

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных вычислительных машин

Лабораторная работа №3
«ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА
ПРИ МНОГИХ КРИТЕРИЯХ»
Вариант № 5

Выполнил
студент группы 050502:
Крачковский А.В.

Проверил:
Селезнев А.И.

Минск 2023

1. Исходные данные для выполнения

Предприятие предполагает приобрести новую технологическую линию для производства пластмассы. Имеется возможность приобрести одну из трех линий: Л1, Л2 или Л3. Каждая линия может применяться для производства трех видов пластмассы: для бытовых изделий, технической обычной и технической упрочненной.

Стоимость линий Л1, Л2, Л3 - 600, 200 и 500 тыс. ден.ед. соответственно. Другие характеристики линий зависят от вида выпускаемой пластмассы.

Пластмасса	Для бытовых изделий			Техническая обычная			Техническая упрочненная		
Линия	Л1	Л2	Л3	Л1	Л2	Л3	Л1	Л2	Л3
Производительность, кг/ч	300	150	300	400	180	350	320	150	270
Себестоимость пластмассы, ден.ед./кг	10	7	8	6	8	10	9	12	10
Время непрерывной работы, ч	60	30	50	120	50	100	80	30	70

Примечание – Время непрерывной работы линии - интервал времени, по истечении которого требуется остановка линии (например, для чистки). Чем дольше время непрерывной работы, тем лучше.

Из опыта работы предприятия известно, что примерно 20% заказов на производство пластмасс составляют заказы на пластмассу для бытовых изделий, 50% - заказы на обычную техническую пластмассу, 30% - на техническую упрочненную.

По мнению руководства предприятия, наиболее важный критерий - производительность, следующий по важности - себестоимость пластмассы, менее важны (и одинаково важны между собой) стоимость линии и время непрерывной работы.

2. Оценка альтернатив на основе метода анализа иерархий

Для решения задачи воспользуемся методом анализа иерархий.

Найдем обобщенные оценки альтернатив (проектов) для первого варианта внешних условий, т.е. **для низкого спроса**.

2.1 Определяются локальные приоритеты (оценки важности) критериев.

Для этого выполняется их попарное сравнение по важности согласно методу Саати.

Таблица 2.1 — Матрица попарных сравнений по критерию важности

	K1	K2	K3	K4
K1	1	1/9	1/3	1
K2	9	1	5	9
K3	3	1/5	1	3
K4	1	1/9	1/3	1

Где K1 = Линия, K2 = Производительность, кг/ч, K3 = Себестоимость пластмассы, ден.ед./кг, K4 = Время непрерывной работы, ч.

После этого вычисляем локальные приоритеты (все вычисления проводятся в программе MatLab, код можно увидеть в **Приложении А**, а выполнение программы в **Приложении Б**)

$$L_{k1} = 0.067266; \quad L_{k2} = 0.687862; \quad L_{k3} = 0.177605; \quad L_{k4} = 0.067266.$$

2 Определяются локальные приоритеты альтернатив (проектов) по каждому из критериев.

Для этого выполняется их попарное сравнение согласно методу Саати

Таблица 2.1 — Матрица попарных сравнений по критерию «Производительность, кг/ч» для Технической обычной

	П1	П2	П3
П1	1	5	1
П2	1/5	1	1/5
П3	1	5	1

Таблица 4.2 — Матрица попарных сравнений по критерию «Себестоимость пластмассы, ден.ед./кг» для Технической обычной

	C1	C2	C3
C1	1	1/5	1/3
C2	5	1	3
C3	3	1/3	1

Таблица 2.3 — Матрица попарных сравнений по критерию «Время непрерывной работы, ч» для бытовых изделий

	В1	В2	В3
В1	1	7	3
В2	1/7	1	1/5
В3	1/3	5	1

Таблица 2.4 — Матрица попарных сравнений по критерию «затраты на строительство линий» для бытовых изделий

	Л1	Л2	Л3
Л1	1	1/9	1/3
Л2	9	1	5
Л3	3	1/5	1

Примечание: чем меньше себе стоимость, тем она выгоднее.

$$L_A^{K1}=0.454545 \quad L_B^{K1}=0.090909 \quad L_C^{K1}=0.454545$$

$$L_A^{K2}=0.104729 \quad L_B^{K2}=0.636986 \quad L_C^{K2}=0.258285$$

$$L_A^{K3}=0.649118 \quad L_A^{K3}=0.071927 \quad L_A^{K3}=0.278955$$

$$L_A^{K4}=0.070418 \quad L_A^{K4}=0.751405 \quad L_A^{K4}=0.178178$$

3 Определяются обобщенные оценки (глобальные приоритеты)

$$G_A=0.222638 \quad G_B=0.507592 \quad G_C=0.269769$$

4 Подсчет остальных случаев

Теперь проведем все те же самые операции для двух остальных случаев:

