

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА СООТНОШЕНИЙ В СППР ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ СЦЕНАРНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ

Рассмотрены основные особенности метода анализа соотношений и применение его к решению задач сценарного планирования. Приведена структура программного комплекса и особенности его реализации.

Ключевые слова: сценарное планирование, альтернатива, пространство целей, область целей

Главной особенностью задач сценарного планирования, в частности задач оценки сценарных альтернатив является наличие большого количества противоречивых условий и конфликтующих интересов в каждом альтернативном варианте сценария, на этапе принятия решений о выборе наилучшей альтернативы. Согласование интересов при подобных обстоятельствах представляет собой сложную проблему, которая не всегда может иметь решение.

Подобные задачи, в которых нужно одновременно оптимизировать много параметров, относят к векторной или многоцелевой оптимизации. Поиск решений в ситуациях с множеством конфликтующих целей называют многоцелевым принятием решений.

Изучению свойств и методов решения многоцелевых задач посвящено достаточно большое количество работ [2,3,4,5]. Эти вопросы затрагиваются также во многих работах из теории игр, математической экономике, теории статистических решений, исследовании операций, теории оптимального управления и из других научных дисциплин, в которых изучаются разные многокритериальные модели принятия решений. Как показывает многочисленные работы в области решения оптимизационных задач, применения традиционных методов оптимизации не всегда позволяют достичь желаемого результата (действительной точки (точек) оптимума) за приемлемое время, для этого нужны значительные вычислительные ресурсы [7]. Поэтому в последнее время уделяется значительное внимание новым направлениям в области решения сложных задач оптимизации, которые бы позволили избежать основных недостатков классических методов.

Для решения задач многоцелевой оптимизации должны быть

обеспечены определенные условия. В частности, должна быть предоставлена возможность изменять в определенных пределах независимые переменные, которые влияют на критерии качества.

Любая независимая переменная величина, которую можно изменять в некоторых пределах и которая влияет определенным образом на все критерии качества или только на некоторые из них, принято называть управляемой переменной. Эта терминология в определенном смысле созвучна терминологии из теории управления. Она подчеркивает, что процесс многоцелевой оптимизации имеет некоторое сходство с процессом системного управления. Совокупность всех управляемых переменных можно рассматривать как вектор управления. Ему относится в соответствие точка N -мерного пространства управлений.

Множественное число допустимых значений управляемых переменных называется областью управления. Она характеризует ту часть пространства управлений, где находятся все реализованы управления. Эта область может быть как связанной, так и бессвязной. В частном случае она может состоять из отдельных изолированных точек.

Пространство целей (или целевое пространство) - это пространство, координатами которого является значение всех рассмотренных критериев качества.

Областью целей (или целевой областью) называется множество точек в пространстве целей, где лежат все возможные значения векторов цели.

Зависимость критериев качества от управляемых переменных является собой некоторое отображение пространства управлений на пространство целей. При этом каждой точке области целей отвечает одна или несколько точек пространства управлений. Это значит, что один и тот же результат (одна и та же целевая точка) может быть достигнут с помощью разных комбинаций значений управляющих величин.

Эффективным множественным числом компромиссов называется множественное число всех целевых точек, которые нельзя дальше равномерно (то есть одновременно за всеми целями) улучшить в пределах имеющихся возможностей управления. Таким образом, к этому множественному числу относятся все точки, несравнимые друг с другом в смысле улучшения или ухудшения эффекта управления.

Как известно, скалярные величины можно упорядочить путем попарного сравнения их значений. Проблема сравнения векторных величин намного более сложна.

Если с этой целью воспользоваться «длиной» вектора (нормой), то по существу задания сведется к сравнению скалярных величин.

Если же при сравнении, как это нужно в многоцелевой оптимизации, нужно сопоставлять отдельные компоненты векторов, то сделать однозначный вывод возможно лишь тогда, когда все без исключения компоненты одного вектора больше (или меньше) соответствующих компонент второго вектора.

В большинстве методик сценарного планирования можно выделить основные этапы.

- поиск информации в сценарном пространстве;
- анализ информации;
- определение целей сценарного планирования;
- поиск и нахождение сценарных альтернатив;
- выбор лучшей альтернативы.

