6

$$P = 7$$

$$N = 12$$

$$D = 0.583 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 3 и 7

$$P = 5$$

$$N = 5$$

$$D = 1.0 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 3 и 8

$$P = 5$$

$$N = 12$$

$$D = 0.417 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 3 и 9

$$P = 0$$

$$N = 7$$

$$D = 0.0 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 3 и 10

$$P = 7$$

$$N = 12$$

$$D = 0.583 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 4 и 1

$$P = 8$$

$$N = 9$$

$$D = 0.889 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 4 и 2

$$P = 8$$

$$N = 6$$

$$D = 1.333 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 4 и 3

$$P = 8$$

$$N = 2$$

$$D = 4.0 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 4 и 5

$$P = 8$$

$$N = 11$$

$$D = 0.727 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 4 и 6

$$P = 8$$

$$N = 4$$

$$D = 2.0 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 4 и 7

$$P = 8$$

$$N = 2$$

$$D = 4.0 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 4 и 8

$$P = 5$$

$$N = 11$$

$$D = 0.455 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 4 и 9

$$P = 8$$

$$N = 6$$

$$D = 1.333 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 4 и 10

$$P = 8$$

$$N = 4$$

$$D = 2.0 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 5 и 1

$$P = 11$$

$$N = 0$$

$$D = \inf - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 5 и 2

$$P = 14$$

$$N = 0$$

$$D = \inf - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 5 и 3

$$P = 12$$

$$N = 5$$

$$D = 2.4 - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 5 и 4

$$P = 11$$

$$N = 8$$

$$D = 1.375 - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 5 и 6

$$P = 7$$

$$N = 0$$

$$D = \inf - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 5 и 7

$$P = 12$$

$$N = 0$$

$$D = \inf - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 5 и 8

$$P = 5$$

$$N = 3$$

$$D = 1.667 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 5 и 9

$$P = 9$$

$$N = 5$$

$$D = 1.8 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 5 и 10

$$P = 16$$

$$N = 0$$

$$D = \inf \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 6 и 1

$$P = 9$$

$$N = 5$$

$$D = 1.8 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 6 и 2

$$P = 9$$

$$N = 2$$

$$D = 4.5 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 6 и 3

$$P = 12$$

$$N = 7$$

$$D = 1.714 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 6 и 4

$$P = 4$$

$$N = 8$$

$$D = 0.5 - \text{Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 6 и 5

$$P = 0$$

$$N = 7$$

$$D = 0.0 - \text{Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 6 и 7

$$P = 7$$

$$N = 2$$

$$D = 3.5 - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 6 и 8

$$P = 5$$

$$N = 10$$

$$D = 0.5 - \text{Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 6 и 9

$$P = 9$$

$$N = 7$$

$$D = 1.286 - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 6 и 10

$$P = 9$$

$$N = 0$$

$$D = \inf - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 7 и 1

$$P = 7$$

$$N = 12$$

$$D = 0.583 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 7 и 2

$$P = 5$$

$$N = 7$$

$$D = 0.714 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 7 и 3

$$P = 5$$

$$N = 5$$

$$D = 1.0 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 7 и 4

$$P = 2$$

$$N = 8$$

$$D = 0.25 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 7 и 5

$$P = 0$$

$$N = 12$$

$$D = 0.0 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 7 и 6

$$P = 2$$

$$N = 7$$

$$D = 0.286 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 7 и 8

$$P = 5$$

$$N = 12$$

$$D = 0.417 - \text{Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 7 и 9

$$P = 5$$

$$N = 12$$

$$D = 0.417 - \text{Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 7 и 10

$$P = 7$$

$$N = 7$$

$$D = 1.0 - \text{Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 8 и 1

$$P = 9$$

$$N = 0$$

$$D = \inf - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 8 и 2

$$P = 12$$

$$N = 0$$

$$D = \inf - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 8 и 3

$$P = 12$$

$$N = 5$$

$$D = 2.4 - \text{Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 8 и 4

$$P = 11$$

$$N = 5$$

$$D = 2.2 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 8 и 5

$$P = 3$$

$$N = 5$$

$$D = 0.6 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 8 и 6

$$P = 10$$

$$N = 5$$

$$D = 2.0 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 8 и 7

$$P = 12$$

$$N = 5$$

$$D = 2.4 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 8 и 9

$$P = 12$$

$$N = 5$$

$$D = 2.4 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 8 и 10

$$P = 14$$

$$N = 0$$

$$D = \inf \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 9 и 1

$$P = 7$$

$$N = 5$$

$$D = 1.4 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 9 и 2

$$P = 5$$

$$N = 5$$

$$D = 1.0 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 9 и 3

$$P = 7$$

$$N = 0$$

$$D = \inf \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 9 и 4

$$P = 6$$

$$N = 8$$

$$D = 0.75 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 9 и 5

$$P = 5$$

$$N = 9$$

$$D = 0.556 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 9 и 6

$$P = 7$$

$$N = 9$$

$$D = 0.778 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 9 и 7

$$P = 12$$

$$N = 5$$

$$D = 2.4 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 9 и 8

$$P = 5$$

$$N = 12$$

$$D = 0.417 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 9 и 10

$$P = 7$$

$$N = 5$$

$$D = 1.4 \text{ - Принимаем}$$

Рассмотрим альтернативы 10 и 1

$$P = 0$$

$$N = 5$$

$$D = 0.0 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 10 и 2

$$P = 0$$

$$N = 2$$

$$D = 0.0 \text{ - Отбрасываем}$$

Рассмотрим альтернативы 10 и 3

$$P = 12$$

$$N = 7$$

$$D = 1.714 \text{ - Принимаем}$$

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	-	1	inf
3	-	-	x	-	-	-	1	-	-	-
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	-	-	1	-	-	-	x	-	-	1
8	inf	inf	2.4	2.2	-	2	2.4	x	2.4	inf
9	1.4	1	inf	-	-	-	2.4	-	x	1.4
10	-	-	1.714	-	-	-	1	-	-	x

По матрице построен граф предпочтений (Рисунок 1).

