

|  |
| --- |
| 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-15-22 \_\_\_Оганнисян Г.А.\_\_\_\_ *(Ф.И.О. студента)*

Преподаватель \_\_Железняк Л.М.\_\_

*(Ф.И.О. преподавателя)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Москва 2024

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc130799277)

[1 МЕТОД ЭЛЕКТРА II 4](#_Toc130799278)

[1.1 Выбор лучшего варианта 4](#_Toc130799279)

[1.2 Веса предпочтений 6](#_Toc130799280)

[1.3 Вывод 13](#_Toc130799281)

[1.4 Результат работы программы 13](#_Toc130799282)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 14](#_Toc130799283)

[СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ 15](#_Toc130799284)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 16](#_Toc130799285)

ВВЕДЕНИЕ

Целью практической работы является освоение метода многокритериальной оптимизации Электра II, а также изучение специфических подходов к сужению оптимального множества альтернатив, применяемых в рамках данного метода. Это включает в себя понимание принципов построения матрицы сравнения, принципов отсечения и концепции ядра решений.

Метод Электра II представляет собой развитие метода Электра I и предназначен для решения задач многокритериальной оптимизации. Основное отличие Электра II заключается в более детальном учете интенсивности предпочтений и возможности рассматривать нечеткие отношения предпочтения между альтернативами.

На первом этапе работы с методом Электра II формируется матрица предпочтений, в которой каждый критерий сравнивается с каждым по степени предпочтения одного варианта перед другим. Для каждой пары альтернатив оценивается, насколько одна альтернатива предпочтительнее другой по каждому критерию. В методе Электра II используются пороговые значения (пороги безразличия и пороги предпочтения), которые помогают определить, когда различия между альтернативами становятся существенными. Эти пороги позволяют перейти от количественной оценки к качественному сравнению. На основе матрицы предпочтений и пороговых значений строятся отношения предпочтения, безразличия и непревосходства. Эти отношения используются для выявления доминирующих и доминируемых альтернатив.

Метод Электра II позволяет эффективно работать с большим количеством критериев и альтернатив, обеспечивая глубокий анализ предпочтений и возможность выявления наиболее приемлемых вариантов решений в условиях многокритериальности и неопределенности.

# 1 МЕТОД ЭЛЕКТРА II

## **Выбор лучшего варианта**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Таблица 1 – Таблица критериев для оценки альтернатив* | | | | | |
| № | Вариант решений | Критерии | | | |
| Средний  чек (руб.) (-) | Удалённость  локации (км)  (-) | Количество  услуг  (+) | Рейтинг (от 1 до 5) (+) |
| A1 | OldBoy | 2 300 | 4,30 | 16 | 4,80 |
| A2 | Метод | 1 800 | 2,30 | 17 | 5 |
| A3 | FIDEL | 1 700 | 2,70 | 20 | 4,90 |
| A4 | Чёрная кость | 1 200 | 1,60 | 13 | 4,40 |
| A5 | Бритый Ёж | 800 | 9,30 | 8 | 3,80 |
| A6 | БородаВайб | 1 950 | 2 | 16 | 5 |
| A7 | Чёлочка | 500 | 11,10 | 4 | 2,70 |
| A8 | Бритва | 2 600 | 2,30 | 22 | 4,90 |
| A9 | Baradach | 1 400 | 5,80 | 16 | 4,80 |
| A10 | BomboKlak | 3 500 | 3,20 | 19 | 4,70 |

Составлена таблица критериев, по которым оцениваются проекты (Таблица 2).

*Таблица 2 – Таблица критериев для оценки альтернатив*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерии | Вес критерия | Шкала | Код | Стремление |
| Средний  чек (руб.) | 5 | Дорого Средне Дешево | 15 10 5 | min |
| Количество  услуг | 4 | Много Средне Мало | 15 10 5 | max |
| Удалённость  локации (км) | 4 | Далеко Нормально Близко | 15 10 5 | min |
| Рейтинг (от 1 до 5) | 5 | Очень большой Большой Средний Маленький | 5 4 3 2 | max |

Составлена таблица оценок выбора лучшего детейлинг-центра. Для 10-ти альтернатив заполненяем Таблицу 3.

