

УДК 004.67

ОБЗОР МЕТОДОВ И СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ТРЕБОВАНИЙ К НИМ

Магеррамов И.М.,

Аспирант 4 курса

ЧОУ ВО ЮУ ИУБиП,

imr.magerramow@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены существующие методологии оценки альтернатив в динамически меняющейся внешней среде и их техническая реализация, а также обозначены требования к системам поддержки принятия решений с позиции оптимальности их развертывания и поддержки.

Ключевые слова: принятие решений, целеполагание, неопределенность, аналитическая система, бизнес-аналитика, нечетко-ориентированное моделирование.

DECISION MAKING SUPPORT METHODS, SYSTEMS AND THEIR REQUIREMENTS REVIEW IN INDETERMINACY CONDITIONS

Magerramov I.M.

Abstract. In this article are considered alternatives assessment methods and their technical realization in dynamically changed environment and also are set requirements for decision making support systems for optimal deployment and support purposes.

Keywords: decision making, goal setting, indeterminacy, analytics system, business analysis, fuzzy-oriented modeling.

Ввиду ускорения хозяйственной деятельности рыночных агентов и усложнения взаимоотношений между ними вопросы продвинутой бизнес-аналитики становятся все более часто и остро. В-основном, задачи бизнес-анализа сводятся к отслеживанию ключевых показателей объекта управления (подразделения, организации, проекта, продукта, команды и пр.) в динамике с последующей ее ручной интерпретацией аналитиками лицам, принимающим решения (ЛПР). С одной стороны, это позволяет сконцентрировать внимание ЛПР на принятии чисто стратегических решений, а с другой – увеличивает потребность объекта управления в персонале, обладающим аналитическими компетенциями. Для оптимизации нагрузки на персонал в настоящее время

разрабатываются аналитические системы и сервисы, обладающие различным функционалом – от визуализации текущей динамики ключевых показателей эффективности (например, рентабельности, оборачиваемости, стоимости и пр.) до классификации альтернатив по степени значимости.

Стоит отметить, что именно решение задач классификации имеющегося набора альтернатив является самым ресурсоемким, поскольку предполагает не просто вывод текущей динамики в визуально привлекательных для заказчиков формах интерактивных отчетов, но и интерпретацию полученных данных на глубинном уровне. На текущий момент известно множество методологий, в частности:

- регрессионный и дисперсионный анализ: моделирование поведения результирующего показателя (зависимой переменной) при изменении входных аргументов (независимых переменных) результирующей функции (регрессионного уравнения). На практике имплементируется линейная зависимость между входными аргументами и значением результирующей функции. Для ее выражения применяется метод наименьших квадратов;

- многомерный и дискриминантный анализ: на основе обучающих функций исходное множество альтернатив разбивается на родственные группы. В отличие от кластерного анализа, здесь правила формирования групп известны и задаются заранее;

- анализ временных рядов: историческую статистику раскладывают по составным показателям и прогнозируют их изменение с помощью алгоритмических (простая и взвешенная скользящая средняя) и аналитических (прогнозная экстраполяция по кривым роста) методов. Если природа изменения показателей носит сезонный или циклический характер, то проводится анализ периодических колебаний или же спектральный анализ временного ряда. Сами временные ряды по типу динамики разделяют на стационарные (не имеющие четкого тренда) и нестационарные (имеющие тренд). В связи с этим методическая база исследования временных рядов расширяется за счет специальных методов для стационарных рядов: МА

модели (скользящего среднего), AR модели (авторегрессии), смешанные модели (ARMA), ARIMA модели (интегрированное скользящее среднее и авторегрессия);

- анализ выживаемости: исследование носит своей целью определение длительности процесса от момента его начала до окончания, причем последнее событие является случайной величиной, а первое четко определено во времени. Предметная область таких исследований достаточно широка (например, в медицине – продолжительность жизни после операции, стойкость иммунитета после вакцинации; в управлении персоналом – исследования трудового стажа; в торговле – исследования жизненного цикла продукта, бизнес-единицы и пр.). Метод основан на использовании таблиц дожития (метод Каплана-Мейера), а также регрессионной модели Кокса, что позволяет не только оценить продолжительность процесса, но и выделить внешние факторы, приближающие его завершения и оценить степень их влияния на процесс;

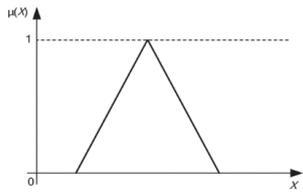
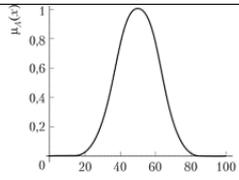
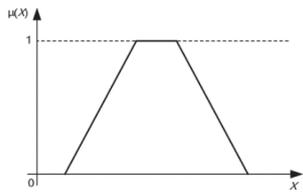
- факторный анализ: сходен со второй прикладной задачей анализа выживаемости, но предлагает менее наукоемкие инструменты для исследования. В частности, это цепные индексы и коэффициенты. Наиболее распространенный пример факторного анализа – это уравнение Дюпона, показывающее зависимость рентабельности собственного капитала предприятия от ряда характеристик (производственная эффективность, эффективность использования актива и пр.).

