

МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

© 2022 В. Н. Кострова, С. А. Абросин

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье разработан подход к построению функций принадлежности систем поддержки принятия решений с нечёткой логикой. В настоящее время одним из приоритетных и перспективных направлений научно-технологического развития РФ является переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

Ключевые слова: математическая модель, информационная система, корпоративная информационная система.

В качестве инструмента для создания математических моделей может быть использован метод группового учета аргументов [1] как один из наиболее эффективных методов структурной и параметрической идентификации сложных систем по данным наблюдений в условиях неполной информации. Для повышения информативности исходных данных и точности решения задач идентификации и оптимизации необходимо классифицировать объекты. Для классификации целесообразно использовать методы кластеризации, позволяющие разделить исследуемое множество систем на отдельные классы, внутри которых системы считаются однотипными. В качестве алгоритма кластеризации используется метод k -средних или метод взаимного поглощения. Использование данного метода разбиения на классы позволяет получить подмножества, содержащие объекты, однородные по значениям характеризующих их свойств. Выбранные подмножества обладают этим свойством, поскольку взаимное расстояние (радиус поглощения) между любой парой объектов в подмножестве меньше, чем расстояние между двумя объектами в разных подмножествах.

Затем проводится поиск оптимальных альтернатив в своем классе по методу Па-

рето. Выбор оптимального из этого множества альтернативных вариантов возможен при использовании дополнительного критерия. Для этого разрабатывается композиционный метод выбора альтернатив. Он сочетает в себе решение задачи оптимизации целевой функции и сведение частных предпочтений к общим требованиям, что делает выбор более объективным и ускоряет расчеты.

Целевой функцией при построении корпоративной информационной системы является критерий эффективности, который будет построен с помощью разработанного метода формирования интегрального критерия эффективности с использованием набора моделей с признаками их значимости, что позволит повысить степень определенности при принятии решений.

Лицо, принимающее решение, в процессе своей деятельности исходит из опыта, интуиции и знаний. Однако эти основы трудно поддаются алгоритмизации, в результате чего при принятии решений требуется активная алгоритмическая поддержка выбора путем построения адаптивных моделей.

Эксперты играют важную роль в процессах принятия решений. В то же время компетентность экспертов, как правило, неизвестна, а экспертные оценки могут быть необъективными. Эффективными являются технологии поддержки принятия решений,

Кострова Вера Николаевна – Воронежский институт высоких технологий, доктор техн. наук, профессор, e-mail: kostrova_v@mail.ru.

Абросин Сергей Александрович – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, e-mail: abrosin.sergej@yandex.ru.

реализованные с применением технологий классификации и оптимизации вариантов, а также с использованием нечеткой логики.

Постоянное совершенствование бизнес-процессов приводит к неизбежному изменению условий функционирования информационного пространства финансовой организации, что предопределяет необходимость адаптации корпоративной информационной системы к изменяющимся требованиям, а также оценки эффективности, текущей корпоративной информационной системе в рамках ее жизненного цикла.

Ограничения, накладываемые требованиями, выступают в качестве критерия оценки эффективности корпоративной информационной системы. Часто такая оценка проводится формально, и несоблюдение не критичных ограничений, не снижающих ценность корпоративной информационной системы, может привести к тому, что корпоративная информационная система будет забракована, хотя де-факто она все еще способна выполнять заданные функции в рамках своего жизненного цикла. Поэтому, чтобы минимизировать количество подобных ситуаций, предлагается подход к формализации требований с использованием аппарата нечеткой логики.

Есть набор требований к характеристикам n -го компонента корпоративной информационной системой (например, модуля, выполняющего в общем случае одну функцию) как R_{nl} , $l=1, Ln$. Обычно на практике требования формализуют, указывая, что они являются как ynl для соответствующих характеристик в виде односторонних или двусторонних неравенства, например, $ynlL \geq ynl \geq ynlH$. Предопределенные возможные значения могут быть представлены в табличной форме.

