

Расчет ценности альтернатив для метода «идеальной точки» в многокритериальных задачах принятия решения для ситуационных центров

Вишнеков А.В., Карпова И.П., Ферапонтова Е.С.

Рассмотрены особенности задач принятия решения в ситуационных центрах. Предложен модифицированный метод «идеальной точки» для согласования групповых решений. Описаны методы расчета ценности альтернатив для модифицированного метода «идеальной точки».

Ключевые слова: ситуационный центр, методы поддержки принятия решения, идеальная точка, ценность альтернатив.

The calculation of the value of alternatives to the method “ideal point” in multi-criteria decision making problems for the situation centers.

Some features of problems of decision-making in the situational centres are considered. The modified method of "an ideal point" for the coordination of group decisions is offered. Methods of calculation of value of alternatives of the modified method of "an ideal point" are described.

Keywords: Situation Center, the method of decision support, “ideal point”, the value of alternatives.

Введение

Под **ситуационным центром (СЦ)** в общем случае принято понимать комплекс программно-технических средств, который позволяет следить за процессами, происходящими в некоторой предметной области, и принимать управленческие решения при возникновении определённых ситуаций. Это определение отражает основные аспекты, относящиеся к СЦ [1].

Целью функционирования любого СЦ независимо от его разновидности является принятие управленческих решений. Эти решения в большинстве случаев принимаются без использования специальных средств и методов теории принятия решений [2]. В общем, технология работы в ситуационных центрах такова. Аналитики собирают информацию и приводят её к удобному для восприятия виду: строят графики, диаграммы, сводные таблицы и проч. Затем операторы выводят эту информацию на экраны в соответствии с некоторым сценарием работы. ЛПР (лица, принимающие решения) анализируют её и вырабатывают какое-то согласованное решение в процессе обсуждения.

Обычно ситуации, которые рассматриваются в СЦ, характеризуются тем, что число состояний исследуемой системы велико, но число возможных решений ограничено. Большое количество параметров (состояний системы), их разнородность обуславливает высокую сложность задачи принятия решения.

Особенности человеческой системы переработки информации таковы, что человек не может одновременно оперировать таким количеством данных. Поэтому он использует специальные приёмы, например, упрощает задачу, переводя часть критериев в ограничения. Это позволяет человеку в каждый момент времени работать с обозримым количеством информации и принимать рациональные решения. Но такие приёмы не лишены недостатков. Упрощая задачу, человек может ошибиться и принять неправильное (нерациональное) решение.

Исходя из вышесказанного, для ускорения процесса принятия решений и повышения качества принимаемых решений целесообразным является использование не только возможностей вычислительной техники по хранению и визуализации данных, но и методов теории принятия решений. Это позволит решать те же задачи поэтапно, сохраняя в памяти компьютера промежуточные результаты и используя специальные методы согласования групповых решений.

В данной статье в качестве такого метода согласования групповых решений предлагается модификация метода "идеальной точки".

Модификация метода "идеальной точки"

В основу метода "идеальной точки" положен расчёт расстояния в многомерном пространстве критериев между точкой, соответствующей идеальной альтернативе, и точкой, соответствующей рассматриваемой альтернативе [3]. Идеальной называется такая альтернатива, которая имеет наилучшие значения всех критериев. Естественно, в реальности такой альтернативы не существует. Но наиболее приемлемой считается альтернатива, у которой расстояние от "идеальной точки" минимально:

$$R_{Ai} = \min_i \sqrt{\sum_{j=1}^N (x_{idj} - x_{ij})^2}, \quad (1)$$

где N – количество критериев оценки альтернатив;

x_{idj} – идеальное значение по j -му критерию для идеального варианта;

x_{ij} – значение по j -му критерию для i -ой альтернативы.

Данный подход имеет ряд недостатков, наиболее серьезными из которых являются:

- расстояние между значениями по шкале одного критерия в общем случае не может отражать величину ценности альтернативы по данному критерию, которая является скорее функцией расстояния от идеальной альтернативы;
- альтернативы с одинаковыми функциями ценности могут находиться на различном расстоянии от "идеальной точки";
- расстояние от "идеальной точки" может быть одинаковым при самых различных сочетаниях значений по отдельным критериям;
- не учитывается относительная важность критериев.

