



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 681.3.06

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ

¹ Балашов О.В., ² Букачев Д.С.

¹ Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2), e-mail: smradio@mail.ru

² ФГБОУ ВО Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия (21400, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

Подход позволяет сформулировать требования к формированию перечня показателей качества управленческого решения. В качестве интегральной характеристики качества предложено использовать обобщенную степень соответствия данных показателей поставленной цели, определяемую на основе аппарата нечеткой логики и принципа Беллмана-Заде. Предложенный подход, в отличие от методов теории полезности, не требует формирования функций полезности.

Ключевые слова: решение, лингвистическое описание.

APPROACH TO ASSESSING THE QUALITY OF MANAGEMENT DECISIONS ON THE BASIS OF FUZZY LOGIC

¹ Balashov O.V., ² Bukachev D.S.

¹ Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

² Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk State University, Smolensk, Russia (21400, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

The approach allows us to formulate requirements for the formation of a list of quality indicators of a managerial decision. It is proposed to use the generalized degree of compliance of these indicators with the set goal as an integral characteristic of quality, determined on the basis of the fuzzy logic apparatus and the Bellman-Zade principle. The proposed approach, in contrast to the methods of the theory of utility, does not require the formation of utility functions.

Keywords: decision, linguistic description.

Управление современными организационно-техническими системами (ОТС) становится все более сложным, к ним предъявляются противоречивые функциональные, технико-экономические, эргономические, экологические и социальные требования, которые характеризуются совокупностью показателей качества. Как правило, показатели качества зависимы между собой и являются антагонистическими. ОТС, как один из видов сложной информационной системы, можно представить упорядоченным набором элементов, свойств и их отношений. Их конкретное задание определяет структуру, характеристики и эффективность системы.

Актуальным является выбор оптимальных решений при долгосрочном планировании и проектировании системы, а также при краткосрочном планировании и ситуативном

управлении с учетом совокупности показателей качества [1, 2]. Здесь имеет место задача принятия решений, для которой характерны следующие основные компоненты: как сформировать множество альтернативных решений, каким ограничениям должны удовлетворять решения, по какому критерию и какими методами должны выбираться наилучшие (рациональные) решения.

Удобно считать, что выбор решений производит некоторое лицо, принимающее решение (ЛПР), которое преследует вполне определенные цели [3]. В зависимости от конкретной ситуации в роли ЛПР может выступать как отдельный человек (инженер, научный сотрудник, заказчик), так и целый коллектив (группа специалистов, занятая решением одной задачи). Каждое возможное решение характеризуется определенной степенью достижения цели. В соответствии с этим у ЛПР имеется свое представление о достоинствах и недостатках решений, на основании которого одно решение предпочитается другому.

Рациональное решение – это решение, которое с точки зрения ЛПР предпочтительнее других альтернативных решений. Это предпочтение на практике может выражаться в различной форме, и его математическая формализация может составить непростую задачу. Сложность заключается в том, что на начальных этапах ЛПР, как правило, не может сформулировать свои предпочтения (рациональность решений) ясно и четко с точки зрения математической формализации.

Предлагаемый подход в своей основе имеет следующие, как представляется, понятные на интуитивном уровне, принципы.

1. *Уникальность экономической операции.* Данный принцип, по сути, констатирует тот факт, что совпадающих экономических операций не бывает. Это означает, в частности, неприменимость для выработки и оценки качества управленческих решений вероятностного подхода (не выполняется условие повторяемости опытов, т. е. вероятностной устойчивости).

2. *Неопределённость условий задачи* описывается и представляется с помощью средств нечёткой логики [4, 5].

3. *Множественность показателей качества (критериев).* Этот принцип отражает необходимость комплексной, всесторонней оценки последствий любого решения, в противном случае задача становится практически тривиальной.

4. *Сочетание качественных (вербальных) и количественных характеристик.* Этот принцип допускает (и рекомендует) комбинировать различные виды моделей описания качества управленческого решения, поскольку далеко не всегда чисто количественный подход (из-за разномасштабности показателей, имеющейся неопределенности и т. п.) позволяет сравнивать различные альтернативы.

5. *Рациональность.* Принцип рациональности отражает введенное выше понятие критерия пригодности.

Описание подхода. С учетом приведенных принципов сам подход может быть описан последовательностью следующих шагов.

Шаг 1. ЛПР более высокого уровня иерархии, чем лицо, непосредственно принимающее решение, формирует перечень показателей $Q_j, j = 1, 2, \dots, n$, отражающих качество принимаемого решения. При формировании этого перечня необходимо принимать во внимание результативность, ресурсоемкость и оперативность операции, ради реализации которой принимается решение.