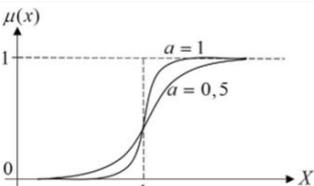
Несмотря на прикладную полезность для задач прогнозирования и стратегического планирования, данные методики имеют существенный недостаток, заключающийся в оперировании дискретными (четко определенными) величинами показателей, что серьезно ограничивает их применение на практике вкупе с перегруженностью методического аппарата, проецирующийся в высокую стоимость разработки и поддержки аналитических систем на их основе. Анализируются уже сформированные ряды данных и на их основе делается вывод о достаточном или

недостаточном здоровье объекта управления или же подконтрольных ему альтернатив.

В то же время упускается из виду степень соответствия альтернативы целевому значению. Здесь задача оценки и принятия решения выходит на новый уровень, поскольку, отслеживая степень соответствия альтернативы нормативному значению, можно качественно выполнить их ранжирование и классификацию [1, с. 124]. Для этого уместно использовать аппарат теории нечетких множеств, где выражение «степень принадлежности» является логической величиной в интервале $[0; 1]$. При этом функции принадлежности выбираются исходя из лингвистической формулировки требования [4, с. 159]. Так, например, для требований вида «в диапазоне» уместно использовать трапециевидные функции; для требований вида «в среднем» - треугольные функции; для формулировок типа «около» - колоколообразные; для бесконечно больших или малых величин - сигмоидные. Виды функций принадлежности приведем для наглядности в таблице 1.

Таблица 1 – Виды и описание функций принадлежности

Название функции	Вид функции	Описание функции
Треугольная		$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ или } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \end{cases}$
Колоколообразная		$\mu(x) = \exp\left[-\frac{(x-b)^2}{2c^2}\right]$
Трапециевидная		$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ или } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \end{cases}$

Сигмоидная		$\mu(x) = \{1 + \exp[-a(x - c)]\}^{-1}$
------------	---	---

Несмотря на простоту параметрического описания, данный аппарат является сложным для понимания аналитиками и ЛПР, в связи с чем в случае его применения в логике работы поддерживающей системы необходимо обеспечить его интуитивность. В частности, входные параметры для функций принадлежности должны определяться автоматически исходя из выбранного критерия оценки альтернатив (концепта) и имеющегося статистического ряда по нему. Так, например, для трапецевидной функции носитель целевого множества может быть определен точками экстремума ряда анализируемого критерия, в то время как ядро может быть задано пользователем системы вручную в форме для ввода. На текущий момент известна система нечеткого бенчмаркинга, используемая для классификации альтернатив в различных областях знаний – управлении персоналом, маркетинге [5, с. 128] и пр.

При этом особую важность следует уделять степени значимости параметров. Известны различные способы установки весовых коэффициентов – эмпирические – на основе экспертной оценки влияния отслеживаемого концепта на целевой и автоматические – на основе моделирования этой связи. Второй вариант является более предпочтительным, поскольку обеспечивает оптимальную нагрузку на персонал.

В контексте моделирования некоторыми авторами предлагается подход, при котором параметрическое описание проблемной ситуации принятия решения обогащается прогнозами изменения концептов во времени, на основании которых устанавливается их взаимное влияние и, впоследствии, вес [3, с. 135]. Наглядно этот подход показан на рисунке 1.

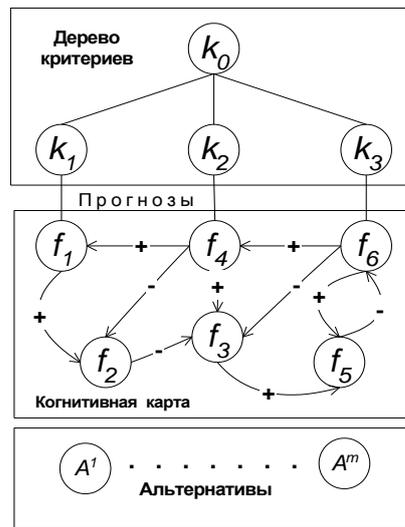


Рисунок 1 – Модель оценки альтернатив А.А. Кулинича

Реализация подобного алгоритма на больших объемах данных по альтернативам и концептам существенно повысит требования к аппаратным и интеллектуальным ресурсам поддерживающей системы, в связи с чем предлагается альтернативный подход, основанный на трендовом моделировании. Суть его сводится к формированию динамических уравнений линий трендов влияния изменения отслеживаемого концепта на целевой и дальнейшем попарном сравнении этих уравнений. Схема предлагаемого алгоритма приведена на рисунке 2.

