Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Кафедра электронных вычислительных машин

Лабораторная работа №2
«Решение слабоструктурированных задач на основе метода анализа иерархий»
Вариант № 3

Выполнил
студент группы 050502:
Крачковский А.В.

Проверил:
Селезнев А.И.

Минск 2023

1. Исходные данные для выполнения

Предлагаются шесть вариантов площадки для строительства нового предприятия. Характеристики площадок следующие.

Площадка	Пл1	Пл2	Пл3	Пл4	Пл5	Пл6
Уровень развития дорожной сети	средняя	плохая	развитая	развитая (немного лучше, чем для Пл3)	средняя	плохая
Энергоснабжение	хорошее	хорошее	плохое	среднее	очень хорошее	среднее
Затраты на подготовку к строительству, млн ден.ед.	3,5	2,5	3	3,5	3	2,0

Важность критериев оценивается двумя экспертами.

По мнению первого эксперта, наиболее важный критерий - затраты на подготовку к строительству, менее важны (и одинаково важны между собой) уровень развития дорожной сети и энергоснабжение.

По мнению второго эксперта, наиболее важный критерий - уровень развития дорожной сети, немного менее важный - затраты на подготовку к строительству, еще немного менее важный - энергоснабжение.

2. Выбор множества Парето

Выбор множества Парето-оптимальных решений (множества Парето) представляет собой отбор перспективных альтернатив, из которых затем отбирается одна (лучшая) альтернатива.

Выберем множества Парето:

Для удобства обозначим что А1 = „Уровень развития дорожной сети“, А2 = „Энергоснабжение“, а А3 = „Затраты на подготовку к строительству, млн ден. ед.“. При знаке „>“ будем подразумевать „лучше“, при „=“ равны и при „<“ хуже.

2.1 Сравним Пл1 и Пл2:

А1 Пл1 > Пл2;

А2 Пл1 = Пл2;

А3 Пл1 < Пл2

Таким образом, ни одну из альтернатив исключить нельзя, так как по некоторым критериям лучше одна, а по другим – другая.

2.2 Сравним Пл1 и Пл3.

А1 Пл1 < Пл3;

А2 Пл1 > Пл3;

А3 Пл1 < Пл3;

Ни одна из альтернатив не исключается.

2.3 Сравним Пл1 и Пл4.

А1 Пл1 < Пл4;

А2 Пл1 > Пл4;

А3 Пл1 = Пл4;

Ни одна из альтернатив не исключается.

2.4 Сравним Пл1 и Пл5.

А1 Пл1 = Пл5;

А2 Пл1 < Пл5;

А3 Пл1 < Пл5;

Здесь мы можем заметить что Пл1 ничем не превосходит Пл5, напротив, является более худшей альтернативой, из чего следует что мы можем исключить Пл1 из дальнейшего сравнения.

2.5 Остальные

Аналогично сравниваются остальные альтернативы. Но дальнейшие сравнения не приведут к исключению какой-либо альтернативы.

Таким образом, во множество Парето войдут альтернативы Пл2, Пл3, Пл4, Пл5 и Пл6. Именно из них будет затем выбираться лучшая альтернатива.

3. Метод анализа иерархий

Затем выполняется попарное сравнение всех элементов, учитываемых при решении задачи. Сравнение состоит в указании экспертных оценок превосходства (или, наоборот, отставания) элементов задачи относительно друг друга. Сначала сравниваются *критерии по их важности*. Затем сравниваются *альтернативы по каждому критерию*. Для этого заполняются матрицы парных сравнений. Размерность каждой матрицы парных сравнений равна количеству сравниваемых элементов. Матрицы парных сравнений заполняются, обрабатываются, а также проверяются на непротиворечивость по правилам метода Саати.

На основании матриц парных сравнений вычисляются оценки важности критериев, оценки предпочтительности альтернатив по каждому из критериев и, наконец, обобщенные оценки предпочтительности альтернатив.