Если взять за r переменную, которая показывает, выполняется ли требование R или нет, например, при $r = 1$ требование R выполняется, а при $r = 0$ - нет, то получим полный

набор альтернатив, для которых выполняются требования корпоративной информационной системой. Учитывая жесткость такого отбора, можем с большой долей вероятности получить ситуацию, когда-либо вообще нет результатов, либо они не удовлетворяют возможным модификациям или изменениям в конфигурации корпоративной информационной системой. Кроме того, такой подход накладывает достаточно жесткие ограничения при формулировке соответствующих требований.

Таким образом с этим рекомендуется использовать для решения данной проблемы подходы нечеткой логики, которые обеспечивают более гибкую формализацию требований. В данном случае логические значения 1 или 0 заменяются более широким диапазоном выбора, определяется как значение принадлежности к нечеткому множеству $r = \mu_R(y)$. В данном случае степень требований выполнения определяются как значение соответственной соответствующей функции принадлежности $r \in [0;1]$.

Количественные характеристики корпоративной информационной системой могут быть формализованы [2]: линейная s -образная функция принадлежности для ограничений справа, линейная z -образная функция принадлежности для ограничений слева и трапециевидная функция принадлежности для двусторонних ограничений.

$$\mu_z(y) = \mu_z(y; y_B, y_T, c) \begin{cases} \frac{(c-1)(y-y)}{y_T - y_B}; y_B < y \leq y_T \end{cases} \quad (1)$$

Следовательно, мы двигаемся от жестких двоичных ограничений к более гибкой формализации новых требований [4].

Чтобы учесть особенности выполнения требований, предлагаются функции принадлежности (рис. 1) к нечеткому множеству специального типа:

$$\mu_z(y) = \mu_z(y; y_B, y_T, c) \begin{cases} \frac{(c-1)(y-y)}{y_T - y_B}; y_B < y \leq y_T \\ 1; y < y_B \\ c; y < y_T \\ 0; y < y \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_s(y) = \mu_s(y; y_B, y_T, c) \begin{cases} \frac{(c-1)(y-y_B)}{y_T - y_B}; y_B < y \leq y_T \\ 1; y < y_B \\ c; y < y_B \\ y_B; y < y_T \end{cases} \quad (2)$$

Параметрами функции принадлежности односторонние ограничения снизу (1) и односторонние ограничения сверху (2) являются граничные требуемые значения, определяемые исходными ограничениями неравенства, дополнительное значение, начиная с которого функция принадлежности принимает единичное значение, и оценка степени выполнения требования при достижении граничного требуемого значения. "Шаг" в функции принадлежности (рис.) обеспечивает переход через точку, соответствующую граничному требуемому значению [10].

Функция принадлежности служит перемещением от строгих ограничений к более простой, позволяя лицу, принимающему решение, расширить выбор альтернатив в пере-

делах улучшения корпоративной информационной системой. Становится возможным сравнить различные характеристики и более гибкие определение их соответствия установленным требованиям [3].

Учитывая необходимость выполнения всех требований и невозможность компенсации невыполнения одних требований за счет выполнения других, определим коэффициенты соответствия требованиям с помощью t-нормы типа "минимум". Пусть все L требований упорядочены, а требования от первого до L_F являются функциональными, а последующие требования от L_F+1 до L являются нефункциональными. Тогда выражения для коэффициентов соответствия функциональным и нефункциональным требованиям принимают вид:

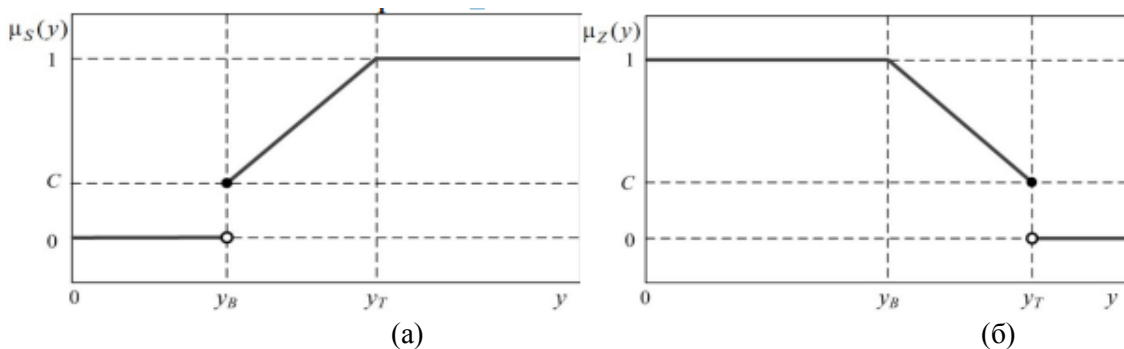


Рисунок. График функции принадлежности: s-типа (а) и z-типа (б)

$$k_F = \frac{\min_{l=1, L_F} r_l}{r_l}, k_{NF} = \frac{\min_{l=L_F+1, L} r_l}{r_l} \quad (3)$$

Здесь $r_l = \mu_{Rl}(y_l)$ – степень выполнения l -го требования. Также следует учесть важность некоторых условий для нахождения коэффициентов соответствия альтернатив условий, то взвешенная t-норма [7] типа "минимум" могут применяться [4]:

$$k_F = \frac{\min_{l=1, L_F} \{1 - w_l(1 - r_l)\}}{1 - w_l(1 - r_l)}, \quad k_{NF} = \frac{\min_{l=L_F+1, L} \{1 - w_l(1 - r_l)\}}{1 - w_l(1 - r_l)}, \quad (4)$$

где w_l это вес, определяющий значимость l -го условия.

Требования к корпоративной информационной системе, как и к информационной системе в целом в финансовой организации, постоянно меняются, что накладывает дополнительные требования к ее гибкости, безопасности и скорости адаптации. Постоянные изменения в законодательстве, вносимые регулирующими органами, связаны с риском, который необходимо учитывать в деятельности организации [5]. Эти изменения могут оказать серьезное влияние на бизнес-процессы, а значит, и на саму компанию.

В результате концепция модели представляет практику обеспечения связности корпоративной информационной системы.

Конечной целью внедрения этих моделей является возможность автоматизации мониторинга соответствия корпоративной информационной системы изменяющимся потребностям, в том числе в будущем, и информирование лиц, принимающих решения, о необходимости вмешательства в жизненный цикл информационной системы. Постоянное совершенствование информационной системе обеспечит ее гармоничное эволюционное развитие в рамках корпоративных бизнес функций, а не в отрыве от них.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баранов В. Г. Способ управления конфигурацией комплекса информационных систем / В. Г. Баранов, Д. В. Седаков, В. Р. Милов // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – № 8. – 26-33.

2. Халл Э. Разработка требований / Э. Халл, К. Джексон, Дж. Дик. – Издатель: Springer-Verlag London. – 2011. – 227.

3. Квасов А. С. Анализ процессов управления жизненным циклом информационных систем / А. С. Квасов. Мат-лы XXV Международной научно-технической конференции. – 2019. – 298-301.

4. Дмитриева Н. Г. Методологические модели управления информационным обеспечением / Н. Г. Дмитриева // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2017. – 11-22.

5. Скрипник И. В. Выбор системных и технических решений в конструкции аппаратуры радиосвязи с использованием аппарата нечеткой логики / И. В. Скрипник, Ю. С. Егоров // Проектирование и технология электронных средств. – 2019. – № 3. – 21-27.

DECISION SUPPORT METHODS WITH USING THE APPARATUS OF FUZZY LOGIC

© 2022 V. N. Kostrova, C. A. Abrosin

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The article develops an approach to the construction of accessory functions of decision support systems with fuzzy logic. Presently one is of priority and perspective directions of scientific-technological development Russian Federation is passing to front-rank digital, intellectual production technologies, robotic systems, new materials and methods of constructing, creation of the systems of treatment of large volumes of information, computer-aided instruction and artificial intelligence.

Keywords: mathematical model, information system, corporate information system.