На первом этапе собирается вся доступная на момент принятия решения информация: фактические данные, мнение экспертов. На втором этапе анализируется информация и там, где это возможно, строятся математические модели; проводятся экспертные опросы; определяются взгляды на проблему со стороны групп экспертов, которые влияют на ее решение. Третий этап связан с определением целей для различных сценарных вариантов. Четвертый этап, связан с определением альтернативных вариантов сценариев. И заключительный этап включает у себя сравнение альтернатив и выбор наилучшего варианта, или вариантов решения сценария.

Метод анализа соотношений (MOORA) был впервые представлен Брауерсом и Завадским в 2006 году [1]. С помощью метода анализа соотношений возможно решение задач сценарного планирования на разных этапах.

Входные данные состоят из определенных альтернатив и целей представляются с помощью матрицы $n \times m$ где элементы матрицы x_{ij} – отношение альтернативы j к цели или атрибуту i ; и n – число целей или атрибутов; $j = 1, 2, \dots, m$ – число альтернатив. Для того, чтобы определить цель, необходимо сфокусироваться на понятии атрибут. В данном случае цель и соответствующий атрибут соответствуют друг

другу. Поэтому когда цель неопределенна, атрибут не определен также.

Система соотношений, в которой каждое отношение альтернативы к цели сравнивается со знаменателем, который представляет собой сумму всех отношений альтернатив к этой цели. Для этого знаменателя наилучшим выбором будет квадратный корень с суммы квадратов отношения каждой альтернативы до цели:

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

где – отношение альтернативы j к цели i ; $j = 1, 2, \dots, m$; m – количество альтернатив; $i = 1, 2, \dots, n$, n – количество целей; x_{ij}^* – число, которое представляет нормируемое отношение альтернативы j к цели i .

Нормируемые отношения альтернатив к целям лежат в интервале $[0;1]$. Однако, иногда интервал может быть $[-1;1]$. Для оптимизации, такие значения будут прибавлены в случае максимизации и вычтены при минимизации:

$$y_j^* = \sum_{i=1}^{j=g} x_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^{j=n} x_{ij}^* \quad (2)$$

где: $i=1, 2, \dots, g$ - цели, которые должны быть максимизированы; $i=g+1, g+2, \dots, n$ - цели, которые должны быть возведены к минимуму; y_j^* – нормируемая оценка варианта j с учетом всех целей. Порядковая ранжировка y_j^* показывает окончательный выбор.

Приближение к точке отсчета основывается на соотношении, которое было приведено в формуле (1), согласно которому также была выведена идеальная точка отсчета. Приближение называется реалистичным и не субъективным, когда координаты подобранные для точки отсчета, реализованы в одном из вариантов альтернатив. Например, у нас есть три альтернативы, описанные таким способом: А(10,100), В(100,20) и С(50,50). В этом случае идеальная точка отсчета R_m имеет координаты (100;100). Идеальный вектор является самоочевидным, если альтернативы были четко определены как для проектов в области анализа так и планирования проектов. Для определения метрики для точки отсчета лучше всего подходит метрика мин-макс [6]. Одной из проблем в методе MOORA является ранжировка

целей. Одна из целей в x_{ij}^* не может быть важнее, чем другие (см. формулу 2). Тем не менее, может оказаться необходимым подчеркнуть, что некоторые цели являются важнее, чем другие. Для того, чтобы предоставить цели большее значение, ее можно умножить на определенный экспертом коэффициент важности. На рис. 1. представлена схема алгоритма метода MOORA .