Можно предложить модернизацию данного метода, позволяющую учитывать не только величину удаления в многокритериальном пространстве

от "идеальной точки", но также и величину ценности альтернатив по конкретным критериям. Данный подход состоит из двух шагов:

1 шаг. Расчёт значений ценности альтернатив по конкретным критериям исходя из удалённости имеющихся значений от некоторого "идеального" значения, задаваемого экспертом (или ЛПР). Данный расчёт может быть произведён с помощью некоторых известных методов.

Метод 1.

1. Строятся графики зависимости функции ценности от расстояния до "идеальной точки" по каждому критерию на основе оценок экспертов или на основе результатов обработки статистической информации. Функция ценности может быть задана в виде функциональной зависимости и аппроксимирована одной из типовых зависимостей. Типовыми зависимостями могут быть, например:

$$F = \frac{1}{1+C}, \quad (2)$$

$$F = \frac{1}{1+C^2}, \quad (3)$$

где C – расстояние по шкале рассматриваемого критерия от "идеальной точки". Графики для функций (2)-(3) приведены на рис. 1,2.

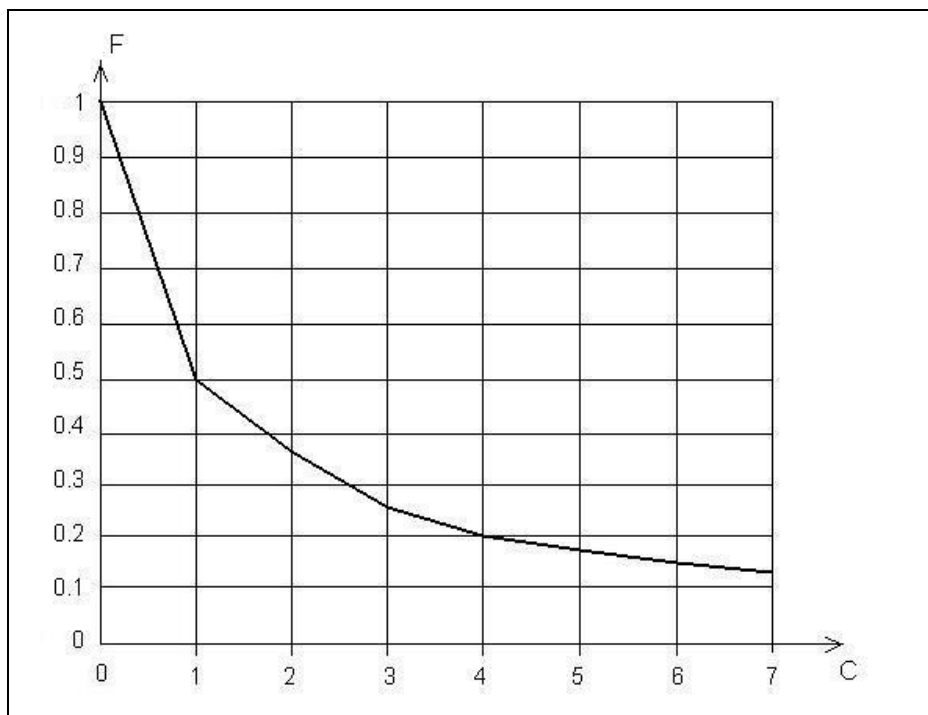


Рис. 1. Вид графика (2)