Таблица 4.1 — Матрица попарных сравнений по критерию «Производительность, кг/ч» для Технической обычной

	П1	П2	П3
П1	1	7	3
П2	1/7	1	1/5
П3	1/3	5	1

Таблица 4.2 — Матрица попарных сравнений по критерию «Себестоимость пластмассы, ден.ед./кг» для Технической обычной

	С1	С2	С3
С1	1	3	5
С2	1/3	1	3
С3	1/5	1/3	1

Таблица 4.3 — Матрица попарных сравнений по критерию «Время непрерывной работы, ч» для Технической обычной

	B1	B2	B3
B1	1	7	3
B2	1/7	1	1/5
B3	1/3	5	1

Таблица 4.4 — Матрица попарных сравнений по критерию «затраты на строительство линий» для Технической обычной

	Л1	Л2	Л3
Л1	1	1/9	1/3
Л2	9	1	5
Л3	3	1/5	1

$$L_A^{K1}=0.649118 \quad L_A^{K1}=0.071927 \quad L_A^{K1}=0.278955$$

$$L_A^{K2}=0.636986 \quad L_B^{K2}=0.258285 \quad L_C^{K2}=0.104729$$

$$L_A^{K3}=0.649118 \quad L_A^{K3}=0.071927 \quad L_A^{K3}=0.278955$$

$$L_A^{K4}=0.070418 \quad L_A^{K4}=0.751405 \quad L_A^{K4}=0.178178$$

Глобальные приоритеты:

$$G_A=0.601846 \quad G_B=0.245822 \quad G_C=0.152333$$

Таблица 4.5 — Матрица попарных сравнений по критерию «Производительность, кг/ч» для Технической упрочненной

	П1	П2	П3
П1	1	9	5
П2	1/9	1	1/7
П3	1/5	7	1

Таблица 4.6 — Матрица попарных сравнений по критерию «Себестоимость пластмассы, ден.ед./кг» для Технической упрочненной

	С1	С2	С3
С1	1	5	3
С2	1/5	1	1/3
С3	1/3	3	1

Таблица 4.7 — Матрица попарных сравнений по критерию «Время непрерывной работы, ч» для Технической упрочненной

	B1	B2	B3
B1	1	7	3
B2	1/7	1	1/5
B3	1/3	5	1

Таблица 4.8 — Матрица попарных сравнений по критерию «затраты на строительство линий» для Технической упрочненной

	Л1	Л2	Л3
Л1	1	1/9	1/3
Л2	9	1	5
Л3	3	1/5	1

$$L_A^{K1}=0.721934 \quad L_B^{K1}=0.051009 \quad L_C^{K1}=0.227057$$

$$L_A^{K2}=0.636986 \quad L_B^{K2}=0.104729 \quad L_C^{K2}=0.258285$$

$$L_A^{K3}=0.649118 \quad L_A^{K3}=0.071927 \quad L_A^{K3}=0.278955$$

$$L_A^{K4}=0.070418 \quad L_A^{K4}=0.751405 \quad L_A^{K4}=0.178178$$

Глобальные приоритеты:

$$G_A=0.606744 \quad G_B=0.138789 \quad G_C=0.254467$$

5. Выбор альтернативы на основе оценок для различных внешних условий

Таблица 5.1 – Матрица выигрышей

Проекты	Внешние условия (спрос)		
	Для бытовых изделий	Техническая обычная	Техническая упрочненная
A	0.302595	0.641656	0.646036
B	0.420602	0.186545	0.090844
C	0.276803	0.171799	0.263121

На основе матрицы выигрышей выбирается лучшая альтернатива. Выбор производится в зависимости от постановки задачи, прежде всего - в зависимости от информации о внешних условиях. В данном случае известны вероятности внешних условий, т.е. экспертные оценки вероятностей для различных уровней спроса. Поэтому для выбора альтернативы используется критерий Байеса (критерий максимума среднего выигрыша). Для каждой

альтернативы определяется обобщенная оценка с учетом всех вариантов внешних условий:

$$E_A=0.527474 \quad E_B=0.266066 \quad E_C=0.206460$$

Таким образом, в качестве рационального решения следует выбрать строительство предприятия по проекту 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
```

CreateSaati.m

```
function M = createSaati(n)

% CREATE_SAATI_MATRIX Generate an n x n Saati matrix
%
% Syntax: M = create_saati_matrix(n)
%
```



```

% Inputs:
% n - Number of elements in the matrix
%
% Outputs:
% M - A square Saati matrix of size n x n

