

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

ИНСТИТУТ НЕПРЕРЫВНОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

ОЦЕНКА

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

д-р техн. наук, профессор
должность, уч. степень, звание

подпись, дата

С.И. Колесникова
инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

Моделирование принятия решения в многокритериальной задаче
выбора

по дисциплине: Компьютерное моделирование

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ гр. №

Z1431

номер группы

подпись, дата

М.Д. Быстров

инициалы, фамилия

Студенческий билет №

2021/3572

Санкт-Петербург 2024

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель настоящей работы – знакомство с математическим аппаратом СППР для моделирования слабоструктурированных задач.

ХОД РАБОТЫ

Нужно произвести выбор секретаря референта из подавших резюме. Отбор претендентов происходит по трем критериям:

C1. Филологическое образование и знание предметной области.

C2. Знание английского языка.

C3. Знание компьютера.

Собеседование прошли три претендента: П1, П2, П3.

После собеседования получились следующие описания претендентов.

П1: отличное знание английского языка; нет навыков работы на компьютере, посредственное знание предметной области.

П2: незнание английского языка, нет навыков работы на компьютере, предметную область знает посредственно.

П3: очень хорошее знание предметной области и филологическое образование, хорошие навыки работы на компьютере, посредственное знание английского языка.

1) На основе метода АНР выбрать претендента, в зависимости от разных наборов «весов» критериев:

а) $C1=0,4$; $C2=0,2$; $C3=0,3$

б) $C1=0,3$; $C2=0,3$; $C3=0,4$

в) $C1=0,2$; $C2=0,5$; $C3=0,3$

2) На основе метода АНР+ выбрать претендента, в зависимости от разных наборов «весов» критериев, в зависимости от нового добавленного в группу претендента $П4=\{\text{знает делопроизводство, навыки работы на компьютере, слабое знание английского языка}\}$.

Разработать программу, моделирующую принятие решение о выборе претендента в зависимости от «стоимости» критериев по двум методам.

1. На первом этапе реализованы алгоритмы МАИ и ММАИ в программной среде Matlab. Исходные коды реализаций представлены в Приложении 1.
2. На втором этапе проведено оценивание всех альтернатив (претендентов) для каждого критерия по шкале от 1 до 9 (Таблица 1). Во время выполнения программы расчета МПС (матрицы парных сравнений) составляются на основе выставленных оценок.

Таблица 1 Оценки альтернатив

| | Критерий 1 | Критерий 2 | Критерий 3 |
|--------------|------------|------------|------------|
| Претендент 1 | 3 | 9 | 1 |
| Претендент 2 | 3 | 1 | 1 |
| Претендент 3 | 9 | 5 | 7 |
| Претендент 4 | 5 | 3 | 7 |

3. Полученные значения использованы для задания входных данных алгоритмам МАИ и ММАИ. В результате комбинирования различных вариантов «весов» и расширения перечня альтернатив количество вариантов входных данных составило 9: 3 - для выбора претендента алгоритмом МАИ, 6 – для выбора алгоритмом ММАИ.

Для любой МПС весовой коэффициент рассчитывается следующим образом:

Находится сумма элементов каждого столбца.

$$S_j = a_{1j} + a_{2j} + \dots + a_{nj}$$

Все элементы матрицы делятся на сумму элементов соответствующего столбца:

$$A_{ij} = \frac{a_{ij}}{S_j}$$

Находим среднее значение для каждой строки, получившиеся значения образуют итоговый вектор коэффициентов:

| A_{ij} | цена | размер | комнаты | близость | категория | СРЗНАЧ |
|-----------|-------|--------|---------|----------|-----------|--------|
| цена | 0,221 | 0,197 | 0,293 | 0,181 | 0,227 | 0,224 |
| размер | 0,073 | 0,066 | 0,073 | 0,052 | 0,091 | 0,071 |
| комнаты | 0,221 | 0,263 | 0,293 | 0,361 | 0,273 | 0,282 |
| близость | 0,441 | 0,461 | 0,293 | 0,361 | 0,364 | 0,384 |
| категория | 0,044 | 0,013 | 0,049 | 0,045 | 0,045 | 0,039 |

Найденный вектор коэффициентов может быть использован для проверки МПС на согласованность по формуле:

$$A \cdot W = n \cdot W,$$

где A – МПС, W – вектор коэффициентов, n – собственное число матрицы.

Для алгоритма МАИ расчет итогового вектора ВКА происходит по следующему алгоритму:

1. Каждый из элементов ВКА по критерию умножается на весовой коэффициент соответствующего критерия:

$$w'_{Aj}{}^{ci} = w_{Aj}{}^{ci} * w_{ci}, i = 1, n; j = 1, k$$

где n – кол-во критериев, k – кол-во альтернатив

2. Из получившихся векторов формируется итоговый ненормализованный вектор:

$$w^j = \sum_{i=1}^n w'_{Aj}{}^{ci}$$

3. Получившийся вектор w подвергается нормировке (каждый элемент делится на сумму всех элементов).

Для алгоритма ММАИ элемент итоговой МПС W рассчитывается по формуле:

$$w_{Ajk} = \sum_{i=1}^n b_{Aj}{}^{ci} * w'_{ci}{}^{\text{крит}}$$

Где i – номер критерия, j – номер альтернативы, k – номер элемента в векторе (1,2), w' – вектор коэффициентов критериев, w – итоговая МПС W.

Для алгоритма ММАИ расчет итогового вектора ВКА происходит по формуле $V_i^{(1)} = \sum_{j=1}^g w_{ij}$, где w(i,j) – элементы итоговой матрицы парных сравнений W.

