

УДК 519.816

РАНЖИРОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВ С ПОМОЩЬЮ МАТРИЦЫ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Б.Ю. РУТМАН, Б.В. НИКУЛЬШИН

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Поступила в редакцию 2 февраля 2009

Представлен метод принятия решений, основанный на матрице "условия–альтернативы", представляющей собою матрицу большой размерности. Описан алгоритм ее формирования, методика обработки с применением принципов равнозначимого и уравнительного анализов, а так же ограничения числа стратегий. Приведены преимущества данного метода.

Ключевые слова: лицо, принимающее решение (ЛПР), матрица большой размерности.

Введение

Основной проблемой сравнительного анализа проектов является требование определенности входных данных, которая достигается путем применения средневзвешенных значений входных параметров. Это может привести к получению значительно смещенных точечных оценок показателей эффективности и риска. Для ее решения предлагается алгоритм формирования матрицы "условия–альтернативы". Матрица большой размерности содержит количественные и качественные оценки (переход к количественным оценкам осуществляется с помощью шкалы Харрингтона) расчетных показателей для анализа альтернативных вариантов реализации проектов в различных условиях функционирования. Ее построение дает возможность эмулировать недостающие данные и дать полную картину поведения альтернатив проектов в различных условиях их функционирования.

Суть предлагаемого метода заключается в построении игровой матрицы и ранжировании альтернатив, входящих в нее, критериями принятия решений применяющимися в условиях риска и неопределенности. Предлагаемые критерии применяются в случаях однокритериальности, когда как для сравнительного анализа альтернатив применяется вектор показателей. Процедура заполнения матрицы позволяет перейти от условий многокритериальности к условиям однокритериальности с помощью "свертки" вектора показателей на каждом шаге ее построения. Кроме того, данная процедура позволяет расширить матрицу за счет расширения рассматриваемого диапазона внешних условий.

Исходные данные

Для построения матрицы и принятия решения, необходимы следующие исходные данные:

1. Набор альтернативных вариантов проекта. При формировании множества альтернатив необходимо найти компромисс между полнотой этого набора, с одной стороны, и реальностью и обозримостью задачи, с другой. Чем ближе набор решений к своему наиболее полному варианту, тем больше вероятность нахождения глобального оптимума или приближения к нему [1]. Однако чаще всего процесс формирования альтернатив оканчивают, как только найдено несколько перспективных вариантов.

2. Вектор показателей, применяемых для оценки альтернативных вариантов проекта. Для того чтобы выбрать лучшую альтернативу (принять решение), необходимо разработать систему критериев, по которым оно будет оцениваться. Такие критерии, с одной стороны, отражают имеющуюся систему целей, а с другой — некоторые собственные характеристики решений, в частности финансовые — стоимость их подготовки и реализации, время, уровень риска, степень необычности и т.д.

3. Оценки вектора показателей. Данные оценки по предложенной шкале могут быть получены следующим образом:

- с привлечением одного эксперта к оцениванию показателей исходя из своего личного опыта и предпочтений. Данные представляются в виде вектор-столбца;

- привлекается N экспертов, каждый из которых оценивает вектор показателей исходя из своего личного опыта и предпочтений. Интегральный вес каждого показателя рассчитывается с применением соответствующих алгоритмов. Данные представляются в виде матрицы.

4. Веса показателей (в долях единицы), которые могут быть получены следующим образом:

- с привлечением одного эксперта, который присваивает вектору показателей соответствующие веса исходя из своего личного опыта и предпочтений. Данные представляются в виде вектор-столбца;

- привлекается N экспертов к оцениванию показателей, каждый из которых присваивает вектору показателей соответствующие веса исходя из своего личного опыта и предпочтений. Данные представляются в виде матрицы;

- веса рассчитываются на основании оценок вектора показателей.

5. Оценки альтернативных вариантов проекта по каждому показателю. Данные представляются в виде матрицы.

Веса показателей рассчитываются следующим образом: задан вектор показателей $P = \{P_j\}, j=1 \dots m$, а для оценки показателей привлекается K экспертов ($k=1 \dots K$). Тогда вес каждого показателя рассчитывается по формуле:

$$W_j = \frac{\sum_{k=1}^K P_k}{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K P_{jk}}. \quad (1)$$

Расчет базовых интегральных оценок альтернатив производится следующим образом: пусть $M = \{m_{ij}\}$ — матрица базовых оценок альтернатив по вектору показателей размерностью $i \times j$, где $i=1 \dots n$ (альтернативы), $j=1 \dots m$ (показатели). Тогда базовые интегральные оценки альтернатив рассчитываются по формуле

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^m m_{ij} W_j}{m}. \quad (2)$$

Построение матрицы

Процедура построения матрицы носит итерационный характер. Очередной элемент матрицы строится на комбинации весов показателей и начальных оценок альтернатив на основании метода анализа иерархий (таблица).