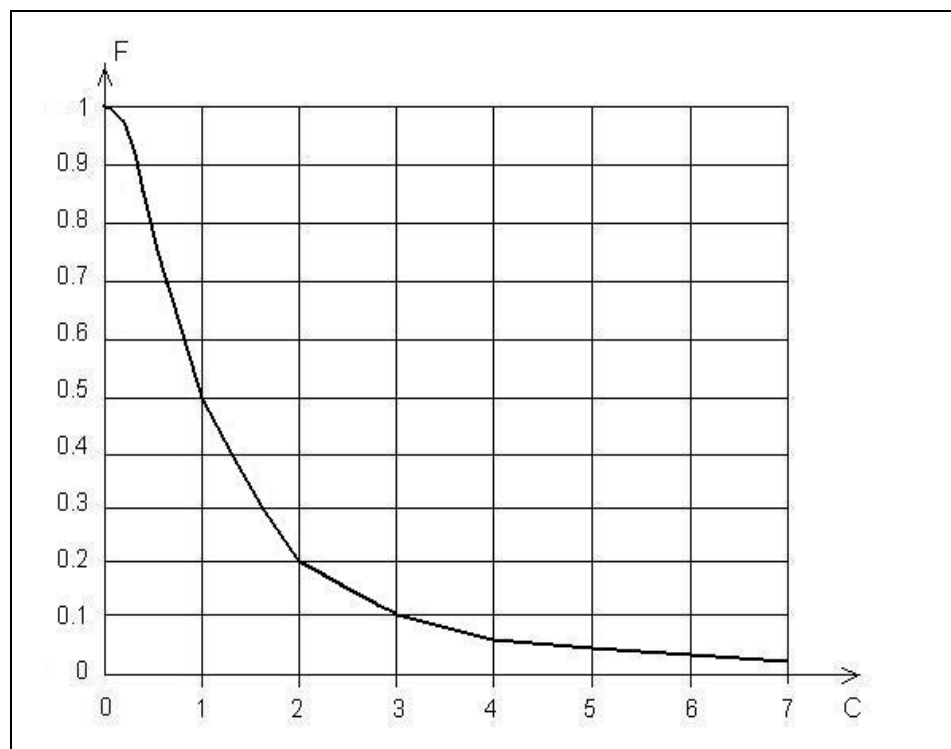


Рис. 2. Вид графика (3)

Другой вариант типовой зависимости:

$$F = \begin{cases} -\frac{1}{z^2} C^2 + 1 & \text{при } C \leq z \\ 0 & \text{при } C > z \end{cases}, \quad (4)$$

где C интерпретируется аналогично (2)-(3), а z – предельное расстояние по шкале рассматриваемого критерия от "идеальной точки", которое учитывается как значимое: при превышении этого расстояния ценность равна 0. График для функции (4) и значения $z=6$ приведён на рис. 3.

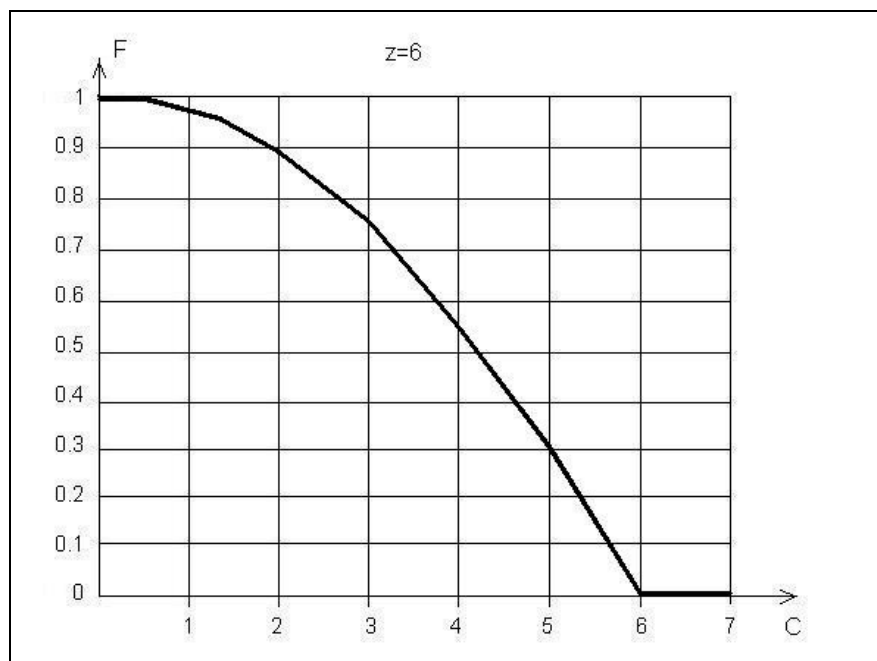


Рис. 3. Вид графика (4)

2. Расчёт ценности альтернатив по каждому критерию на основе полученных зависимостей.