% Initialize the matrix to zeros
M = zeros(n);

% Loop over the rows and columns
for i = 1:n

for j = 1:n

if i == j
% For the diagonal elements, set to 1
M(i, j) = 1;
elseif i < j
% For the upper triangular elements, prompt the user for a value
prompt = sprintf('Enter the weight of %d compared to %d (1/%d):', i, j, j - i);
M(i, j) = input(prompt);
else
% For the lower triangular elements, calculate the reciprocal of
the corresponding upper triangular element
M(i, j) = 1 / M(j, i);
end

end

end

% Print the Saati matrix to the console
disp('Saati matrix:');
disp(M);
end

```

Calculations.m

```

function globalPriorities =
Calculations(hierarchyLocalPriorities,
costOfBuildingLocalPriorities)

fprintf('First Matrix)\n');
ALP = CalculateSaati(createSaati(3), 3);
fprintf('Second Matrix)\n');
BLP = CalculateSaati(createSaati(3), 3);
fprintf('Third Matrix)\n');
CLP = CalculateSaati(createSaati(3), 3);

globalPriorities = zeros(3);

```

```

fprintf('1 = A, 2 = B, 3 = C\n');
for i = 1:3
globalPriorities(i) = ALP(i) * hierarchyLocalPriorities(1) +
BLP(i) * hierarchyLocalPriorities(2) + CLP(i) *
hierarchyLocalPriorities(3) + costOfBuildingLocalPriorities(i) *
hierarchyLocalPriorities(4);
fprintf('GP%d = %f\n', i, globalPriorities(i));
end

end

```

main.m

```

fprintf('Welcome to the program for calculating the priority of
the groups of buildings!\n');

fprintf('Please, follow the instructions below:\n');
fprintf('1. Enter the priorities of the matrix for hierarchy of
buildings\n');
hierarchySaatiMatrix = createSaati(4);
hierarchyLocalPriorities = CalculateSaati(hierarchySaatiMatrix,
4);

fprintf('2. Enter the priorities of the matrix for the cost of
building\n');
costOfBuildingSaatiMatrix = createSaati(3);
costOfBuildingLocalPriorities =
CalculateSaati(costOfBuildingSaatiMatrix, 3);

fprintf('3. Enter the priorities of the matrix for the first
parameter\n');
gp1 = Calculations(hierarchyLocalPriorities,
costOfBuildingLocalPriorities);
fprintf('4. Enter the priorities of the matrix for the second
parameter\n');
gp2 = Calculations(hierarchyLocalPriorities,
costOfBuildingLocalPriorities);
fprintf('5. Enter the priorities of the matrix for the third
parameter\n');
gp3 = Calculations(hierarchyLocalPriorities,
costOfBuildingLocalPriorities);

% Calculating final result
% writting % of each group
fprintf('6. Enter the percentage of each group\n');
A = input('What is the percentage of group 1? (write type double
number ex 0.2): ');
B = input('What is the percentage of group 2? (write type double
number): ');

```

```
C = input('What is the percentage of group 3? (write type double
number): ');

EA = gp1(1) * A + gp2(1) * B + gp3(1) * C;
EB = gp1(2) * A + gp2(2) * B + gp3(2) * C;
EC = gp1(3) * A + gp2(3) * B + gp3(3) * C;

fprintf('The final result is:\n');5
fprintf('EA = %f\n', EA);
fprintf('EB = %f\n', EB);
fprintf('EC = %f\n', EC);
```

Приложение Б