1. Первый столбец составляется из интегральных оценок каждой альтернативы по (2).

2. Задается диапазон изменения значений первого показателя и шаг его изменения (флуктуация), значения остальных показателей фиксируются.

3. На основании данных из предыдущего пункта составляются M всевозможных комбинаций оценок показателей.

4. Рассчитываются веса показателей для каждого флуктуационного значения нефиксированного показателя.

5. На основании вновь полученных весов показателей и базовых оценок альтернатив проводится расчет интегральных оценок альтернатив для каждого флуктуационного значения нефиксированного показателя. Полученные столбцы прибавляется к матрице.
6. Задается флуктуация второго показателя. Остальные показатели фиксируются.
7. Этапы 3–5 выполняются для второго показателя.
8. Этапы 2–5 выполняются для всех оставшихся показателей.
9. Задается флуктуация первого и второго показателя. Остальные показатели фиксируются.
10. Выполняются этапы 3–5 для двух флуктуирующих показателей.
11. Алгоритм выполняется до полного перебора флуктуаций показателей. В результате получаем матрицу большой размерности.

Структура матрицы большой размерности

	Условия риска и неопределенности									
	Флуктуация параметра1 (P1=P10, P11, ...)			Флуктуация параметра2 (P2=P20, P21, ...)			Флуктуация параметра1 и параметра2 (P1=P10, P11, ...; P2=P20, P21, ...)			
	Внешнее условие 1	Внешнее условие 2	...	Внешнее условие i	Внешнее условие i+1	...	Внешнее условие j	Внешнее условие j+1
Столбец базовых оценок альтернатив	Столбец интегральных оценок альтернатив при P1=P10	Столбец интегральных оценок альтернатив при P1=P11	...	Столбец интегральных оценок альтернатив при P2=P20	Столбец интегральных оценок альтернатив при P2=P21	...	Столбец интегральных оценок альтернатив при P1=P10, P2=P20	Столбец интегральных оценок альтернатив при P1=P11, P2=P20

Приведенный алгоритм построен на изменении оценок вектора показателей, что ведет к изменению их весов и, как следствие, к изменению в интегральных оценках альтернатив. Все эти изменения учитываются в матрице, что позволяет проводить дальнейшее ранжирование с учетом внешних условий.

Усечение матрицы

Из-за большой размерности матрицы возникает проблема ее обработки. С целью ухода от "проклятия размерности" разрабатывается методика "усечения" (отбрасывание неприемлемых столбцов–условий и строк–альтернатив) с применением принципов равнозначимого и уравнительного анализом, а также ограничения числа стратегий.

Методика усечения матрицы состоит из следующих шагов (рисунок):

1. При анализе матрицы по столбцам анализу подвергается влияние вектора показателей на интегральную оценку альтернатив;

1.1. Если флуктуация показателя (совокупности показателей) по столбцам матрицы не приводит к значительным изменениям в интегральных оценках всех альтернатив, то такой столбец (столбцы) необходимо исключить из матрицы, так как флуктуирующий показатель (показатели) не оказывает значительного влияния на интегральные оценки альтернатив – ограничение числа стратегий;

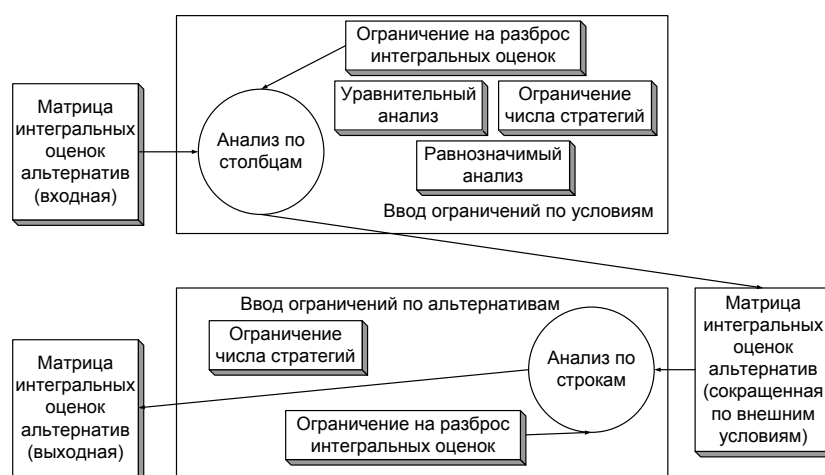
1.2. Если флуктуация показателя (совокупности показателей) по столбцам матрицы приводит к приемлемым (незначительным или заранее заданным) изменениям в интегральных оценках всех альтернатив, то такой столбец (столбцы) необходимо исключить из матрицы, так