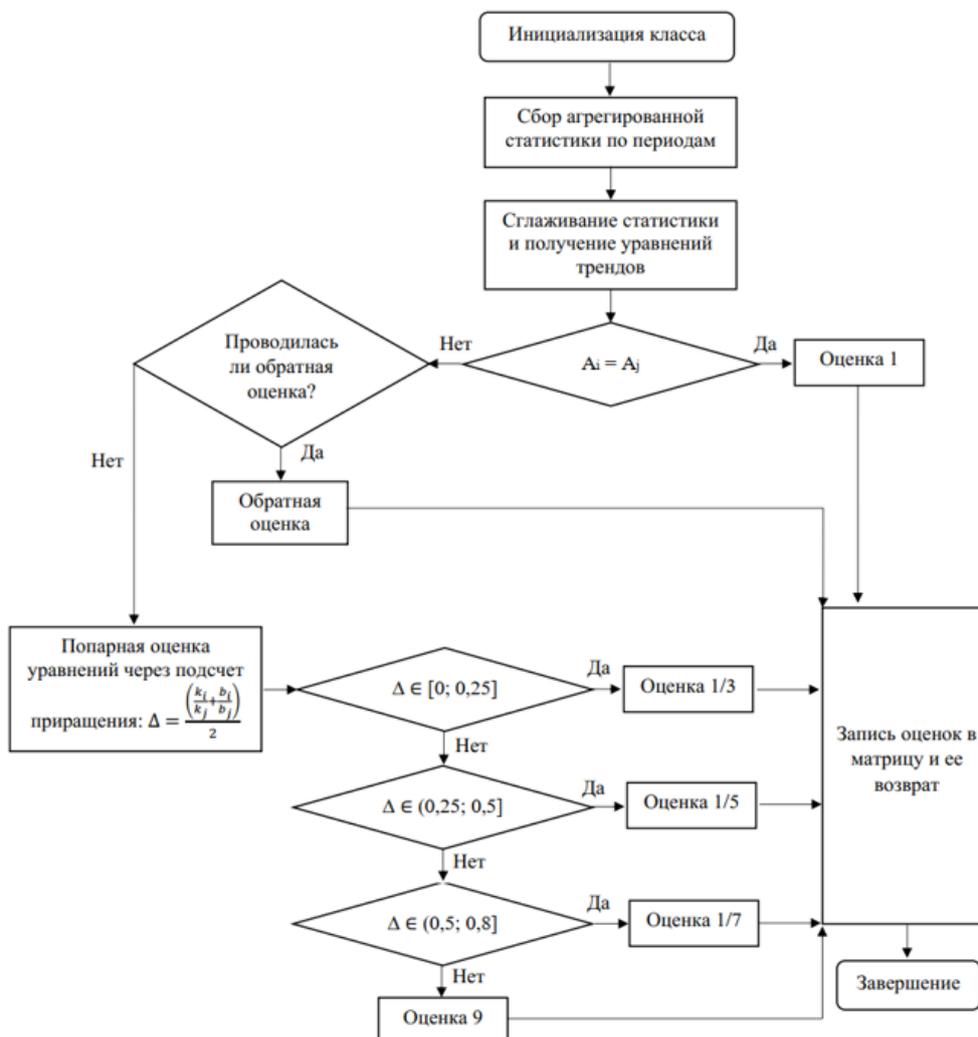


Рисунок 2 – Алгоритм оценки критериев на основе их влияния на результирующий (целевой) показатель

Как видно на рисунке 2, наибольшую оценку получают критерии, оказывающие максимальное влияние на целевой показатель. Стоит отметить, что по согласованию с заказчиком линейная оптимизация трендов может быть заменена на другую (например, полиномиальную).

После получения мер значимости концептов необходимо обогатить исходный набор условий ресурсными ограничениями. Это необходимо для того, чтобы исключить из финальной выборки рекомендуемых альтернатив те, улучшение которых по проблемным показателям выходит за рамки ресурсных возможностей субъекта управления. Блок проверки обязательно должен учитывать следующие параметры:

- средняя и максимальная цена улучшения одной альтернативы;
- полнота концептов, ресурсных ограничений и альтернатив;
- достижимость начальных условий.