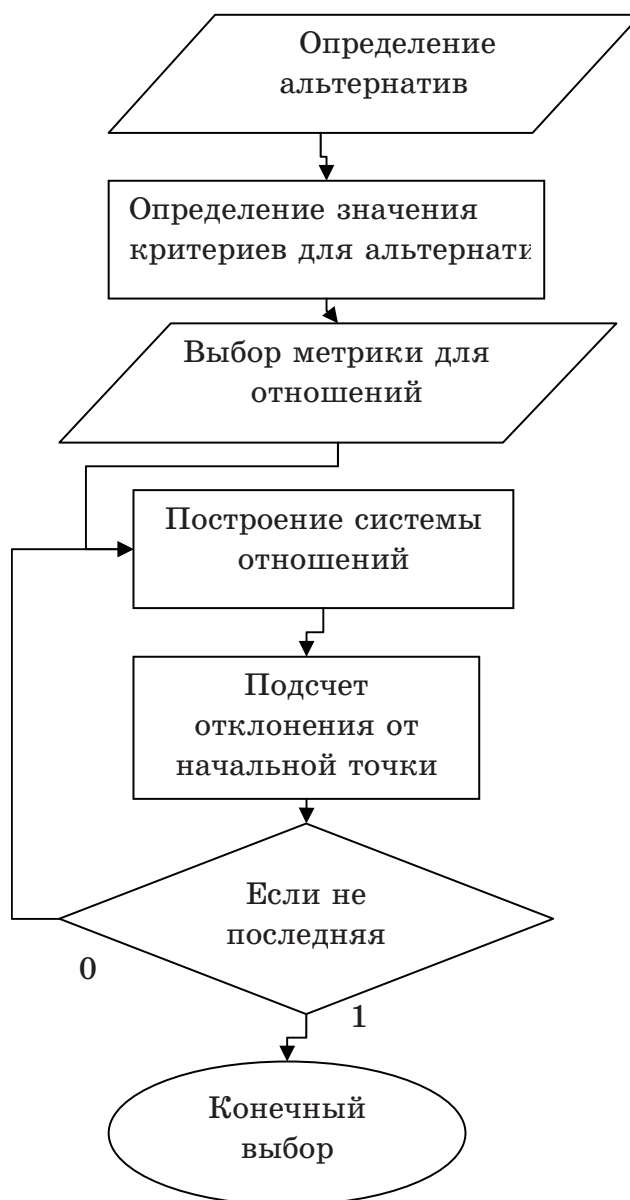


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма метода анализа соотношений.

Для реализации метода анализа соотношений для решения задач сценарного планирования, был разработан программный комплекс диаграмма вариантов использования представлена на рис.2, структура классов которого приведена на рис.3. Программа разработана на языке C++.

Главной частью программного комплекса является библиотека классов MOORALibrary.dll. В ней сохраняется иерархия классов, которая осуществляет расчет по методу анализа соотношений. Каждому этапу метода соответствует определенный класс.