*Таблица 3 – Таблица оценок по критериямнет*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вариант решений | Критерии | | | |
| Средний  чек (руб.) (-) | Удалённость  локации (км)  (-) | Количество  услуг  (+) | Рейтинг (от 1 до 5) (+) |
| A1 | OldBoy | 15 | 15 | 10 | 5 |
| A2 | Метод | 10 | 5 | 10 | 5 |
| A3 | FIDEL | 10 | 10 | 15 | 5 |
| A4 | Чёрная кость | 5 | 5 | 10 | 4 |
| A5 | Бритый Ёж | 5 | 15 | 5 | 3 |
| A6 | БородаВайб | 15 | 5 | 10 | 5 |
| A7 | Чёлочка | 5 | 15 | 5 | 2 |
| A8 | Бритва | 15 | 5 | 15 | 5 |
| A9 | Baradach | 10 | 15 | 10 | 5 |
| A10 | BomboKlak | 15 | 10 | 15 | 4 |
| Вес | | 5 | 4 | 4 | 5 |
| Стремление | | min | min | max | max |

* 1. **Веса предпочтений**

P12 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 P21 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9

N12 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9 N21 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0

D12 0/9 = 0 ≤ 1 – отб. D21 = 9/0 = inf

P13 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 P31 = 5 + 4 + 4 + 0 =13

N13 = 5 + 4 + 4 + 0 =13 N31 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0

D13 0/13 = 0 ≤ 1 – отб. D31 = 13/0 = inf

P14 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5 P41 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9

N14 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9 N41 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5

D14 = 5/9 ≤ 1 – отб. D41 = 9/5 = 1.8

P15 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9 P51 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

N15 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 N51 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9

D15 = 9/5 = 1.8 D51 = 5/9 ≤ 1 – отб.

P16 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4 P61 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4

N16 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4 N61 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4

D16 = 4/4=1 ≤ 1 – отб. D61 = 4/4=1 ≤ 1 – отб.

P17 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9 P71 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

N17 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 N71 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9

D17 = 9/5 = 1.8 D71 = 5/9 ≤ 1 – отб.

P18 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 P81 = 0 + 4 + 4 + 0 = 8

N18 = 0 + 4 + 4 + 0 = 8 N81 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0

D18 = 0/8 = 0 ≤ 1 – отб. D81 = 8/0 = inf

P19 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 P91 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

N19 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 N91 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0

D19 =0/5 = 0 ≤ 1 – отб. D91 = 5/0 = inf

P110 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5 P101 = 0 + 4 + 4 + 0 = 8

N110 = 0 + 4 + 4 + 0 = 8 N101= 0 + 0 + 0 + 5 = 5

D110 = 5/8 ≤ 1 – отб. D101 = 8/5 = 1.6

P23 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4 P32 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4

N23 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4 N32 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4

D23 = 4/4 = 1 ≤ 1 – отб. D32 = 4/4 = 1 ≤ 1 – отб.

P24 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5 P42 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

N24 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 N42 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5

D24 = 5/5 = 1 ≤ 1 – отб. D42 = 5/5 = 1 ≤ 1 – отб.

P25 = 0 + 4 + 4 + 5 =13 P52 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

N25 = 5 + 0 + 0 + 0 =5 N52 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13

D25 = 13/5 = 2.6 D52 = 5/13 ≤ 1 – отб.

P26 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 P62 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0

N26 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N62 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

D26 = 5/0 = inf D62 = 0/5 ≤ 1 – отб.

P27 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13 P72 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

N27 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 N72 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13

D27 = 13/5 = 2.6 D72 = 5/13 ≤ 1 – отб.

P28 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 P82 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4

N28 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4 N82 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

D28 = 5/4 = 1.25 D82 = 4/5 ≤ 1 – отб.

P29 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4 P92 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0

N29 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N92 = 0 + 4 + 0 + 4 = 4

D29 = 4/0 = inf D92 = 0/4 ≤ 1 – отб.

P210 = 5 + 4 + 0 + 5 = 14 P102 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4

N210 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4 N102 = 5 + 4 + 0 + 5 = 14

D210 = 14/4 = 3.5 D102 = 4/14 ≤ 1 – отб.

P34 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9 P43 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9

N34 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9 N43 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9

D34 = 9/9 ≤ 1 – отб. D43 = 9/9 ≤ 1 – отб.

P35 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13 P53 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

N35 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 N53 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13

D35 = 13/5 = 2.6 D53 = 5/13 ≤ 1 – отб.