Современные возможности подсистем обогащения и визуализации разно структурированных данных позволяют представлять результаты отработки алгоритмов оценки концептов и альтернатив в виде интерактивных отчетов, интуитивно понятных для аналитиков и ЛПП [2]. Пример подобного отчета приведен на рисунке 3.

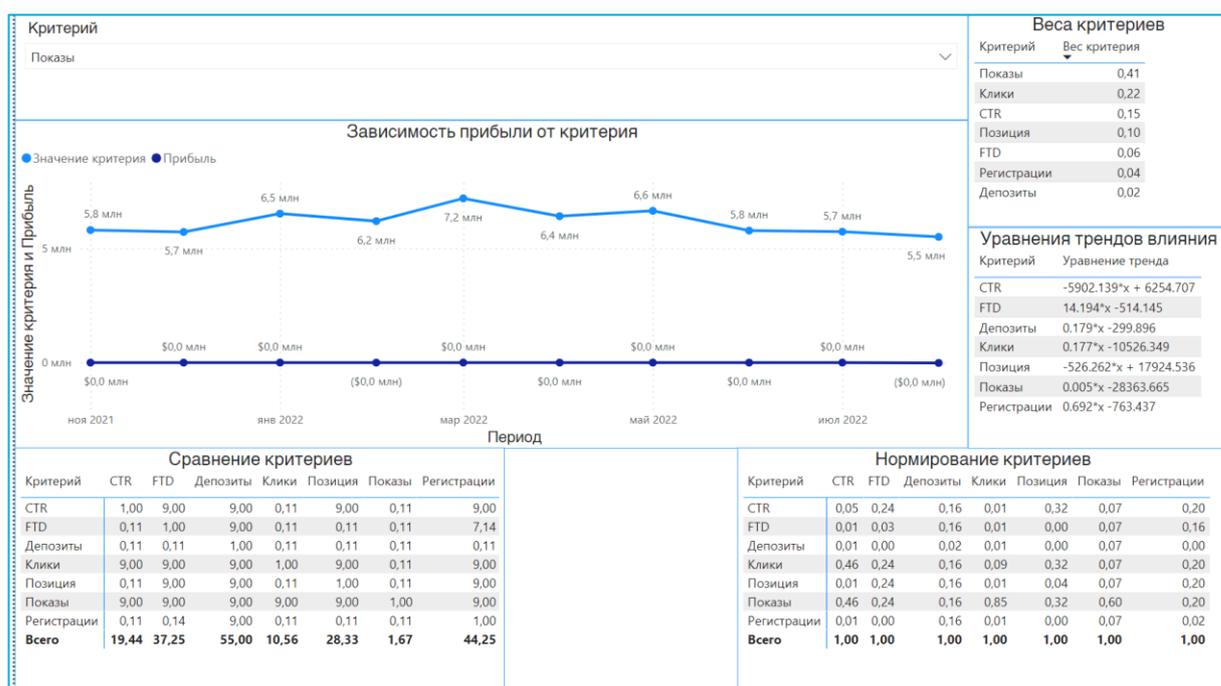


Рисунок 3 – Пример визуализации результатов работы алгоритмов поддерживающей системы

Приведенный на рисунке 3 интерактивный отчет показывает результат отработки предложенного алгоритма оценки концептов по степени их влияния на результирующий показатель. В правом верхнем углу представлена итоговая матрица весов. Графическая часть наглядно иллюстрирует корреляцию выбранного на фильтре параметра и целевого концепта в динамике. Ниже представлены матрицы попарного сравнения и нормирования критериев по логике методики Т. Саати.

Библиографический список

1. Акперов Г.И., Магеррамов И.М, Бочаров А.А., Гребенюк Е.В. Оценка комплексной безопасности системы управления вузом на основе мягких моделей // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2021. – Т.17, №1. – С.120-128.
2. Документация по Power BI. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/power-bi/> (Дата обращения: 12.02.2023).
3. Захарова А.А., Подвесовский А.Г., Исаев Р.А. Математическое и программное обеспечение поддержки когнитивного моделирования слабоструктурированных организационно-технических систем / Труды Международной научной конференции. – 2019. – Т.2, №3. – С.131-141.
4. Магеррамов И.М. Моделирование принятия решений в условиях нечеткости требований / Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2021. – №1. – С.157-163.
5. Магеррамов И.М. Решение задач интернет-маркетинга средствами Python //Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2021. – Т.18, №2. – С.125-140.