

РАЗДЕЛ № 1. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРТНОГО ОПРОСА**Тема № 2. Методы оценки коэффициентов важности («весов») сравниваемых объектов.****Практическое занятие 2.5****Тема практического занятия «Комплексный метод ранжирования».****Учебные вопросы:**

1. Общая характеристика комплексного метода ранжирования.
2. Порядок выбора частных критериев.
3. Порядок определения значений векторов локальных и глобальных приоритетов в методе комплексного ранжирования сравниваемых объектов.

Вопросы для повторения предыдущего материала

- а) основные этапы решения задачи оценки коэффициентов важности сравниваемых объектов на основе использования метода ранжирования;
- б) основные этапы решения задачи оценки коэффициентов важности сравниваемых объектов на основе использования метода приписывания баллов;
- в) основные этапы решения задачи оценки коэффициентов важности сравниваемых объектов на основе использования метода парных (попарных) сравнений;
- г) основные этапы решения задачи оценки согласованности мнений экспертов при наличии связанных рангов.

Давая общую характеристику метода комплексного ранжирования сравниваемых объектов, следует отметить, что этот метод применяется для

решения многокритериальных задач и в его основе лежит процедура иерархического представления элементов, от которых зависит выбор рационального решения. Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие части и в дальнейшей обработке суждений экспертов, на основе которых определяется рациональное решение.

В наиболее элементарном виде иерархия строится с вершины (цели, которая формулируется с точки зрения принятия рационального решения) через промежуточные уровни (как правило, это частные критерии, с помощью которых сравниваются элементы на нижнем уровне) к низшему уровню иерархии (который обычно является перечнем альтернатив).

Задача оценки относительной важности сравниваемых объектов на основе метода комплексного ранжирования включает следующие этапы:

а) определение значений вектора-столбца локальных приоритетов частных критериев;

б) определение значений совокупности вектор-столбцов (матрицы) локальных приоритетов сравниваемых объектов по каждому частному критерию;

в) определение значений вектора-столбца глобальных приоритетов сравниваемых объектов с учетом значений вектора-столбца локальных приоритетов частных критериев.

Таким образом, на первом этапе необходимо определить коэффициенты важности частных критериев, которые необходимо учитывать при оценке относительной важности сравниваемых объектов.

В методе комплексного ранжирования сравниваемых объектов решается задача ранжирования – это процедура определения коэффициентов важности критериев, проводимая на основе упорядочивания критериев. Ранг – это показатель, характеризующий порядковое место оцениваемого критерия в группе других критериев. При решении задачи наиболее предпочтительному критерию присваивают первый ранг, а наименее предпочтительному – последний ранг.

Пусть экспертиза проводится группой из m экспертов, которые являются квалифицированными специалистами в той области, в которой принимается решение. Анализу подвергается n критериев. Суть метода ранжирования заключается в следующем:

1. Каждый эксперт расставляет критерии в порядке их важности и проводит их оцифровку. Цифра 1 присваивается наиболее важному, по мнению эксперта, критерию, цифра 2 – следующему по важности критерию и т.д.

2. Полученные на шаге 1 ранги преобразовываются так, что ранг 1 получает оценку n , ранг 2 – оценку $(n-1)$ и т. д. до ранга n , которому присваивается оценка, равная единице. Полученные на шаге 2 оценки называются преобразованными рангами, обозначим их p_{ij} , $i=1,n; j=1,m$.

3. Рассчитывается сумма рангов по каждому критерию

$$R_i = \sum_{j=1}^m p_{ij}$$

4. Рассчитывается сумма рангов по всем критериям

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij}$$

5. Рассчитывается среднее значение сумм рангов по всем критериям

$$R_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij}}{n}$$

6. Определяются коэффициенты важности w_i критериев из выражения

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^m p_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij}}$$

Значения коэффициентов важности образуют вектор-столбец локальных приоритетов частных критериев.

$$\begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_r \\ \dots \\ w_R \end{pmatrix}$$

Для оценки степени согласованности мнений экспертов используется коэффициент согласованности K , называемый также коэффициентом конкордации Кендела, который определяется из выражения:

$$K = \frac{12 \sum_{i=1}^n D_i^2}{m^2(n^3 - n)}$$

Это более строгий критерий согласованности экспертов, чем те, которые мы рассмотрели при решении задачи оценки показателей C_j, σ_j, K_{vj} .

Коэффициент конкордации изменяется от нуля до единицы. Чем ближе он к единице, тем выше степень согласованности мнений экспертов. При полном совпадении мнений экспертов коэффициент конкордации равен единице.

В приведенной формуле:

m – количество экспертов;

n – количество объектов, в нашем случае целей.

Значение D_i определяется из выражения:

$$D_i = R_i - R_{cp}$$

где: $R_i = \sum_{j=1}^m R_{ij}$ - сумма рангов для каждой цели (столбец 7);

$$R_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}}{n} - \text{среднее значение сумм рангов, которое равно}$$

$$\frac{105}{6} = 17,5$$

Т.о. D_i это отклонение сумм рангов от среднего значения (столбец 8).

В столбце 9 приведены квадраты этих отклонений.

Значение $\sum_{i=1}^n D_i^2$ - это сумма квадратов отклонений сумм рангов от среднего значения. Для нашего примера это значение равно 365,5

Т.о. коэффициент конкордации рассчитывается по следующему алгоритму.