P36 = 5 + 0 + 4 + 0 = 9 P63 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4

N36 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4 N63 = 5 + 0 + 4 + 0 = 9

D36 = 9/4 = 2.25 D63 = 4//9 ≤ 1 – отб.

P37 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13 P73 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

N37 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 N73 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13

D37 = 13/5 = 2.6 D73 = 5/13 ≤ 1 – отб.

P38 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 P83 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4

N38 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4 N83 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

D38 = 5/4 = 1.25 D83 = 4/5 ≤ 1 – отб.

P39 = 0 + 4 + 4 + 0 = 8 P93 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0

N39 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N93 = 0 + 4 + 4 + 0 = 8

D39 = 8/0 = inf D93 = 0/8 ≤ 1 – отб.

P310 = 5 + 0 + 0 + 5 = 10 P103 = 0 + 0 + 0 + 0 =0

N310 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N103 = 5 + 0 + 0 + 5 = 10

D310 = 10/0 = inf D103 = 0 /10 ≤ 1 – отб.

P45 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13 P54 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0

N45 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N54 = 0 + 4 + 4 + 5 =13

D45 = 13/0 = inf D54 = 0/13 ≤ 1 – отб.

P46 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 P64 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5

N46 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5 N64 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

D46 = 5/5 = 1 ≤ 1 – отб. D64 = 5/5 = 1 ≤ 1 – отб.

P47 = 0 + 4 + 4 + 0 = 8 P74 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5

N47 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5 N74 = 0 + 4 + 4 + 0 = 8

D47 = 8/5 = 1.6 D74 = 5/8 ≤ 1 – отб.

P48 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 P84 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9

N48 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9 N84 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

D48 = 5/9 ≤ 1 – отб. D84 = 9/5 = 1.8

P49 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9 P94 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5

N49 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5 N94 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9

D49 = 9/5 = 1.8 D94 = 5/9 ≤ 1 – отб.

P410 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9 P104 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4

N410 = 0 + 0 + 4 + 0 = 4 N104 = 5 + 4 + 0 + 0 = 9

D410 = 9/4 = 2.25 D104 = 4/9 ≤ 1 – отб.

P56 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 P65 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13

N56 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13 N65 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

D56 = 5/13 ≤ 1 – отб. D65 = 13/5 =2.6

P57 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5 P75 = 0 + 0 + 0 + 0

N57 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N75 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5

D57 = 5/0 = inf D75 = 0/5 ≤ 1 – отб.

P58 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 P85 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13

N58 = 0 + 4 + 4 + 5 = 13 N85 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

D58 = 5/13 ≤ 1 – отб. D85 = 13/5 = 2.6

P59 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5 P95 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9

N59 = 0 + 0 + 4 + 5 = 9 N95 = 5 + 0 + 0 + 0 = 5

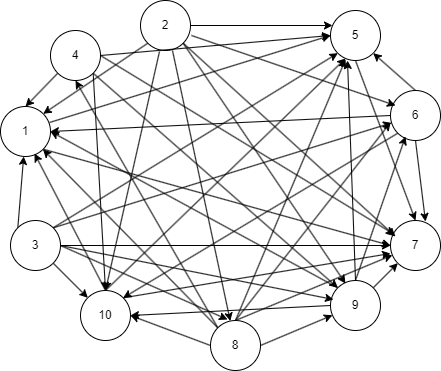
D59 = 5/9 ≤ 1 – отб. D95 = 9/5 = 1.8

Составлена матрица предпочтений с внесенными и принятыми значениями D (Таблица 4).

*Таблица 4 – Полная матрица предпочтений альтернатив.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | x | - | - | - | 1.8 | - | 1.8 | - | - | - |
| 2 | inf | x | - | - | 2.6 | inf | 2.6 | 1.25 | inf | 3.5 |
| 3 | inf | - | x |  | 2.6 | 2.25 | 2.6 | 1.25 | inf | inf |
| 4 | 1.8 | - | - | x | inf | - | inf | - | 1.8 | 2.25 |
| 5 | - | - | - | - | x | - | inf | - | - | - |
| 6 | inf | - | - | - | 2.6 | x | 2.6 | - | - | 2.25 |
| 7 | - | - | - | - | - | - | x | - | - | - |
| 8 | inf | - | - | 1.8 | 2.6 | inf | 2.6 | x | 1.6 | inf |
| 9 | inf | - | - | - | 1.8 | 1.25 | 1.8 | - | x | 1.25 |
| 10 | 1.6 | - | - | - | 2.6 | - | 2.6 | - | - | x |

По матрице построен граф предпочтений (Рисунок 1).

