



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»

студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»

PROCEEDINGS

of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»



14th April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»
студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS
of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2017»**

2017 жыл 14 сәуір

Астана

УДК 378

ББК 74.58

Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2017

АЛГОРИТМ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИИ (МАИ) ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

¹Ібірагім Ербол Қайратұлы
²Наурызбаев Нурлан Жумабаевич

nngmath@mail.ru

¹Студент ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

²Старший преподаватель кафедры «Фундаментальная математика»

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – К. Сулейменов

Рассмотрена иерархия состоящая из четырех уровней, $N = 4$ (см.напр., [1,2]):

1 уровень – факторы, количество вводится $M =$;

2 уровень – критерий, количество вводится $S_1 =, S_2 =, ..., S_M =$;

3 уровень – критерий, количество вводится
 $T_1 =, T_2 =, ..., T_{S_1} =, ..., T_1 =, T_2 =, ..., T_{S_M} =$

4 уровень – альтернативы, количество вводится $P =$;

1. Введение цели МАИ – «оценка эколого-экономической безопасности Республики Казахстан»

2. Введение числа N - количества уровней иерархии;

3. Для $N = 1$ ввести «первый уровень иерархии» и M - количества факторов в первом иерархии:

- фактор 1 – «Загрязнение атмосферного воздуха и разрушение озонового слоя»;
- фактор 2 – «Изменение климата»;
- и т.д.;
- Составим матрицу парного сравнения:

* для $I = 1$ до $M - 1$ ввести числа из шкалы сравнения

$$\left(9, 5, 3, 1, \frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{1}{9} \right)$$

А) $a_{i,i} = 1$, В) $a_{i,i+1} = 9$ - вводится экспертом, С) $a_{i+1,i} = \frac{1}{a_{i,i+1}}$ - нужно

отобразить саму матрицу
$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1M} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2M} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{M1} & a_{M2} & \dots & 1 \end{pmatrix};$$

* найти среднее геометрическое чисел $a_{i1}, a_{i2}, ..., a_{iM}$ по формуле

$$b_i = CPГЕОМ = \sqrt[M]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{iM}},$$

* нормировать полученные числа $b_1, b_2, ..., b_M$ следующим образом:

$$1) b = b_1 + b_2 + \dots + b_M = \sum_{j=1}^M b_j ;$$

$$2) \text{ определить числа } \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_M \text{ через равенства - } \alpha_j = \frac{b_j}{b} \quad (j=1, \dots, M). [1]$$

Вывод – числа $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_M$ есть собственный вектор, т.е. приоритеты факторов первого уровня.

3) определим оценку согласованности мнения экспертов следующим алгоритмом:

- найдем произведение матриц парного сравнения $\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1M} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2M} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{M1} & a_{M2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$ и столбца

собственного вектора, получим

$$\begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1M} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2M} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{M1} & a_{M2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_M \end{pmatrix}.$$

- найдем $\lambda_{\max} = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_M = \sum_{j=1}^M \beta_j$.

- определим индекс случайности равенством $ИС = \frac{\lambda_{\max} - M}{M - 1}$.

- нужно ввести значение случайного индекса из таблицы $СИ$.

- определим значение оценки согласованности мнения экспертов равенством

$$ОС = \frac{ИС}{СИ}.$$

- если значение оценки согласованности мнения экспертов удовлетворяет соотношениям $0 \leq ОС \leq 0,1$, то мнение соответствующего эксперта считается «хорошо согласованным».

- если значение оценки согласованности мнения экспертов удовлетворяет соотношениям $0,1 \leq ОС \leq 0,25$, то мнение соответствующего эксперта считается «средне согласованным».

- если же значение оценки согласованности мнения экспертов удовлетворяет соотношениям $ОС > 0,25$, то мнение соответствующего эксперта считается «несогласованным» [1].

Аналогично изучается следующий уровень иерархии.

Второй случай, когда значения критериев заданы численно таблично, например, в виде $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$, то можно составить матрицу парных сравнений в виде:

Критерии	Кр. 1	Кр. 2	...	Кр. n
Кр. 1	$\frac{\omega_1}{\omega_1} = 1$	$\frac{\omega_1}{\omega_2}$		$\frac{\omega_1}{\omega_n}$
Кр. 2	$\frac{\omega_2}{\omega_1}$	$\frac{\omega_2}{\omega_2} = 1$		$\frac{\omega_2}{\omega_n}$
...				

Кр. n	$\frac{\omega_n}{\omega_1}$	$\frac{\omega_n}{\omega_2}$		$\frac{\omega_n}{\omega_n} = 1$
---------	-----------------------------	-----------------------------	--	---------------------------------

Данная матрица парного сравнения (см. напр., [2]) является квадратной порядка n , причем вырожденной (определитель равен 0), тогда собственный вектор совпадает с нормированным средним геометрическим строк, а максимальное собственное значение $\lambda_{\max} = n$. [2]

В третьем случае, когда для матрицы парного сравнения отношения

$$\frac{\omega_1}{\omega_1}, \frac{\omega_1}{\omega_2}, \dots, \frac{\omega_1}{\omega_n}$$

приводит к определенным сложностям, к примеру, для значений:

$$\omega_1 = 0,001; \quad \omega_2 = 0,5; \quad \omega_3 = 505,$$

можно поступить следующим образом.