1. МАИ C1=0,4; C2=0,2; C3=0,3 П1, П2, П3
2. МАИ C1=0,3; C2=0,3; C3=0,4 П1, П2, П3
3. МАИ C1=0,2; C2=0,5; C3=0,3 П1, П2, П3
4. ММАИ C1=0,4; C2=0,2; C3=0,3 П1, П2, П3
5. ММАИ C1=0,3; C2=0,3; C3=0,4 П1, П2, П3
6. ММАИ C1=0,2; C2=0,5; C3=0,3 П1, П2, П3

7. ММАИ $C_1=0,4$; $C_2=0,2$; $C_3=0,3$ П1, П2, П3, П4
8. ММАИ $C_1=0,3$; $C_2=0,3$; $C_3=0,4$ П1, П2, П3, П4
9. ММАИ $C_1=0,2$; $C_2=0,5$; $C_3=0,3$ П1, П2, П3, П4

Решение 1.

алгоритм
{ 'МАИ' }

веса критериев
0.4000 0.2000 0.3000

МПС критериев:
1.0000 2.0000 1.3333
0.5000 1.0000 0.6667
0.7500 1.5000 1.0000

Весовой коэффициент критериев:
0.4444 0.2222 0.3333

Проверка МПС критериев на согласованность
МПС:
1.0000 2.0000 1.3333
0.5000 1.0000 0.6667
0.7500 1.5000 1.0000

ВК:
0.4444
0.2222
0.3333

Максимальное собственное значение (λ):
3.0000

$A * W =$
1.3333
0.6667
1.0000

$\lambda * W =$
1.3333
0.6667
1.0000

МПС согласована
Проверка МПС критерия 1 на согласованность:

МПС:
1.0000 1.0000 0.3333
1.0000 1.0000 0.3333
3.0000 3.0000 1.0000

ВК:

0.2000
0.2000
0.6000

Максимальное собственное значение (n):
3.0000

A * W =
0.6000
0.6000
1.8000

n * W =
0.6000
0.6000
1.8000

МПС согласована
Проверка МПС критерия 2 на согласованность:

МПС:
1.0000 9.0000 1.8000
0.1111 1.0000 0.2000
0.5556 5.0000 1.0000

ВК:
0.6000
0.0667
0.3333

Максимальное собственное значение (n):
3.0000

A * W =
1.8000
0.2000
1.0000

n * W =
1.8000
0.2000
1.0000

МПС согласована
Проверка МПС критерия 3 на согласованность:

МПС:
1.0000 1.0000 0.1429
1.0000 1.0000 0.1429
7.0000 7.0000 1.0000

ВК:
0.1111
0.1111
0.7778

Максимальное собственное значение (n):
3

A * W =
0.3333
0.3333

2.3333

$n * W =$
0.3333
0.3333
2.3333

МПС согласована
наилучшая альтернатива:
3

результат:
0.6000

оценки всех альтернатив:
0.2593 0.1407 0.6000

Решение 2.

алгоритм
{'МАИ'}

веса критериев
0.3000 0.3000 0.4000

МПС критериев:
1.0000 1.0000 0.7500
1.0000 1.0000 0.7500
1.3333 1.3333 1.0000

Весовой коэффициент критериев:
0.3000 0.3000 0.4000

Проверка МПС критериев на согласованность
МПС:
1.0000 1.0000 0.7500
1.0000 1.0000 0.7500
1.3333 1.3333 1.0000

ВК:
0.3000
0.3000
0.4000

Максимальное собственное значение (n):
3

$A * W =$
0.9000
0.9000
1.2000

$n * W =$
0.9000
0.9000
1.2000

МПС согласована
Проверка МПС критерия 1 на согласованность:

МПС:
1.0000 1.0000 0.3333
1.0000 1.0000 0.3333

3.0000 3.0000 1.0000

БК:

0.2000
0.2000
0.6000

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

0.6000
0.6000
1.8000

n * W =

0.6000
0.6000
1.8000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 2 на согласованность:

МПС:

1.0000 9.0000 1.8000
0.1111 1.0000 0.2000
0.5556 5.0000 1.0000

БК:

0.6000
0.0667
0.3333

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

1.8000
0.2000
1.0000

n * W =

1.8000
0.2000
1.0000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 3 на согласованность:

МПС:

1.0000 1.0000 0.1429
1.0000 1.0000 0.1429
7.0000 7.0000 1.0000

БК:

0.1111
0.1111
0.7778

Максимальное собственное значение (n):

3

A * W =
0.3333
0.3333
2.3333

n * W =
0.3333
0.3333
2.3333

МПС согласована
наилучшая альтернатива:
3

результат:
0.5911

оценки всех альтернатив:
0.2844 0.1244 0.5911

Решение 3.

алгоритм
{'МАИ'}

веса критериев
0.2000 0.5000 0.3000

МПС критериев:
1.0000 0.4000 0.6667
2.5000 1.0000 1.6667
1.5000 0.6000 1.0000

Весовой коэффициент критериев:
0.2000 0.5000 0.3000

Проверка МПС критериев на согласованность
МПС:

1.0000 0.4000 0.6667
2.5000 1.0000 1.6667
1.5000 0.6000 1.0000

ВК:
0.2000
0.5000
0.3000

Максимальное собственное значение (n):
3.0000

A * W =
0.6000
1.5000
0.9000

n * W =
0.6000
1.5000
0.9000

МПС согласована
Проверка МПС критерия 1 на согласованность:

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.2000 |
| 0.2000 |
| 0.6000 |

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

0.6000
0.6000
1.8000

n * W =

0.6000
0.6000
1.8000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 2 на согласованность:

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 9.0000 | 1.8000 |
| 0.1111 | 1.0000 | 0.2000 |
| 0.5556 | 5.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.6000 |
| 0.0667 |
| 0.3333 |

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

1.8000
0.2000
1.0000

n * W =

1.8000
0.2000
1.0000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 3 на согласованность:

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 |
| 7.0000 | 7.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.1111 |
| 0.1111 |
| 0.7778 |

Максимальное собственное значение (n):

3

$A * W =$

0.3333

0.3333

2.3333

$n * W =$

0.3333

0.3333

2.3333

МПС согласована

наилучшая альтернатива:

3

результат:

0.5200

оценки всех альтернатив:

0.3733 0.1067 0.5200

Решение 4.