Рассмотрим сравнение критериев по важности. В рассматриваемой задаче три критерия: уровень развития дорожной сети (воспользуемся ранними обозначениями, А1), энергоснабжение (А2), затраты на подготовку к строительству (А3). Поэтому потребуется заполнить матрицу размерностью 3 x 3. Матрица заполняется в соответствии с мнениями о важности. Матрица парных сравнений критериев для данного примера приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 — Матрица парных сравнений

	A1	A2	A3
A1	1	1	1/5
A2	1	1	1/5
A3	5	5	1

Обработка матрицы парных сравнений выполняется по правилам метода Саати. Все вычисления проводились в программе MathLab (код можно увидеть в приложении А). Рассмотрим эту операцию для данного примера.

Вычисляются средние геометрические строк матрицы:

C1 = 0.584804

C2 = 0.584804

C3 = 2.924018

Вычисляется сумма средних геометрических: $C = 4.093625$

Вычисляются *локальные приоритеты* (в данном случае - оценки важности критериев):

Lk1 = 0.142857

Lk2 = 0.142857

Lk3 = 0.714286

Чем больше локальный приоритет, тем важнее критерий (т.е. тем больше он должен учитываться при выборе решения).

Затем выполняется сравнение альтернатив по каждому из критериев. Рассмотрим сравнение альтернатив по критерию “уровень развития дорожной сети” (таблица 3.2).

Таблица 3.2 — Матрица парных сравнений альтернатив
по критерию “уровень развития дорожной сети”

	M2	M3	M4	M5	M6
M2	1	1/7	1/9	1/5	1
M3	7	1	1/3	3	7
M4	9	3	1	5	9
M5	5	1/3	1/5	1	5
M6	1	1/7	1/9	1/5	1

Матрица парных сравнений обрабатывается, как показано выше. Вычисляются средние геометрические строк:

C2 = 0.316474

C3 = 2.177906

C4 = 4.139189

C5 = 1.107566

C6 = 0.316474

Сумма средних геометрических: $C = 8.057610$

Локальные приоритеты альтернатив относительно критерия К1:

Lk1m2 = 0.039276

Lk1m3 = 0.270292

Lk1m4 = 0.513699

Lk1m5 = 0.137456

Lk1m6 = 0.039276

Чем больше локальный приоритет, тем лучше альтернатива *по данному критерию*. В данном случае видно, что по критерию “ уровень развития дорожной сети” лучшее место – М4, худшее – М2 и М6.

Аналогично выполняется сравнение альтернатив по остальным критериям.

В таблице 3.3 приведено попарное сравнение альтернатив по критерию “энергоснабжение”, в таблице 3.4 – по критерию “затраты на подготовку к строительству”.

Таблица 3.3 — Матрица парных сравнений альтернативно критерию “энергоснабжение”

	M2	M3	M4	M5	M6
M2	1	7	5	1/3	5
M3	1/7	1	1/3	1/9	1/3
M4	1/5	3	1	1/5	1
M5	3	9	5	1	5
M6	1/5	3	1	1/5	1

Локальные приоритеты альтернатив относительно критерия К2 (близость к потребителям):

Lk2m2 = 0.299675

Lk2m3 = 0.037390

Lk2m4 = 0.086957

Lk2m5 = 0.489022

Lk2m6 = 0.086957

Таблица 3.4 — Матрица парных сравнений альтернатив по критерию “затраты на подготовку к строительству”

	M2	M3	M4	M5	M6
M2	1	1/3	1/5	1/3	3
M3	3	1	1/3	1	7
M4	5	3	1	3	9
M5	3	1	1/3	1	7
M6	1/3	1/7	1/9	1/7	1

Локальные приоритеты альтернатив относительно критерия К2 (близость к потребителям):