Пусть дана конечная последовательность $X_1, X_2, \dots, X_n$. Определим шаг сравнения h равенством

$$h = \frac{\max\{x_1, x_2, \dots, x_n\} - \min\{x_1, x_2, \dots, x_n\}}{5},$$

так как в шкале сравнения критериев по уровню преобладания 5 элементов 1, 3, 5, 7, 9

или $1, \frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{1}{7}, \frac{1}{9}$. [2]

Для определенности, приведем алгоритм сравнения X_1 с остальными членами

$X_2, X_3, \dots, X_n$, к примеру, с X_2 :

- Рассмотрим следующие множества относительно X_1 :

$$[x_1 - 5h; x_1 - 4h] \cup [x_1 - 4h; x_1 - 3h] \cup [x_1 - 3h; x_1 - 2h] \cup [x_1 - 2h; x_1 - h] \cup [x_1 - h; x_1]$$

и

$$[x_1; x_1 + h] \cup [x_1 + h; x_1 + 2h] \cup [x_1 + 2h; x_1 + 3h] \cup [x_1 + 3h; x_1 + 4h] \cup [x_1 + 4h; x_1 + 5h];$$

- Сначала, выберем направление сравнения через сравнение X_1 и X_2 , а именно, если

$X_1 < X_2$, то выберем множества

$$[x_1; x_1 + h] \cup [x_1 + h; x_1 + 2h] \cup [x_1 + 2h; x_1 + 3h] \cup [x_1 + 3h; x_1 + 4h] \cup [x_1 + 4h; x_1 + 5h],$$

а если $X_1 > X_2$, то множества

$$[x_1 - 5h; x_1 - 4h] \cup [x_1 - 4h; x_1 - 3h] \cup [x_1 - 3h; x_1 - 2h] \cup [x_1 - 2h; x_1 - h] \cup [x_1 - h; x_1];$$

- В первом случае, т.е. когда $X_1 < X_2$:

1) если $X_1 < X_2 < X_1 + h$, то $X_1 = 1 \cdot X_2$;

2) если $X_1 + h < X_2 < X_1 + 2h$, то $X_1 = \frac{1}{3} \cdot X_2$;

3) если $X_1 + 2h < X_2 < X_1 + 3h$, то $X_1 = \frac{1}{5} \cdot X_2$;

4) если $X_1 + 3h < X_2 < X_1 + 4h$, то $X_1 = \frac{1}{7} \cdot X_2$;

5) если $x_1 + 4h < x_2 < x_1 + 5h$, то $x_1 = \frac{1}{9} \cdot x_2$;

- Во втором случае, т.е. когда $x_1 > x_2$:

- 1) если $x_1 - h < x_2 < x_1$, то $x_1 = 1 \cdot x_2$;
- 2) если $x_1 - 2h < x_2 < x_1 - h$, то $x_1 = 3 \cdot x_2$;
- 3) если $x_1 - 3h < x_2 < x_1 - 2h$, то $x_1 = 5 \cdot x_2$;
- 4) если $x_1 - 4h < x_2 < x_1 - 3h$, то $x_1 = 7 \cdot x_2$;
- 5) если $x_1 - 5h < x_2 < x_1 - 4h$, то $x_1 = 9 \cdot x_2$;

Замечание. 1. В случае, когда критерии сравниваются между собой в шкале сравнения $\frac{1}{9}, \frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1, 3, 5, 7, 9$ матрица парных сравнений может не являться вырожденной, тогда координаты собственного вектора приближенно определяются как нормированные средние геометрические. При этом, критерием наилучшего приближения является оценка согласованности, значение которого не должно превышать 0,1, т.е. $OC \leq 0,1$.

2) Приведенный в третьем случае, алгоритм применяется для каждого $x_1, x_2, \dots, x_n$, т.е. применяется локально при каждом сравнении.

Повторяется вычисления матриц парного сравнения и определение собственных векторов критериев и альтернатив. [2]

Для примера приведем

1) критерий первого уровня попарно сравниваются относительно цели:

1.Загрязнение атмосферного воздуха и разрушение озонового слоя		экологическая безопасность
2.Изменение климата		экологическая безопасность
3.Водные ресурсы		экологическая безопасность
4.Биоразнообразие		экологическая безопасность
5.Земельные ресурсы		экологическая безопасность
6.Сельское хозяйство		экологическая безопасность
7.Энергетика		экологическая безопасность
8.Транспорт		экологическая безопасность
9.Отходы		экологическая безопасность

и определяется собственный вектор $\begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_M \end{pmatrix}$

Список использованных источников

1. Т. Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархии. - М.: Радио и связь, 1993, - 278 с.
2. Орлов А.И. Теория принятия решений. Учебное пособие. - М.: Издательство "Март", 2004. - 656 с.