алгоритм

{'ММАИ'}

веса критериев

0.4000 0.2000 0.3000

МПС критериев:

1.0000 2.0000 1.3333

0.5000 1.0000 0.6667

0.7500 1.5000 1.0000

Весовой коэффициент критериев:

0.4444 0.2222 0.3333

Проверка МПС критериев на согласованность

МПС:

1.0000 2.0000 1.3333

0.5000 1.0000 0.6667

0.7500 1.5000 1.0000

ВК:

0.4444

0.2222

0.3333

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

$A * W =$

1.3333

0.6667

1.0000

$n * W =$

1.3333

0.6667

1.0000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 1 на согласованность:

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.2000 |
| 0.2000 |
| 0.6000 |

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

0.6000
0.6000
1.8000

n * W =

0.6000
0.6000
1.8000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 2 на согласованность:

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 9.0000 | 1.8000 |
| 0.1111 | 1.0000 | 0.2000 |
| 0.5556 | 5.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.6000 |
| 0.0667 |
| 0.3333 |

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

1.8000
0.2000
1.0000

n * W =

1.8000
0.2000
1.0000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 3 на согласованность:

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 |
| 7.0000 | 7.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.1111 |
|--------|

0.1111
0.7778

Максимальное собственное значение (n):
3

A * W =
0.3333
0.3333
2.3333

n * W =
0.3333
0.3333
2.3333

МПС согласована

АНР+: b-матрица для критерия 1:

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} |
| {0.750,0.250} | {0.750,0.250} | {0.500,0.500} |

АНР+: b-матрица для критерия 2:

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.900,0.100} | {0.643,0.357} |
| {0.100,0.900} | {0.500,0.500} | {0.167,0.833} |
| {0.357,0.643} | {0.833,0.167} | {0.500,0.500} |

АНР+: b-матрица для критерия 3:

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} |
| {0.875,0.125} | {0.875,0.125} | {0.500,0.500} |

АНР+: итоговая W-матрица:

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.589,0.411} | {0.296,0.704} |
| {0.411,0.589} | {0.500,0.500} | {0.190,0.810} |
| {0.704,0.296} | {0.810,0.190} | {0.500,0.500} |

наилучшая альтернатива:
3

результат:
0.4477

оценки всех альтернатив:
0.3077 0.2447 0.4477

Решение 5.

алгоритм
{ 'ММАИ' }

веса критериев
0.3000 0.3000 0.4000

МПС критериев:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.7500 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.7500 |
| 1.3333 | 1.3333 | 1.0000 |

Весовой коэффициент критериев:
0.3000 0.3000 0.4000

Проверка МПС критериев на согласованность

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.7500 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.7500 |
| 1.3333 | 1.3333 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.3000 |
| 0.3000 |
| 0.4000 |

Максимальное собственное значение (n):

3

A * W =

| |
|--------|
| 0.9000 |
| 0.9000 |
| 1.2000 |

n * W =

| |
|--------|
| 0.9000 |
| 0.9000 |
| 1.2000 |

МПС согласована

Проверка МПС критерия 1 на согласованность:

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.2000 |
| 0.2000 |
| 0.6000 |

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

| |
|--------|
| 0.6000 |
| 0.6000 |
| 1.8000 |

n * W =

| |
|--------|
| 0.6000 |
| 0.6000 |
| 1.8000 |

МПС согласована

Проверка МПС критерия 2 на согласованность:

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 9.0000 | 1.8000 |
| 0.1111 | 1.0000 | 0.2000 |
| 0.5556 | 5.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.6000 |
| 0.0667 |
| 0.3333 |

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

1.8000

0.2000

1.0000

n * W =

1.8000

0.2000

1.0000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 3 на согласованность:

МПС:

1.0000 1.0000 0.1429

1.0000 1.0000 0.1429

7.0000 7.0000 1.0000

БК:

0.1111

0.1111

0.7778

Максимальное собственное значение (n):

3

A * W =

0.3333

0.3333

2.3333

n * W =

0.3333

0.3333

2.3333

МПС согласована

АНР+: b-матрица для критерия 1:

{0.500,0.500} {0.500,0.500} {0.250,0.750}

{0.500,0.500} {0.500,0.500} {0.250,0.750}

{0.750,0.250} {0.750,0.250} {0.500,0.500}

АНР+: b-матрица для критерия 2:

{0.500,0.500} {0.900,0.100} {0.643,0.357}

{0.100,0.900} {0.500,0.500} {0.167,0.833}

{0.357,0.643} {0.833,0.167} {0.500,0.500}

АНР+: b-матрица для критерия 3:

{0.500,0.500} {0.500,0.500} {0.125,0.875}

{0.500,0.500} {0.500,0.500} {0.125,0.875}

{0.875,0.125} {0.875,0.125} {0.500,0.500}

АНР+: итоговая W-матрица:

{0.500,0.500} {0.620,0.380} {0.318,0.682}

{0.380,0.620} {0.500,0.500} {0.175,0.825}

{0.682,0.318} {0.825,0.175} {0.500,0.500}

наилучшая альтернатива:

3

результат:

0.4460

оценки всех альтернатив:

0.3195 0.2344 0.4460

Решение 6.