```
>> run('./main.m')
```

Welcome to the program for calculating the priority of the groups of buildings!

Please, follow the instructions below:

1. Enter the priorities of the matrix for hierarchy of buildings

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 1/9

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 1/3

Enter the weight of 1 compared to 4 (1/3): 1

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 5

Enter the weight of 2 compared to 4 (1/2): 9

Enter the weight of 3 compared to 4 (1/1): 3

Saati matrix:

1.0000	0.1111	0.3333	1.0000
9.0000	1.0000	5.0000	9.0000
3.0000	0.2000	1.0000	3.0000
1.0000	0.1111	0.3333	1.0000

C1 = 0.438691

C2 = 4.486046

C3 = 1.158292

C4 = 0.438691

Sum of geometric Means is 6.521721

LP1 = 0.067266

LP2 = 0.687862

LP3 = 0.177605

LP4 = 0.067266

2. Enter the priorities of the matrix for the cost of building

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 1/9

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 1/3

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 5

Saati matrix:

1.0000	0.1111	0.3333
--------	--------	--------

9.0000	1.0000	5.0000
3.0000	0.2000	1.0000

C1 = 0.333333

C2 = 3.556893

C3 = 0.843433

Sum of geometric Means is 4.733659

LP1 = 0.070418

LP2 = 0.751405

LP3 = 0.178178

3. Enter the priorities of the matrix for the first parameter
First Matrix)

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 5

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 1

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 1/5

Saati matrix:

1.0000	5.0000	1.0000
0.2000	1.0000	0.2000
1.0000	5.0000	1.0000

C1 = 1.709976

C2 = 0.341995

C3 = 1.709976

Sum of geometric Means is 3.761947

LP1 = 0.454545

LP2 = 0.090909

LP3 = 0.454545

Second Matrix)

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 1/5

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 1/3

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 3

Saati matrix:

1.0000	0.2000	0.3333
5.0000	1.0000	3.0000

3.0000 0.3333 1.0000

C1 = 0.405480

C2 = 2.466212

C3 = 1.000000

Sum of geometric Means is 3.871692

LP1 = 0.104729

LP2 = 0.636986

LP3 = 0.258285

Third Matrix)

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 7

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 3

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 1/5

Saati matrix:

1.0000 7.0000 3.0000

0.1429 1.0000 0.2000

0.3333 5.0000 1.0000

C1 = 2.758924

C2 = 0.305711

C3 = 1.185631

Sum of geometric Means is 4.250266

LP1 = 0.649118

LP2 = 0.071927

LP3 = 0.278955

1 = A, 2 = B, 3 = C

GP1 = 0.222638

GP2 = 0.507592

GP3 = 0.269769

4. Enter the priorities of the matrix for the second parameter

First Matrix)

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 7

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 3

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 1/5

Saati matrix:

1.0000	7.0000	3.0000
0.1429	1.0000	0.2000
0.3333	5.0000	1.0000

C1 = 2.758924

C2 = 0.305711

C3 = 1.185631

Sum of geometric Means is 4.250266

LP1 = 0.649118

LP2 = 0.071927

LP3 = 0.278955

Second Matrix)

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 3

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 5

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 3

Saati matrix:

1.0000	3.0000	5.0000
0.3333	1.0000	3.0000
0.2000	0.3333	1.0000

C1 = 2.466212

C2 = 1.000000

C3 = 0.405480

Sum of geometric Means is 3.871692

LP1 = 0.636986

LP2 = 0.258285

LP3 = 0.104729

Third Matrix)

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 7

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 3

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 1/5

Saati matrix:

1.0000	7.0000	3.0000
--------	--------	--------

0.1429	1.0000	0.2000
0.3333	5.0000	1.0000

C1 = 2.758924

C2 = 0.305711

C3 = 1.185631

Sum of geometric Means is 4.250266

LP1 = 0.649118

LP2 = 0.071927

LP3 = 0.278955

1 = A, 2 = B, 3 = C

GP1 = 0.601846

GP2 = 0.245822

GP3 = 0.152333

5. Enter the priorities of the matrix for the third parameter
First Matrix)

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 9

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 5

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 1/7

Saati matrix:

1.0000	9.0000	5.0000
0.1111	1.0000	0.1429
0.2000	7.0000	1.0000

C1 = 3.556893

C2 = 0.251316

C3 = 1.118689

Sum of geometric Means is 4.926898

LP1 = 0.721934

LP2 = 0.051009

LP3 = 0.227057

Second Matrix)

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 5

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 3

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 1/3

Saati matrix:

1.0000	5.0000	3.0000
0.2000	1.0000	0.3333
0.3333	3.0000	1.0000

C1 = 2.466212

C2 = 0.405480

C3 = 1.000000

Sum of geometric Means is 3.871692

LP1 = 0.636986

LP2 = 0.104729

LP3 = 0.258285

Third Matrix)

Enter the weight of 1 compared to 2 (1/1): 7

Enter the weight of 1 compared to 3 (1/2): 3

Enter the weight of 2 compared to 3 (1/1): 1/5

Saati matrix:

1.0000	7.0000	3.0000
0.1429	1.0000	0.2000
0.3333	5.0000	1.0000

C1 = 2.758924

C2 = 0.305711

C3 = 1.185631

Sum of geometric Means is 4.250266

LP1 = 0.649118

LP2 = 0.071927

LP3 = 0.278955

1 = A, 2 = B, 3 = C

GP1 = 0.606744

GP2 = 0.138789

GP3 = 0.254467

6. Enter the percentage of each group

What is the percentage of group 1? (write type double number ex 0.2): 0.2

What is the percentage of group 2? (write type double number): 0.5

What is the percentage of group 3? (write type double number): 0.3

The final result is:

EA = 0.527474

EB = 0.266066

EC = 0.206460