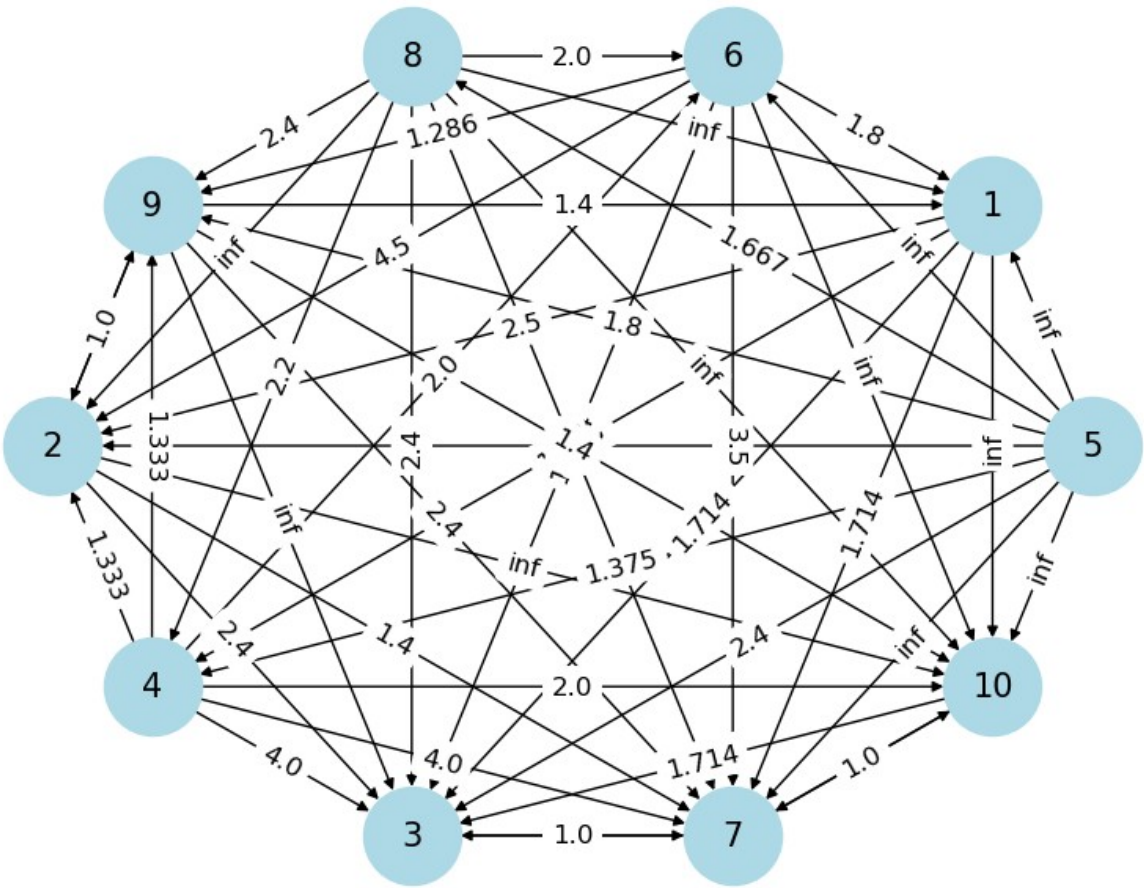


Рисунок 1 – Вид графа предпочтений

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

Таким образом, матрица разрежается. В ней остаются только самые

сильные связи (Таблица 4).

Таблица 4 – Матрица предпочтений проектов, при пороге $C=10$

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

По этой матрице построен граф предпочтений (Рисунок 2).