алгоритм

{'ММАИ'}

веса критериев

0.2000 0.5000 0.3000

МПС критериев:

1.0000 0.4000 0.6667

2.5000 1.0000 1.6667

1.5000 0.6000 1.0000

Весовой коэффициент критериев:

0.2000 0.5000 0.3000

Проверка МПС критериев на согласованность

МПС:

1.0000 0.4000 0.6667

2.5000 1.0000 1.6667

1.5000 0.6000 1.0000

ВК:

0.2000

0.5000

0.3000

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

0.6000

1.5000

0.9000

n * W =

0.6000

1.5000

0.9000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 1 на согласованность:

МПС:

1.0000 1.0000 0.3333

1.0000 1.0000 0.3333

3.0000 3.0000 1.0000

ВК:

0.2000

0.2000

0.6000

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =
0.6000
0.6000
1.8000

n * W =
0.6000
0.6000
1.8000

МПС согласована
Проверка МПС критерия 2 на согласованность:

МПС:
1.0000 9.0000 1.8000
0.1111 1.0000 0.2000
0.5556 5.0000 1.0000

БК:
0.6000
0.0667
0.3333

Максимальное собственное значение (n):
3.0000

A * W =
1.8000
0.2000
1.0000

n * W =
1.8000
0.2000
1.0000

МПС согласована
Проверка МПС критерия 3 на согласованность:

МПС:
1.0000 1.0000 0.1429
1.0000 1.0000 0.1429
7.0000 7.0000 1.0000

БК:
0.1111
0.1111
0.7778

Максимальное собственное значение (n):
3

A * W =
0.3333
0.3333
2.3333

n * W =
0.3333
0.3333
2.3333

МПС согласована

АНР+: b-матрица для критерия 1:

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} |
| {0.750,0.250} | {0.750,0.250} | {0.500,0.500} |

АНР+: b-матрица для критерия 2:

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.900,0.100} | {0.643,0.357} |
| {0.100,0.900} | {0.500,0.500} | {0.167,0.833} |
| {0.357,0.643} | {0.833,0.167} | {0.500,0.500} |

АНР+: b-матрица для критерия 3:

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} |
| {0.875,0.125} | {0.875,0.125} | {0.500,0.500} |

АНР+: итоговая W-матрица:

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.700,0.300} | {0.409,0.591} |
| {0.300,0.700} | {0.500,0.500} | {0.171,0.829} |
| {0.591,0.409} | {0.829,0.171} | {0.500,0.500} |

наилучшая альтернатива:

3

результат:

0.4267

оценки всех альтернатив:

0.3575 0.2157 0.4267

Решение 7.

алгоритм

{'ММАИ'}

веса критериев

0.4000 0.2000 0.3000

МПС критериев:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 2.0000 | 1.3333 |
| 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 0.7500 | 1.5000 | 1.0000 |

Весовой коэффициент критериев:

0.4444 0.2222 0.3333

Проверка МПС критериев на согласованность

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 2.0000 | 1.3333 |
| 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 0.7500 | 1.5000 | 1.0000 |

ВК:

0.4444
0.2222
0.3333

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

1.3333
0.6667

1.0000

$n * W =$
1.3333
0.6667
1.0000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 1 на согласованность:

МПС:

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.6000 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.6000 |
| 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 1.8000 |
| 1.6667 | 1.6667 | 0.5556 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.1500 |
| 0.1500 |
| 0.4500 |
| 0.2500 |

Максимальное собственное значение (n):

4.0000

$A * W =$
0.6000
0.6000
1.8000
1.0000

$n * W =$
0.6000
0.6000
1.8000
1.0000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 2 на согласованность:

МПС:

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 9.0000 | 1.8000 | 3.0000 |
| 0.1111 | 1.0000 | 0.2000 | 0.3333 |
| 0.5556 | 5.0000 | 1.0000 | 1.6667 |
| 0.3333 | 3.0000 | 0.6000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.5000 |
| 0.0556 |
| 0.2778 |
| 0.1667 |

Максимальное собственное значение (n):

4

$A * W =$
2.0000
0.2222
1.1111
0.6667

$n * W =$

2.0000
0.2222
1.1111
0.6667

МПС согласована

Проверка МПС критерия 3 на согласованность:

МПС:

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 | 0.1429 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 | 0.1429 |
| 7.0000 | 7.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| 7.0000 | 7.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.0625 |
| 0.0625 |
| 0.4375 |
| 0.4375 |

Максимальное собственное значение (n):

4.0000

A * W =

0.2500
0.2500
1.7500
1.7500

n * W =

0.2500
0.2500
1.7500
1.7500

МПС согласована

АНР+: b-матрица для критерия 1:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} | {0.375,0.625} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} | {0.375,0.625} |
| {0.750,0.250} | {0.750,0.250} | {0.500,0.500} | {0.643,0.357} |
| {0.625,0.375} | {0.625,0.375} | {0.357,0.643} | {0.500,0.500} |

АНР+: b-матрица для критерия 2:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.900,0.100} | {0.643,0.357} | {0.750,0.250} |
| {0.100,0.900} | {0.500,0.500} | {0.167,0.833} | {0.250,0.750} |
| {0.357,0.643} | {0.833,0.167} | {0.500,0.500} | {0.625,0.375} |
| {0.250,0.750} | {0.750,0.250} | {0.375,0.625} | {0.500,0.500} |

АНР+: b-матрица для критерия 3:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} | {0.125,0.875} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} | {0.125,0.875} |
| {0.875,0.125} | {0.875,0.125} | {0.500,0.500} | {0.500,0.500} |
| {0.875,0.125} | {0.875,0.125} | {0.500,0.500} | {0.500,0.500} |

АНР+: итоговая W-матрица:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.589,0.411} | {0.296,0.704} | {0.375,0.625} |
| {0.411,0.589} | {0.500,0.500} | {0.190,0.810} | {0.264,0.736} |
| {0.704,0.296} | {0.810,0.190} | {0.500,0.500} | {0.591,0.409} |
| {0.625,0.375} | {0.736,0.264} | {0.409,0.591} | {0.500,0.500} |

наилучшая альтернатива:

3

результат:

0.3257

оценки всех альтернатив:

0.2199 0.1706 0.3257 0.2837

Решение 8.