Используемые зависимости F определены в диапазоне $[0, 1]$, поэтому не требуют нормирования расстояний по разным критериям, даже если для разных критериев применяются разные шкалы.

Метод 2.

Расчёт ценности альтернатив на основе принципов метода аналитических иерархий [4]. Алгоритм основан на попарном сравнении альтернатив одним экспертом по каждому критерию (K_j) отдельно на основе рассмотрения расстояния от "идеального" значения по данному критерию.

1. Для каждой пары альтернатив эксперт указывает, в какой степени одна из них предпочтительнее другой альтернативы по данному критерию с помощью следующей шкалы:

1 – равная важность;

3 – умеренное превосходство одного над другим;

5 – существенное или сильное превосходство;

7 – значительное превосходство;

9 – очень сильное превосходство;

2,4,6,8 – промежуточные решения между двумя соседними суждениями.

2. На основе полученных оценок заполняются матрицы парных сравнений, например:

K_j	A_1	A_2	A_3	A_{id}
A_1	1	3	1/3	1/5
A_2	1/3	1	1/5	1/7
A_3	3	5	1	1/3
A_{id}	5	7	3	1

3. Вычисляются средние геометрические строк матрицы:

$$C_i^j = \sqrt[M]{\prod_{k=1}^M x_{ik}} , \quad (5)$$

где M – количество альтернатив;

x_{ik} – степень превосходства i -й альтернативы над k -й по j -му критерию.

4. Вычисляется сумма полученных средних геометрических:

$$C^j = \sum_{i=1}^M C_i^j . \quad (6)$$

5. Вычисляется итоговая ценность i -й альтернативы по j -му критерию:

$$V_i^j = \frac{C_i^j}{C^j} . \quad (7)$$

Метод 3.

Расчёт ценности альтернатив на основе метода предпочтений. Использование этого метода подразумевает привлечение группы экспертов, которые выполняют ранжирование альтернатив. Каждый из экспертов (независимо от других) выполняет ранжирование альтернатив по каждому критерию отдельно на основе рассмотрения расстояния от "идеального" значения по данному критерию [5]. Последовательность действий такова:

1. Каждому эксперту предлагается выполнить ранжирование альтернатив по предпочтению. Эксперт присваивает номер «1» альтернативе, которая (по его мнению) лучше всего решает заданную проблему; «2» – альтернативе, решающей проблему чуть хуже, и т.д. Оценки, указанные экспертами, сводятся в таблицу (матрицу) размером $L \times M$, где L – количество экспертов, M – количество альтернатив, K_j – критерий, по которому осуществляется ранжирование. Обозначим эти оценки для j -го критерия как X_{ik}^{j*} , $i=1, \dots, L$, $k=1, \dots, M$. Получается матрица оценок вида:

K_j	A_1	A_2	A_3	A_4
$\mathcal{E}_1$	3	4	2	1
$\mathcal{E}_2$	1	4	2	3
$\mathcal{E}_3$	4	3	1	2

2. Производится преобразование матрицы оценок по формуле:

$$X_{ik}^j = M - X_{ik}^{j*} , \quad (8)$$

где X_{ik}^{j*} – экспертная оценка.

K_i	A_1	A_2	A_3	A_4
$\mathcal{E}_1$	1	0	2	3
$\mathcal{E}_2$	3	0	2	1
$\mathcal{E}_3$	0	1	3	2

3. Вычисляются суммы преобразованных оценок по каждой из альтернатив:

$$C_i^j = \sum_{k=1}^L X_{ik}^j . \quad (9)$$

4. Вычисляется сумма всех оценок:

$$C = \sum_{i=1}^M C_i^j . \quad (10)$$

(Сумма всех оценок в данном методе не зависит от критерия: она определяется количеством альтернатив и экспертов).