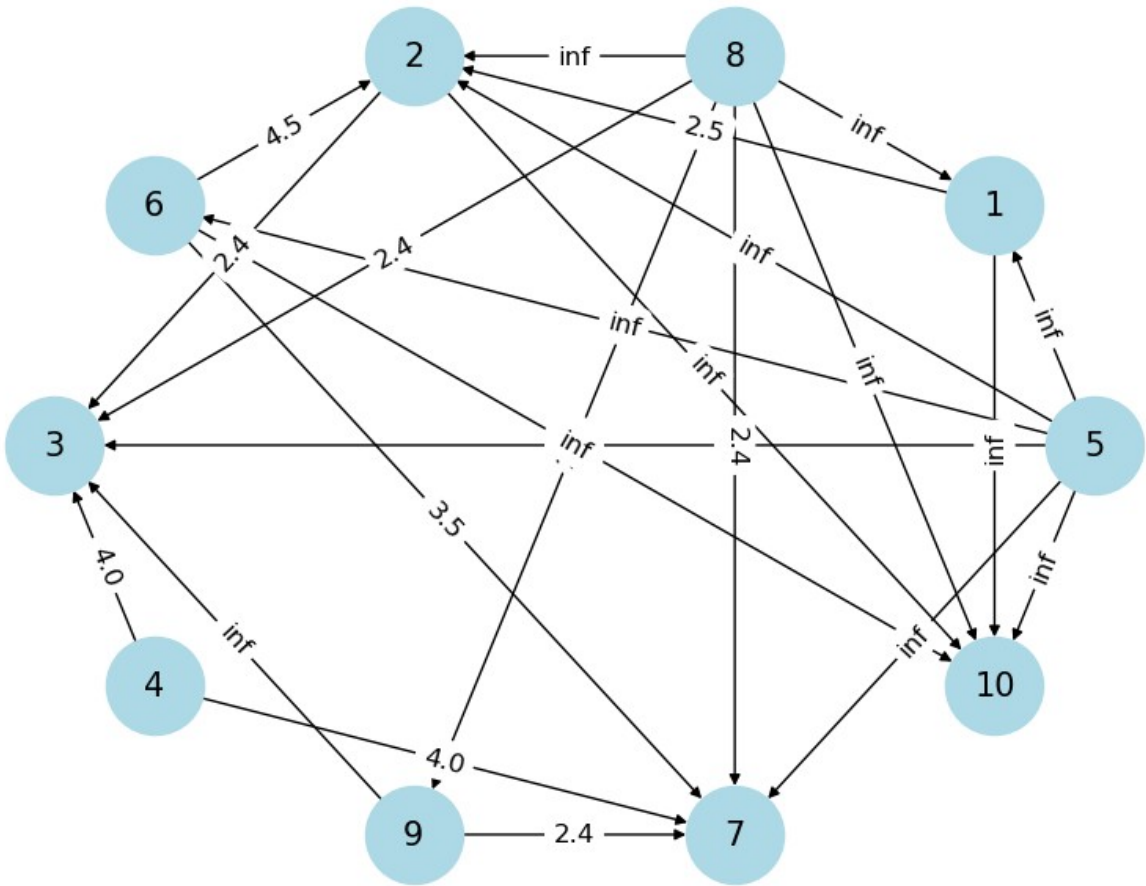


Рисунок 2 – Вид графа предпочтений для случая порога принятия решений $C = 10$

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 мясли 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 мясли 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 мюсли 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]
}

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