алгоритм

{'ММАИ'}

веса критериев

0.3000 0.3000 0.4000

МПС критериев:

1.0000 1.0000 0.7500

1.0000 1.0000 0.7500

1.3333 1.3333 1.0000

Весовой коэффициент критериев:

0.3000 0.3000 0.4000

Проверка МПС критериев на согласованность

МПС:

1.0000 1.0000 0.7500

1.0000 1.0000 0.7500

1.3333 1.3333 1.0000

ВК:

0.3000

0.3000

0.4000

Максимальное собственное значение (n):

3

A * W =

0.9000

0.9000

1.2000

n * W =

0.9000

0.9000

1.2000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 1 на согласованность:

МПС:

1.0000 1.0000 0.3333 0.6000

1.0000 1.0000 0.3333 0.6000

3.0000 3.0000 1.0000 1.8000

1.6667 1.6667 0.5556 1.0000

ВК:

0.1500

0.1500

0.4500

0.2500

Максимальное собственное значение (n):

4.0000

A * W =
0.6000
0.6000
1.8000
1.0000

n * W =
0.6000
0.6000
1.8000
1.0000

МПС согласована

Проверка МПС критерия 2 на согласованность:

МПС:

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 9.0000 | 1.8000 | 3.0000 |
| 0.1111 | 1.0000 | 0.2000 | 0.3333 |
| 0.5556 | 5.0000 | 1.0000 | 1.6667 |
| 0.3333 | 3.0000 | 0.6000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.5000 |
| 0.0556 |
| 0.2778 |
| 0.1667 |

Максимальное собственное значение (n):

4

A * W =
2.0000
0.2222
1.1111
0.6667

n * W =
2.0000
0.2222
1.1111
0.6667

МПС согласована

Проверка МПС критерия 3 на согласованность:

МПС:

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 | 0.1429 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 | 0.1429 |
| 7.0000 | 7.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| 7.0000 | 7.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

БК:

| |
|--------|
| 0.0625 |
| 0.0625 |
| 0.4375 |
| 0.4375 |

Максимальное собственное значение (n):

4.0000

A * W =
 0.2500
 0.2500
 1.7500
 1.7500

n * W =
 0.2500
 0.2500
 1.7500
 1.7500

МПС согласована

АНР+: b-матрица для критерия 1:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} | {0.375,0.625} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} | {0.375,0.625} |
| {0.750,0.250} | {0.750,0.250} | {0.500,0.500} | {0.643,0.357} |
| {0.625,0.375} | {0.625,0.375} | {0.357,0.643} | {0.500,0.500} |

АНР+: b-матрица для критерия 2:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.900,0.100} | {0.643,0.357} | {0.750,0.250} |
| {0.100,0.900} | {0.500,0.500} | {0.167,0.833} | {0.250,0.750} |
| {0.357,0.643} | {0.833,0.167} | {0.500,0.500} | {0.625,0.375} |
| {0.250,0.750} | {0.750,0.250} | {0.375,0.625} | {0.500,0.500} |

АНР+: b-матрица для критерия 3:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} | {0.125,0.875} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} | {0.125,0.875} |
| {0.875,0.125} | {0.875,0.125} | {0.500,0.500} | {0.500,0.500} |
| {0.875,0.125} | {0.875,0.125} | {0.500,0.500} | {0.500,0.500} |

АНР+: итоговая W-матрица:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.620,0.380} | {0.318,0.682} | {0.388,0.613} |
| {0.380,0.620} | {0.500,0.500} | {0.175,0.825} | {0.237,0.762} |
| {0.682,0.318} | {0.825,0.175} | {0.500,0.500} | {0.580,0.420} |
| {0.613,0.388} | {0.762,0.237} | {0.420,0.580} | {0.500,0.500} |

наилучшая альтернатива:

3

результат:

0.3234

оценки всех альтернатив:

0.2282 0.1616 0.3234 0.2868

Решение 9.

алгоритм

{'ММАИ'}

веса критериев

0.2000 0.5000 0.3000

МПС критериев:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 0.4000 | 0.6667 |
| 2.5000 | 1.0000 | 1.6667 |
| 1.5000 | 0.6000 | 1.0000 |

Весовой коэффициент критериев:

0.2000 0.5000 0.3000

Проверка МПС критериев на согласованность

МПС:

| | | |
|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 0.4000 | 0.6667 |
| 2.5000 | 1.0000 | 1.6667 |
| 1.5000 | 0.6000 | 1.0000 |

ВК:

| |
|--------|
| 0.2000 |
| 0.5000 |
| 0.3000 |

Максимальное собственное значение (n):

3.0000

A * W =

| |
|--------|
| 0.6000 |
| 1.5000 |
| 0.9000 |

n * W =

| |
|--------|
| 0.6000 |
| 1.5000 |
| 0.9000 |

МПС согласована

Проверка МПС критерия 1 на согласованность:

МПС:

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.6000 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.6000 |
| 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 1.8000 |
| 1.6667 | 1.6667 | 0.5556 | 1.0000 |

ВК:

| |
|--------|
| 0.1500 |
| 0.1500 |
| 0.4500 |
| 0.2500 |

Максимальное собственное значение (n):

4.0000

A * W =

| |
|--------|
| 0.6000 |
| 0.6000 |
| 1.8000 |
| 1.0000 |

n * W =

| |
|--------|
| 0.6000 |
| 0.6000 |
| 1.8000 |
| 1.0000 |

МПС согласована

Проверка МПС критерия 2 на согласованность:

МПС:

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 9.0000 | 1.8000 | 3.0000 |
| 0.1111 | 1.0000 | 0.2000 | 0.3333 |
| 0.5556 | 5.0000 | 1.0000 | 1.6667 |
| 0.3333 | 3.0000 | 0.6000 | 1.0000 |

БК:

0.5000
0.0556
0.2778
0.1667

Максимальное собственное значение (n):

4

A * W =

2.0000
0.2222
1.1111
0.6667

n * W =

2.0000
0.2222
1.1111
0.6667

МПС согласована

Проверка МПС критерия 3 на согласованность:

МПС:

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 | 0.1429 |
| 1.0000 | 1.0000 | 0.1429 | 0.1429 |
| 7.0000 | 7.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| 7.0000 | 7.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

БК:

0.0625
0.0625
0.4375
0.4375

Максимальное собственное значение (n):

4.0000

A * W =

0.2500
0.2500
1.7500
1.7500

n * W =

0.2500
0.2500
1.7500
1.7500

МПС согласована

АНР+: b-матрица для критерия 1:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} | {0.375,0.625} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.250,0.750} | {0.375,0.625} |
| {0.750,0.250} | {0.750,0.250} | {0.500,0.500} | {0.643,0.357} |
| {0.625,0.375} | {0.625,0.375} | {0.357,0.643} | {0.500,0.500} |

АНР+: b-матрица для критерия 2:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.900,0.100} | {0.643,0.357} | {0.750,0.250} |
| {0.100,0.900} | {0.500,0.500} | {0.167,0.833} | {0.250,0.750} |
| {0.357,0.643} | {0.833,0.167} | {0.500,0.500} | {0.625,0.375} |

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.250,0.750} | {0.750,0.250} | {0.375,0.625} | {0.500,0.500} |
|---------------|---------------|---------------|---------------|

АНР+: b-матрица для критерия 3:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} | {0.125,0.875} |
| {0.500,0.500} | {0.500,0.500} | {0.125,0.875} | {0.125,0.875} |
| {0.875,0.125} | {0.875,0.125} | {0.500,0.500} | {0.500,0.500} |
| {0.875,0.125} | {0.875,0.125} | {0.500,0.500} | {0.500,0.500} |

АНР+: итоговая W-матрица:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| {0.500,0.500} | {0.700,0.300} | {0.409,0.591} | {0.487,0.512} |
| {0.300,0.700} | {0.500,0.500} | {0.171,0.829} | {0.237,0.762} |
| {0.591,0.409} | {0.829,0.171} | {0.500,0.500} | {0.591,0.409} |
| {0.512,0.487} | {0.762,0.237} | {0.409,0.591} | {0.500,0.500} |

наилучшая альтернатива:

3

результат:

0.3139

оценки всех альтернатив:

0.2621 0.1510 0.3139 0.2730

>>

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения первой лабораторной работы №1 была написана программа, позволяющая решать слабоструктурированные задачи выбора с помощью метода анализа иерархий (МАИ), а также с помощью его модифицированной версии (ММАИ). Программа написана в среде MATLAB (R2023b).

Решен вариант слабоструктурированной задачи с использованием разных методов, «весов» критериев, набора альтернатив. В итоговых оценках альтернатив видна разница при использовании одинаковых входных данных для разных вариантов алгоритмов. При выполнении работы оба варианта алгоритма всегда выбирали одну и ту же альтернативу, однако разница в оценивании видна при рассмотрении наборов итоговых оценок альтернатив.

Приложение 1 Исходный код программы

```

1. ./ahp.m
% "веса" критериев
criteriaWeights = [
    0.4, 0.2, 0.3;
    0.3, 0.3, 0.4;
    0.2, 0.5, 0.3];

% оценки по 3-м критериям каждой альтернативы
alternativeCriteriaRates = [
    3, 9, 1;
    3, 1, 1;
    9, 5, 7;
    5, 3, 7];

% МПС альтернатив по критериям
criteriaMps = containers.Map('keyType', 'int32', 'ValueType', 'any');

mpsMatrix = buildPairComparisonMatrix(alternativeCriteriaRates);

for criteria = 1:size(mpsMatrix, 1)
    criteriaMps(criteria) = permute(mpsMatrix(criteria, :, :),
    [2, 3, 1]);
end

% расчет решений
disp('Решение 1. '); compare(1, criteriaMps, criteriaWeights(1, :),
3);
disp('Решение 2. '); compare(1, criteriaMps, criteriaWeights(2, :),
3);
disp('Решение 3. '); compare(1, criteriaMps, criteriaWeights(3, :),
3);
disp('Решение 4. '); compare(2, criteriaMps, criteriaWeights(1, :),
3);
disp('Решение 5. '); compare(2, criteriaMps, criteriaWeights(2, :),
3);
disp('Решение 6. '); compare(2, criteriaMps, criteriaWeights(3, :),
3);
disp('Решение 7. '); compare(2, criteriaMps, criteriaWeights(1, :),
4);
disp('Решение 8. '); compare(2, criteriaMps, criteriaWeights(2, :),
4);
disp('Решение 9. '); compare(2, criteriaMps, criteriaWeights(3, :),
4);

function [result] = compare(alg, criteriaAlternateMps, criteriaScores,
alternativeNum)
% выполнить поиск наилучшей альтернативы
% alg - используемый алгоритм - 1 - МАИ, 2 - ММАИ
% criteriaMps - containers.Map (№ критерия -> МПС [№ альтернативы, №
альтернативы])
% criteriaWeights - веса критериев
% alternateNum - кол-во альтернатив

criteriaNum = size(criteriaScores, 2);

innerCriteriaMps =
buildPairComparisonMatrix(transpose(criteriaScores));

criteriaMps = zeros(criteriaNum, criteriaNum);

for i = 1:criteriaNum