5. Вычисляется итоговая ценность i -й альтернативы по j -му критерию:

$$V_i^j = \frac{C_i^j}{C} . \quad (11)$$

Метод 4.

Расчёт ценности альтернатив на основе метода ранга. Метод основан на балльных оценках альтернатив, указываемых несколькими экспертами по каждому критерию отдельно на основе рассмотрения расстояния от "идеального" значения по данному критерию [5].

1. Каждый из экспертов (независимо от других) оценивает альтернативы по некоторой шкале (обычно по 10-балльной). Чем более предпочтительной (по мнению эксперта) является альтернатива, тем более высокий балл для неё указывается. Оценки, указанные экспертами, сводятся в таблицу (матрицу) размером $L \times M$, где L – количество экспертов, M – количество альтернатив, K_j – критерий, по которому осуществляется ранжирование. Обозначим эти оценки для j -го критерия как X_{ik}^j , $i=1, \dots, L$, $k=1, \dots, M$. Получается матрица оценок вида:

K_j	A_1	A_2	A_3	A_4
Ξ_1	6	2	8	10
Ξ_2	10	2	8	4
Ξ_3	3	6	10	8

2. Вычисляется суммарная оценка i -й альтернативы по j -му критерию:

$$C_i^j = \sum_{k=1}^L X_{ik}^j . \quad (12)$$

3. Вычисляется сумма всех оценок по j -му критерию:

$$C^j = \sum_{i=1}^M C_i^j . \quad (13)$$

4. Вычисляется итоговая ценность i -й альтернативы по j -му критерию:

$$V_i^j = \frac{C_i^j}{C^j} . \quad (14)$$

Шаг 2. Вычисление итоговой ценности альтернатив на основании суммы произведений коэффициентов важности критериев на соответствующие численные значения ценности альтернатив по каждому критерию:

$$W_{Ai} = \sum_{j=1}^N \omega_j V_i^j, \quad (15)$$

где W_{Ai} – общая ценность i -той альтернативы;

N – количество критериев;

ω_j – коэффициент важности j -того критерия;

V_i^j – оценка i -й альтернативы по j -му критерию.

Для определения коэффициентов важности критериев ω_j можно использовать как прямой метод назначения коэффициентов ЛПР, так и различные способы экспертного определения этих коэффициентов [4].

На основании значений итоговой ценности альтернатив, полученных по формуле (15), принимается решение о выборе наиболее предпочтительной альтернативы: чем выше итоговая ценность, тем более предпочтительной считается альтернатива. Значения W_{Ai} позволяют также ранжировать все альтернативы, а по разнице между полученными значениями можно судить о степени предпочтительности одной альтернативы над другой.

Заключение

Применение модифицированного метода "идеальной точки" позволит ЛПР проводить сравнения альтернатив покритериально, что не является для опытного специалиста сложной задачей. А определение общей ценности каждой альтернативы будет проходить автоматически на основе полученной от ЛПР информации, что исключит вероятность появления ошибок по невнимательности или забывчивости ЛПР.

Мы живём в век информации. Но информация как таковая уже не является самоцелью и самооценностью. Всех интересует возможность с помощью этой информации принимать правильные решения. При условии высокой сложности задач, решаемых в рамках ситуационных центров, представляется обоснованным использование возможностей вычислительной техники и методов теории принятия решений для повышений качества принимаемых решений.

Библиографический список

1. Филиппович А. Ситуационные центры: определения, структура и классификация: URL: http://iu5.bmstu.ru/~philippovicha/Articles/Sit_Centres.htm
2. Материалы научно-практической конференции «Ситуационные центры и информационно-аналитические технологии поддержки принятия решений»-2010. – М., Российской академии государственной службы, 2010: URL: <http://www.sccconf.ru/ru/>
3. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений: Научно-практическое издание, СИНТЕГ, Москва, 1998. – 396 с.

4. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решения, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 392 с.
5. Экспертные методы оценки качества объектов. Оценка весомости свойств продукции: Сайт Белорусского национального технического университета. – URL: <http://www.support17.com/component/content/78.html?task=view>