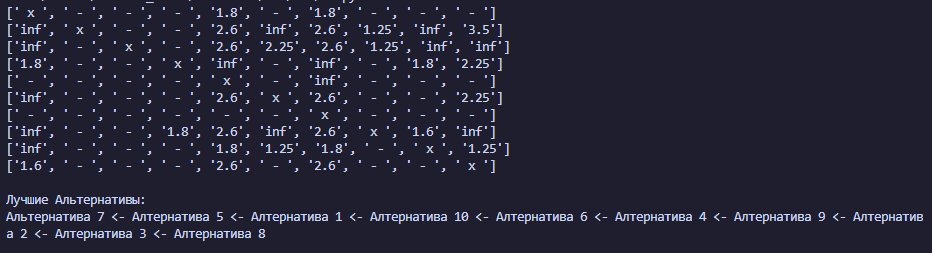


**Рисунок 1 – Вид графа предпочтений**

## **1.3 Вывод**

Петель в графе нет, при этом граф остался целостным.

## **1.4 Результат работы программы**

**Рисунок 3 – Результат работы программы. Вывод матрицы предпочтений.**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате выполненной работы была выявлена лучшая альтернатива с помощью метода Электра II. Одним из преимуществ этого метода является возможность упорядочить альтернативы и представить их наглядно на графе, что облегчает принятие решения.

Субъективная часть метода заключается в определении весов критериев и их шкалировании, что может быть субъективным процессом, зависящим от предпочтений принимающего решение.

Однако у метода Электра II есть и минусы. Например, для успешного применения метода необходимо эмпирически подобрать порог C, веса критериев и сами критерии таким образом, чтобы граф предпочтений не содержал петель и имел единственный исток. Это может потребовать дополнительного времени и усилий для настройки параметров метода под конкретную задачу.

**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

Листинг А.1. Реализация метода Электра II.

a = [

[15,15,10,5],

[10,5,10,5],

[10,10,15,5],

[5,5,10,4],

[5,15,5,3],

[15,5,10,5],

[5,15,5,2],

[15,5,15,5],

[10,15,10,5],

[15,10,15,4]]

b = [' x '] \* 10

c = [5, 4, 4, 5]

for i in range(10):

b[i] = [' x '] \* 10

countdominant = 0

countdominanted = 0

res = []

for i in range(10):

for m in range(i + 1, 10):

for j in range(4):

if j == 0 or j == 1:

if a[i][j] < a[m][j]:

countdominant += c[j]

elif a[i][j] > a[m][j]:

countdominanted += c[j]

else:

if a[i][j] > a[m][j]:

countdominant += c[j]

elif a[i][j] < a[m][j]:

countdominanted += c[j]

if countdominant != 0 and countdominanted == 0:

b[i][m] = 'inf'

b[m][i] = ' - '

elif countdominant == 0 and countdominanted != 0:

b[m][i] = 'inf'

b[i][m] = ' - '

else:

if countdominanted == 0:

b[i][m] = ' - '

b[m][i] = ' - '

elif countdominant / countdominanted == 1:

b[i][m] = ' - '

b[m][i] = ' - '

elif countdominant / countdominanted < 1:

*Продолжение листинга А.1.*

|  |
| --- |
| b[i][m] = ' - '  b[m][i] = str(round(countdominanted / countdominant, 2))  else:  b[i][m] = str(round(countdominant / countdominanted, 2))  b[m][i] = ' - '  countdominant = 0  countdominanted = 0  # Выравнивание  max\_length = max(len(str(x)) for row in b for x in row)  # Вывод  for row in b:  print(" ".join(str(x).rjust(max\_length) for x in row))  # Определяем, сколько раз каждая альтернатива входит в другие альтернативы  alternative\_counts = [0] \* 10  for i in range(10):  for j in range(10):  if b[i][j] == ' - ':  alternative\_counts[i] += 1  # Сортировка по количеству вхождений  sorted\_alternatives = sorted(range(len(alternative\_counts)), key=lambda k: alternative\_counts[k])  print("\nBest alternatives:")  for i in range(10):  if i == 0:  print(f"Alternative {sorted\_alternatives[i] + 1}", end="")  else:  print(f" -> Alternative {sorted\_alternatives[i] + 1}", end="")  print() |