```

```

        for j = 1:criteriaNum
            criteriaMps(i, j) = innerCriteriaMps(1, i, j);
        end
    end

    criteriaWeights = zeros(1, criteriaNum);
    bufCriteriaMps = criteriaMps;

    for i = 1:criteriaNum
        columnSum = sum(bufCriteriaMps(:, i));

        for j = 1:criteriaNum
            val = bufCriteriaMps(j, i);

            val = val / columnSum;

            criteriaWeights(1, j) = criteriaWeights(1, j) + val;
        end
    end

    criteriaWeights = criteriaWeights ./ criteriaNum;

    pairComparisonMatrix = zeros(criteriaNum, alternativeNum,
    alternativeNum);

    % заполнение трехмерной матрицы МПС [критерий - альтернатива -
    альтернатива]
    % -> оценка
    for criteria = 1:criteriaNum

        mps = criteriaAlternateMps(criteria);

        mps = mps(1:alternativeNum, 1:alternativeNum);

        pairComparisonMatrix(criteria, :, :) = mps;
    end

    algs = {'МАИ', 'ММАИ'};

    % вывод результатов
    disp('алгоритм');
    disp(algs(alg));

    disp('веса критериев');
    disp(criteriaScores);

    disp('МПС критериев:');
    disp(criteriaMps);

    disp('Весовой коэффициент критериев:');
    disp(criteriaWeights);

    disp('Проверка МПС критериев на согласованность');
    printMpsConsistencyCheck(criteriaMps, criteriaWeights);

    % for criteria = 1:criteriaNum
    %     disp(criteria);
    %     disp(permute(pairComparisonMatrix(criteria, :, :), [2,3,1]));
    % end

    % запуск работы алгоритма
    switch (alg)

```

```

    case 1
        [solution, score, scores] = ahp(criteriaWeights,
pairComparisonMatrix);
    case 2
        [solution, score, scores] = ahpPlus(criteriaWeights,
pairComparisonMatrix);
    otherwise
        error('wrong algorithm number');
end

disp('наилучшая альтернатива:');
disp(solution);
disp('результат:');
disp(score);
disp('оценки всех альтернатив:');
disp(scores);

result = solution;

end2. ./ahpPlus.m
function [solution, score, alternativeScores] =
ahpPlus(criteriaWeights, pairComparisonMatrix)

% analytic hierarchy process - modified
% criteriaWeights: array of the criterias' weights ->
array[criteriaNum] =
% criteria weight
% pairComparisonMatrix: matrix[criteria, alternative, alternative] =
rate
% returns - number of selected alternative, score, result score vector

% get numbers of criterias and alternatives
criteriaNum = size(criteriaWeights, 2);
alternativeNum = size(pairComparisonMatrix, 2);

% array[criteria] = array[alternativeNum] = counted weight (rows -
w^i)
criteriaAlternativeScoreMatrix = zeros(criteriaNum,
alternativeNum);

% normalize weights vector
criteriaWeights = criteriaWeights / sum(criteriaWeights);

bufPairComparisonMatrix = pairComparisonMatrix;

% STAGE 1 - iterate on criterias and calculate alternative rates
for criteria = 1:criteriaNum

    % matrix normalization
    for alternative = 1:alternativeNum

        s = sum(pairComparisonMatrix(criteria, 1:alternativeNum,
alternative));

        pairComparisonMatrix(criteria, 1:alternativeNum,
alternative) = ...
            pairComparisonMatrix(criteria, 1:alternativeNum,
alternative) / s;
    end

    %find score by criteria for alternatives
    for alternative = 1:alternativeNum

```

```

        alternativeVector = pairComparisonMatrix(criteria,
alternative, :);

        score = mean(alternativeVector);

        criteriaAlternativeScoreMatrix(criteria, alternative) =
score;
    end

    mps = permute(bufPairComparisonMatrix(criteria, :, :), [2, 3,
1]);
    vka = criteriaAlternativeScoreMatrix(criteria,
1:alternativeNum);

    fprintf('Проверка МПС критерия %d на согласованность:\n\n',
criteria);

    % check mps consistency
    printMpsConsistencyCheck(mps, vka);
end

% STAGE 2 - create b-matrixes for criterias
criteriaBMatrixes =
containers.Map('keyType','int32','valueType','any');

    for criteria = 1:criteriaNum

        bMatrix = zeros(alternativeNum, alternativeNum, 2);

        for alternative1 = 1:alternativeNum
            for alternative2 = 1:alternativeNum

                score1 = criteriaAlternativeScoreMatrix(criteria,
alternative1);
                score2 = criteriaAlternativeScoreMatrix(criteria,
alternative2);

                s = score1 + score2;

                normScore1 = score1 / s;
                normScore2 = score2 / s;

                bMatrix(alternative1, alternative2, 1) = normScore1;
                bMatrix(alternative1, alternative2, 2) = normScore2;

            end
        end

        criteriaBMatrixes(criteria) = bMatrix;

        fprintf('АНР+: b-матрица для критерия %d, измерение 1\n',
criteria);
        disp(bMatrix(:, :, 1));

        fprintf('АНР+: b-матрица для критерия %d, измерение 2\n',
criteria);
        disp(bMatrix(:, :, 2));

    end

% STAGE 3 - create common W-matrix
wMatrix = zeros(alternativeNum, alternativeNum, 2);

    for alternative1 = 1:alternativeNum
        for alternative2 = 1:alternativeNum

```



```

        sum1 = 0;
        sum2 = 0;

        for criteria = 1:criteriaNum
            bMatrix = criteriaBMatrixes(criteria);

            alternateScore1 = bMatrix(alternative1, alternative2,
1);
            alternateScore2 = bMatrix(alternative1, alternative2,
2);

            criteriaWeight = criteriaWeights(criteria);

            sum1 = sum1 + criteriaWeight * alternateScore1;
            sum2 = sum2 + criteriaWeight * alternateScore2;
        end

        wMatrix(alternative1, alternative2, 1) = sum1;
        wMatrix(alternative1, alternative2, 2) = sum2;

    end
end

disp('АHP+: итоговая W-матрица (измерение 1)');
disp(wMatrix(:, :, 1));

disp('АHP+: итоговая W-матрица (измерение 2)');
disp(wMatrix(:, :, 2));

% STAGE 4 - count global alternative scores
alternativeScores = zeros(1, alternativeNum);
scoreSum = 0;

for alternative1 = 1:alternativeNum
    s = 0;

    for alternative2 = 1:alternativeNum

        s = s + wMatrix(alternative1, alternative2, 1);

    end

    alternativeScores(alternative1) = s;
    scoreSum = scoreSum + s;
end

alternativeScores = alternativeScores / scoreSum;

[score, solution] = max(alternativeScores);

end

4. ./buildPairComparisonMatrix.m
function [pairComparisonMatrix] =
buildPairComparisonMatrix(alternativeCriteriaRates)

%create pair-comparison matrix from alternative-criteria matrix rates

    criteriaNum = size(alternativeCriteriaRates, 2);
    alternativeNum = size(alternativeCriteriaRates, 1);

    pairComparisonMatrix = zeros(criteriaNum, alternativeNum,
alternativeNum);