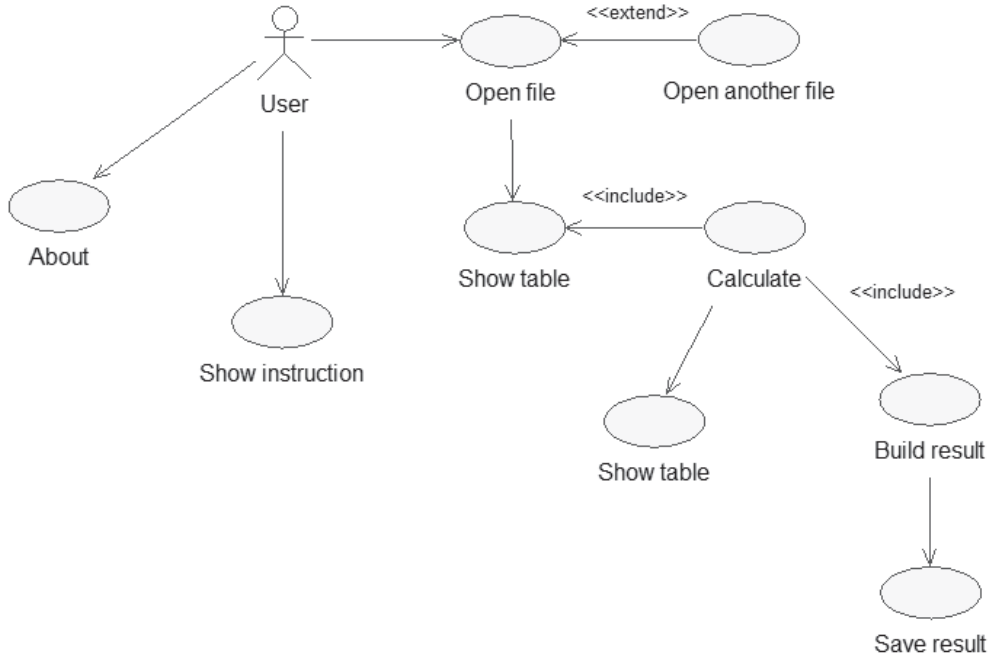


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования

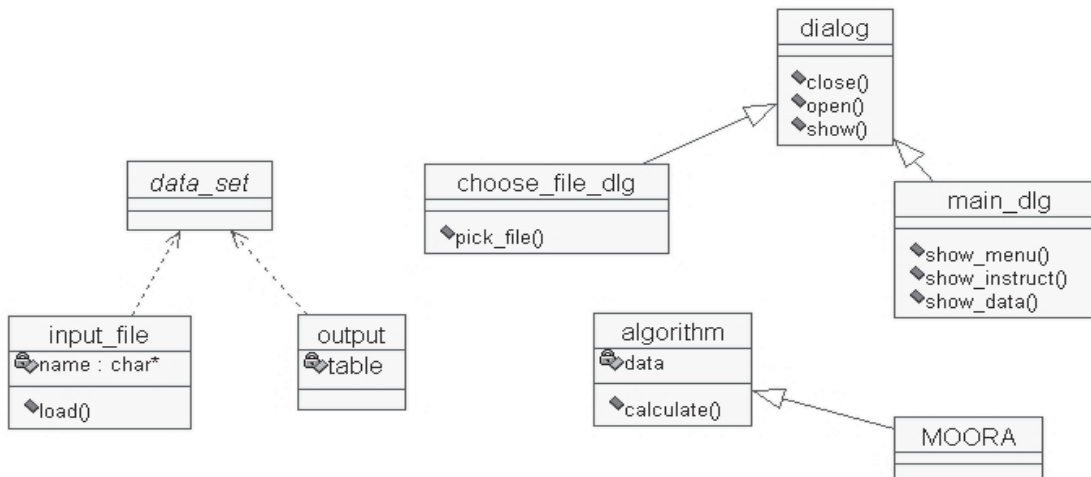


Рисунок 3 – Диаграмма классов

Назначение программы – нахождение оптимального решения с помощью метода MOORA.

MOORA Table	1 (max)	2 (min)	3 (min)	4 (min)	5 (min)	Total +2.116	Ranks
A1	0.5316	0.4435	0.4177	0.4325	0.4416	0.912	3
A2	0.3544	0.4393	0.3977	0.4325	0.4329	0.768	6
A3	0.4784	0.3942	0.4177	0.3944	0.3882	1.000	1
A4	0.3189	0.3899	0.3977	0.3944	0.3795	0.874	4
A5	0.4253	0.3913	0.4190	0.3967	0.4062	0.928	2
A6	0.2835	0.3871	0.3990	0.3967	0.3975	0.819	5

Рисунок 4 – Интерфейс программного комплекса-результаты расчетов.

Кроме того реализованы классы которые инкапсулируют ввод и вывод данных. Эти классы могут использоваться любым приложением Windows (Windows-application): Windows форма, web форма, служба Windows или web служба.

Необходимая для критериев информация сохраняется в локальной базе данных MOORAData.mdb. Именно отсюда выбираются табличные значения для представленного метода. Кроме того, в базе данных сохраняется описание каждого реализованного проекта и описание основной и альтернативной гипотез. Метод класса с .dll файла обращается к базе данных з запросом и получает набор данных (dataset) в ответ. Возможен ввод и вывод данных с помощью электронных таблиц MS Excel (.xls).

Данный программный комплекс может использоваться автономно, а может применяться в качестве подсистемы в системах поддержки принятия решений для решения задач сценарного планирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. W.Karel, M. Brauers, E. Zavadskas, F. Peldschus, Z. Turskis – Multi-objective decision-making for road design, – TRANSPORT 2008, ст.183-193.
2. В.И. Торкатюк, О.Л. Сидоренко, М.П. Господин, А.Л. Шутенко, Д.В. Бутник, С.В. Мозговий – Организационно экономические аспекты устойчивого развития городов, - научно-технический сборник №85, - Харьковская национальная академия городского хозяйства 2008.

3. P. Nijkamp, F. University, A. Spronk - Interactive multiple goal programming, - Rotterdam Preliminary and Confidential Research Memorandum nr. 1978.
4. S. J. Sadjadi, M. Habibian and V. Khaledi - A Multi-Objective Decision Making Approach for Solving Quadratic Multiple Response Surface Problems, - Int. J. Contemp. Math. Sciences, Vol. 3, 2008 №32, ст. 1595 – 1606
5. Jared L. Cohon – Multiobjective Programming and Planning, - Academic press London 1978.
6. В.Д. Ногин - Принятие решений при многих критериях, Учебно-методическое пособие, - Санкт-Петербург 2007
7. J.Lu, G.Zhang, F.Wu – Multi-objective group decision making, - Imperia; college press.