как флуктуирующий показатель (показатели) не оказывает значительного влияния на интегральные оценки альтернатив — ограничение числа стратегий;

1.3. Если флуктуация показателя (совокупности показателей) по столбцам матрицы приводит к равномерным изменениям в интегральных оценках альтернатив в совокупности столбцов, то из таких столбцов необходимо оставить только один — уравнительный анализ;

1.4. Если флуктуация показателя (совокупности показателей) по столбцам матрицы приводит к неравномерным изменениям в интегральных оценках альтернатив в данном столбце (столбцах), то такой столбец (столбцы) необходимо оставить в матрице, так как флуктуирующий показатель (показатели) оказывает влияние на интегральные оценки альтернатив — равнозначимый анализ.

2. Рассматриваем строки матрицы. Если для i -й альтернативы при рассмотрении ее интегральных оценок выясняется, что их значения имеют большой разброс по абсолютному значению либо ее дисперсия (среднеквадратичное отклонение) превышает на взгляд ЛПР разумную (заранее заданную) величину, такую альтернативу необходимо исключить из дальнейшего анализа (удалить из матрицы).



Усечение матрицы большой размерности

Анализ матрицы

Для окончательного анализа усеченной матрицы осуществляется переход от условий многокритериальности к условиям однокритериальности. Замена этих условий оправдана пересчетом весов показателей на каждом шаге итерационного процесса построения матрицы и основанного на методах, использующих обобщенный показатель для сравнительной оценки альтернатив ("свертка" частных показателей с использованием аддитивных и мультипликативных преобразований, построение функций полезности (метод Кини, Райфа)). Таким образом, матрица содержит оценки обобщенного показателя.

На основании полученной матрицы необходимо провести анализ устойчивости и выбор наилучшего варианта (минимума наилучших вариантов) для дальнейшей разработки проекта.

Ранжирование альтернатив

На последнем этапе усеченную матрицу "условия–альтернативы" необходимо подвергнуть ранжированию методами принятия решений в условиях риска и неопределенности для принятия окончательного решения анализа проектов. Используются хорошо зарекомендовавшие себя методы однокритериального анализа применяемые в условиях риска и неопределенности [1].

1. Вероятности наступления условий (соответствующих значений показателей) известны. Применяются:

- критерий Байеса-Лапласа;
- расширенный минимаксный критерий;

- критерий Ходжа-Лемана;
- критерий максимумов взвешенной суммы.

2. Вероятности наступления условий (соответствующих значений показателей) не известны. Применяются:

- минимаксный критерий (критерий Вальда);
- критерий Сэвиджа;
- критерий Гурвица;
- критерий произведений.

На основании полученных итоговых оценок альтернатив необходимо выбрать из ранжированного списка приемлемое их число для продолжения анализа на более поздних этапах развития проекта.

Окончательный выбор рекомендуется делать с применением всех вышеприведенных критериев

Заключение

В инженерной практике все чаще возникает потребность в принятии сложных решений, последствия которых бывают очень весомы. В связи с этим появляется потребность в формализации процедур принятия решений, которые придавали бы последним большую надежность. Необходимо давать проблемам принятия решений обоснованное и наглядное представление с возможно более полным учетом всех имеющихся аспектов. При этом становится очевидным, что адекватная формализация может оказать существенную помощь при решении практических задач [2].

В данной работе предложен метод принятия решений опирающийся на матрицу большой размерности с применением принципов равнозначимого и уравнительного анализов, ограничения числа стратегий, а так же с привлечением критериев принятия решений в условиях риска и неопределенности. Приведенный метод заключается в следующем.

1. Вводятся исходные данные (альтернативы, вектор показателей, оценки вектора показателей, оценки альтернатив).
2. Рассчитываются необходимые параметры (веса показателей, базовые интегральные оценки альтернатив).
3. Строится матрица интегральных оценок альтернатив в различных условиях.
4. Проводится "усечение" матрицы (отбрасывание неприемлемых столбцов–условий и строк–альтернатив).
5. Производится ранжирование альтернатив методами принятия решений в условиях риска и неопределенности.
6. Выбирается наилучшая альтернатива (группа наилучших альтернатив).

RANGING OF ALTERNATIVES BASED ON MATRIX WITH LARGE DIMENSION

B.Y. RUTMAN, B.V. NIKULSHIN

Abstract

A method for taking decisions based on the matrix "conditions–an alternative", which is a matrix of large dimension, is represented here. An algorithm of the formation of the matrix "conditions–an alternative", methods of processing the application of the principles of equalization and peer analysis, as well as limiting of the number of strategies are described. Advantages of this method are represented.

Литература

1. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М., 1990.
2. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. М., 1979.