Определяются:

значения суммы рангов для каждого объекта;

среднее значение сумм рангов;

значения отклонений сумм рангов от среднего значения;

квадраты отклонения сумм рангов от среднего значения;

сумма квадратов отклонения от среднего значения.

Если в процессе обработки экспертных оценок появляются связанные ранги, то коэффициент конкордации задается следующим соотношением

$$K = \frac{12 \sum_{i=1}^n D_i^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}$$

Как мы видим, он отличается от предыдущего выражения добавкой

$$m \sum_{j=1}^m T_j$$

$$\text{где } T_j = \sum_{k=1}^z (t_{kj}^3 - t_{kj})$$

t_{kj} число одинаковых рангов в k -ой группе, назначенных j -ым экспертом.

На следующем этапе определяются значения совокупности вектор-столбцов (матрицы) локальных приоритетов сравниваемых объектов по каждому частному критерию. В рамках данной задачи экспертами все сравниваемые объекты ранжируются по каждому частному критерию. В результате получаем коэффициенты важности сравниваемых объектов по каждому частному критерию.

Алгоритм решения задачи включает следующие этапы:

- а) ранжирование сравниваемых объектов по каждому частному критерию;
 - б) определение суммы рангов по каждому эксперту и ее сравнение с суммой натурального ряда чисел от 1 до F , где F – количество сравниваемых объектов;
 - в) осуществление процедур стандартизации (при необходимости – в случае наличия связанных рангов) и преобразования рангов, полученных на этапе а);
 - г) определение суммы рангов по каждому сравниваемому объекту;
 - д) определение суммы рангов по всем сравниваемым объектам;
 - е) определение среднего значения сумм рангов по всем сравниваемым объектам;
 - ж) определение коэффициентов важности w_{fr} каждого сравниваемого объекта по всем частным критериям, где w_{fr} – коэффициент важности f -го объекта по r -му частному критерию;
- з) оценка согласованности мнений экспертов с учетом наличия или отсутствия связанных рангов.

По результатам решения задачи может быть получена совокупность вектор-столбцов (матрица) локальных приоритетов сравниваемых объектов по каждому частному критерию, которая может быть представлена в виде

$$\begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1r} & \dots & w_{1R} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2r} & \dots & w_{2R} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{f1} & w_{f2} & \dots & w_{fr} & \dots & w_{fR} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{F1} & w_{F2} & \dots & w_{Fr} & \dots & w_{FR} \end{pmatrix}$$

Значения данной матрицы и вектора локальных приоритетов частных критериев являются исходными данными для составления системы уравнений

$$\begin{aligned}
w_{11}w_1 + w_{12}w_2 + \dots + w_{1r}w_r + \dots + w_{1R}w_R &= \alpha_1 \\
w_{21}w_1 + w_{22}w_2 + \dots + w_{2r}w_r + \dots + w_{2R}w_R &= \alpha_2 \\
&\dots\dots \\
w_{f1}w_1 + w_{f2}w_2 + \dots + w_{fr}w_r + \dots + w_{fR}w_R &= \alpha_f \\
&\dots\dots \\
w_{F1}w_1 + w_{F2}w_2 + \dots + w_{Fr}w_r + \dots + w_{FR}w_R &= \alpha_F
\end{aligned}$$

Результатом решения данной системы уравнений является вектор-столбец глобальных приоритетов сравниваемых объектов с учетом значений вектора локальных приоритетов частных критериев.

Таким образом, предложенный алгоритм, основанный на методе комплексного ранжирования сравниваемых объектов, позволяет определить коэффициенты значимости объектов (вектор глобальных приоритетов) с учетом значимости частных критериев, которые необходимо учитывать при оценке объектов.

Задание на самоподготовку.

Повторить материалы практического занятия и подготовиться к ответам на следующие вопросы:

- а) дать общую характеристику метода комплексного ранжирования сравниваемых объектов;
- б) порядок построения иерархии в методе комплексного ранжирования сравниваемых объектов;
- в) основные этапы решения задачи оценки относительной важности сравниваемых объектов на основе метода комплексного ранжирования.
- г) дать определение вектору локальных приоритетов частных критериев;
- д) дать определение совокупности (матрице) векторов локальных приоритетов сравниваемых объектов;
- е) дать определение вектору глобальных приоритетов сравниваемых

объектов;

ж) сформулировать основные этапы алгоритма определения вектора локальных приоритетов;

з) сформулировать основные этапы алгоритма определения вектора глобальных приоритетов.

Список литературы для углубленного изучения материалов практического занятия

1. Исследование систем управления: практикум: в 2-х ч./ Академия гражданской защиты МЧС РФ, Кафедра информационных технологий и систем управления; под ред.: В. И. Мухина, А. С. Малина. - Новогорск: АГЗ МЧС РФ Ч. 2. - 2004. - 124 с. [стр.101 – 116].

2. Маслихина, В.Ю. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / В.Ю. Маслихина; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 228 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459492>. [стр. 186 – 193].

3. Теория систем и системный анализ: учебник для бакалавров/ В. Н. Волкова, А. А. Денисов. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М.: Юрайт, 2013. - 616 с. [стр. 456– 464].