```

```

    % fill the pair comparison matrix
    for criteria = 1:criteriaNum
        for alternative1 = 1:alternativeNum
            for alternative2 = 1:alternativeNum

                % get alternatives' rates on current criteria
                rate1 = alternativeCriteriaRates(alternative1,
criteria);
                rate2 = alternativeCriteriaRates(alternative2,
criteria);

                rate = rate1 / rate2;

                pairComparisonMatrix(criteria, alternative1,
alternative2) = rate;

            end
        end
    end
end
5. ./lab1.m
% "веса" критериев
criteriasWeights = [
    0.4, 0.2, 0.3;
    0.3, 0.3, 0.4;
    0.2, 0.5, 0.3];

% оценки по 3-м критериям каждой альтернативы
alternativeCriteriaRates = [
    3, 9, 1;
    3, 1, 1;
    9, 5, 7;
    5, 3, 7];

% МПС альтернатив по критериям
criteriaMps = containers.Map('keyType','int32','valueType','any');

mpsMatrix = buildPairComparisonMatrix(alternativeCriteriaRates);

for criteria = 1:size(mpsMatrix, 1)
    criteriaMps(criteria) = permute(mpsMatrix(criteria, :, :),
[2, 3, 1]);
end

% расчет решений
disp('Решение 1. '); compare(1, criteriaMps, criteriasWeights(1, :),
3);
disp('Решение 2. '); compare(1, criteriaMps, criteriasWeights(2, :),
3);
disp('Решение 3. '); compare(1, criteriaMps, criteriasWeights(3, :),
3);
disp('Решение 4. '); compare(2, criteriaMps, criteriasWeights(1, :),
3);
disp('Решение 5. '); compare(2, criteriaMps, criteriasWeights(2, :),
3);
disp('Решение 6. '); compare(2, criteriaMps, criteriasWeights(3, :),
3);
disp('Решение 7. '); compare(2, criteriaMps, criteriasWeights(1, :),
4);
disp('Решение 8. '); compare(2, criteriaMps, criteriasWeights(2, :),
4);
disp('Решение 9. '); compare(2, criteriaMps, criteriasWeights(3, :),
4);

```

```

function [result] = compare(alg, criteriaMps, criteriaWeights,
alternativeNum)
% выполнить поиск наилучшей альтернативы
% alg - используемый алгоритм - 1 - МАИ, 2 - ММАИ
% criteriaMps - containers.Матр (№ критерия -> МПС[№ альтернативы, №
альтернативы])
% criteriaWeights - веса критериев
% alternativeNum - кол-во альтернатив

criteriaNum = size(criteriaWeights, 2);

pairComparisonMatrix = zeros(criteriaNum, alternativeNum,
alternativeNum);

% заполнение трехмерной матрицы МПС [критерий - альтернатива -
альтернатива]
% -> оценка
for criteria = 1:criteriaNum
    mps = criteriaMps(criteria);
    mps = mps(1:alternativeNum, 1:alternativeNum);
    pairComparisonMatrix(criteria, :, :) = mps;
end

algs = {'МАИ', 'ММАИ'};

% вывод результатов
disp('алгоритм');
disp(algs(alg));

disp('веса критериев');
disp(criteriaWeights);

disp('МПС критериев');

for criteria = 1:criteriaNum
    disp(criteria);
    disp(permute(pairComparisonMatrix(criteria, :, :), [2,3,1]));
end

% запуск работы алгоритма
switch (alg)
    case 1
        [solution, score, scores] = ahp(criteriaWeights,
pairComparisonMatrix);
    case 2
        [solution, score, scores] = ahpPlus(criteriaWeights,
pairComparisonMatrix);
    otherwise
        error('wrong algorithm number');
end

disp('наилучшая альтернатива:');
disp(solution);
disp('результат:');
disp(score);
disp('оценки всех альтернатив:');
disp(scores);

result = solution;

```

```

end
6. ./printMpsConsistencyCheck.m
function [result] = printMpsConsistencyCheck(mps, w)
%Ensure that provided pair comparison matrix is valid and print result
% mps - matrix
% w - normalized

    rows = size(mps, 1);
    cols = size(mps, 2);

    if (rows ~= cols)
        error('mps size is not valid');
    end

    % максимальное собственное значение матрицы
    eigenValue = max(eig(mps));

    % вектор-столбец ВКА
    w = transpose(w);

    disp('МПС (A):');
    disp(mps);

    disp('ВКА (w):');
    disp(w);

    disp('Максимальное собственное значение (n):');
    disp(eigenValue);

    checkEigenvector1 = mps * w;
    checkEigenvector2 = w * eigenValue;

    % с точностью до 4х - знаков - против арифметики с плавающей
    запятой
    checkEigenvector1 = round(checkEigenvector1, 4);
    checkEigenvector2 = round(checkEigenvector2, 4);

    disp('A * w =');
    disp(checkEigenvector1);

    disp('n * w =');
    disp(checkEigenvector2);

    if (checkEigenvector1 == checkEigenvector2)
        disp('МПС согласована');
        result = 1;
    else
        error('МПС не согласована');
        result = 0;
    end
end

```