Lk3m2 = 0.082019

Lk3m3 = 0.208044

Lk3m4 = 0.468410

$$Lk3m5 = 0.208044$$

$$Lk3m6 = 0.033483$$

На основании полученных оценок вычисляются **глобальные приоритеты альтернатив**, в которых учитываются предпочтения альтернатив по каждому из критериев, а также важность этих критериев. Глобальные приоритеты альтернатив находятся следующим образом: локальные приоритеты альтернативы относительно критериев умножаются на приоритеты соответствующих критериев; эти произведения складываются.

$$G_{M2} = L_{k1M2} \cdot L_{K1} + L_{k2M2} \cdot L_{K1} + L_{k3M2} \cdot L_{K3} = 0.107007$$

$$G_{M3} = L_{k1M3} \cdot L_{K1} + L_{k2M3} \cdot L_{K1} + L_{k3M3} \cdot L_{K3} = 0.192557$$

$$G_{M4} = L_{k1M4} \cdot L_{K1} + L_{k2M4} \cdot L_{K1} + L_{k3M4} \cdot L_{K3} = 0.420387$$

$$G_{M5} = L_{k1M5} \cdot L_{K1} + L_{k2M5} \cdot L_{K1} + L_{k3M5} \cdot L_{K3} = 0.238100$$

$$G_{M6} = L_{k1M6} \cdot L_{K1} + L_{k2M6} \cdot L_{K1} + L_{k3M6} \cdot L_{K3} = 0.041950$$

Чем больше глобальный приоритет, тем лучше альтернатива (с учетом *всех* критериев, а также с учетом их важности).

В данном случае лучшей площадкой для строительства нового предприятия является место, обозначенное как М4. Несколько хуже место М5, еще хуже – М3, еще менее худшее – М2, самое худшее – М6.

Приложение А

CalculateSaati.m

```
function localPriorities = CalculateSaati(inputMatrix, size)

    % Calculating geometric mean of matrix rows

    geometrixMeanMatrixRows = zeros(size); % empty array

    for i = 1:size

    geometrixMeanMatrixRows(i) = inputMatrix(i,1);

        for j = 2:size

            geometrixMeanMatrixRows(i) =
geometrixMeanMatrixRows(i) * inputMatrix(i,j); % summing all
elements in line

        end

    geometrixMeanMatrixRows(i) =
nthroot(geometrixMeanMatrixRows(i),size);

    end

    sumGeometricMeans = 0;

    for i = 1:size

        fprintf('C%d = %f\n', i, geometrixMeanMatrixRows(i));

        sumGeometricMeans = sumGeometricMeans +
geometrixMeanMatrixRows(i);

    end

    fprintf('Sum of geometric Means is %f\n',
sumGeometricMeans);


    localPriorities = zeros(size);


    for i = 1:size

        localPriorities(i) = geometrixMeanMatrixRows(i) /
sumGeometricMeans;

        fprintf('LP%d =  %f\n',i, localPriorities(i));

    end

end
```

InputMatrix.m

```
function resMatrix = InputMatrix(size)
    resMatrix = zeros(size, size);
    for i = 1:size
        for j = 1:size
            fprintf('Enter value at (%d, %d): ', i, j);
            resMatrix(i,j) = input('');
        end
    end
end
```

Main.m

```
% entering base matrix
baseMatrix = InputMatrix(3);
baseLocalPriorities = CalculateSaati(baseMatrix, 3);

% entering first
matrixOne = InputMatrix(5);
firstLocalPriorities = CalculateSaati(matrixOne, 5);

% entering second
matrixTwo = InputMatrix(5);
secondLocalPriorities = CalculateSaati(matrixTwo, 5);

% entring third
matrixThree = InputMatrix(5);
thirdLocalPriorities = CalculateSaati(matrixThree, 5);

% result
globalPriorities = zeros(5);
```

```
for i = 1:5
    globalPriorities(i) = firstLocalPriorities(i) *
baseLocalPriorities(1) + secondLocalPriorities(i) *
baseLocalPriorities(2) + thirdLocalPriorities(i) *
baseLocalPriorities(3);
    fprintf('GP%d = %f\n', i, globalPriorities(i));
end
```