Шаг 2. По каждому количественному показателю определяются (оцениваются экспертным путем) минимальные $Q_{i,\min}$ и максимальные $Q_{i,\max}$ значения, после чего осуществляется их приведение к одному (единичному) масштабу по следующей формуле:

$$q_i = \frac{Q_i - Q_{i,\min}}{Q_{i,\max} - Q_{i,\min}}, \quad (1)$$

Шаг 3. Каждый нормированный показатель y_i рассматривается как лингвистическая (нечёткая) переменная [4, 5], имеющая 5–9 уровней (термов). Использование более 9 уровней нецелесообразно, поскольку из психологии известно, что в памяти человека удерживается одновременно не более 7 ± 2 понятий [6]. Такие уровни могут иметь, например, следующую содержательную интерпретацию: 1 – незначительный; 3 – малый; 5 – средний; 7 – большой; 9 – значительный или очень большой; 2, 4, 6, 8 – промежуточные оценки. Например, показатель «убытки» имеет качественные значения «незначительные убытки», «малые убытки», «средние убытки» и т. д.

Нетрудно видеть, что таким образом можно учитывать не только количественные, но и качественные (номинальные) показатели, характеризующие решение.

Вообще говоря, данный шаг является необязательным, но зачастую он облегчает реализацию шага 6.

Шаг 4. Устанавливаются требования к рациональному решению, например: по первому критерию – уровень не меньше 5-го, по второму – не меньше 3-го и т. д.

Шаг 5. ЛПР формирует множество всех возможных вариантов принятия решения (альтернатив) $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$.

Шаг 6. Экспертным путем производится оценка каждой альтернативы по каждому из введенных показателей так, что для каждого j -го показателя q_j i -й альтернативы a_i определяется степень достижения поставленной цели (степень принадлежности) μ_{ij} , при этом должно выполняться условие $0 \leq \mu_{ij} \leq 1$.

Шаг 7. Составляется таблица (матрица) с элементами μ_{ij} (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица для определения наилучшего решения

a_i	q_j						$\min \mu_{ij}$
	q_1	q_2	...	q_j	...	q_n	
a_1	μ_{11}	μ_{12}	...	μ_{1j}	...	μ_{1n}	μ_1
a_2	μ_{21}	μ_{22}	...	μ_{2j}	...	μ_{2n}	μ_2
...
a_i	μ_{i1}	μ_{i2}	...	μ_{ij}	...	μ_{in}	μ_i
...
a_m	μ_{m1}	μ_{m2}	...	μ_{mj}	...	μ_{mn}	μ_m

Последний (правый) столбец данной матрицы содержит значения равные $\min \mu_{ij}$, т. е. значения, минимальные по строкам.

Шаг 8. Производится ранжирование вариантов решения (альтернатив) на основе пересечения нечетких множеств – критериев, которые отвечают известной в теории принятия решений схеме Беллмана-Заде [5].

Базируясь на принципе Беллмана-Заде, наилучшей системой будет считаться та, которая одновременно лучше по критериям q_1, q_2, \dots, q_n . Поэтому нечёткое множество, которое необходимо для рейтингового анализа, определяется в виде пересечения (интегральный критерий оценки качества решения). Учитывая, что в теории нечётких множеств операции пересечения соответствует \min , получается

$$\mu_i = \min \mu_{ij}. \quad (6)$$

В соответствии с логикой приведенных рассуждений наилучшей будет альтернатива a_q , для которой величина μ_g является наибольшей, т. е.

$$\mu_q = \max \mu_i. \quad (7)$$

Шаг 9. Задается некоторый минимальный уровень μ^* степени соответствия интегрального критерия оценки качества решения поставленной перед ЛПР цели ($0 \leq \mu^* \leq 1$), и проверяется неравенство

$$\mu^* \leq \mu_q. \quad (8)$$

В случае его выполнения выявленная наилучшая альтернатива признается пригодной.

Качество решений в приведенной процедуре оценивается степенями соответствия μ_i альтернатив поставленной цели.

Замечания

1. *Неравновесные критерии.* Пусть заданы v_1, v_2, \dots, v_L – коэффициенты относительной важности (или ранги) критериев q_1, q_2, \dots, q_n такие, что $v_1 + v_2 + \dots + v_L = 1$, при этом значения $v_1 - v_n$ считаются заданными. При наличии коэффициентов важности соотношение (6) принимает вид

$$\mu_i = \min (\mu_{ij})^{v_j}. \quad (9)$$

Окончательный выбор альтернативы осуществляется, как и выше, с помощью соотношения (7).

2. *Применение принципа Беллмана-Заде, использующее в (6) операцию взятия минимума, во многих случаях, а именно, при большом числе критериев, может привести к тому, что итоговые степени принадлежности будут весьма близки к нулю, что затруднит их сравнение в соответствии с (7) и сделает общие выводы ненадежными.* В этой связи представляется целесообразным операцию пересечения реализовывать не как операцию взятия минимума, а как операцию нахождения медианного значения из ряда имеющихся после их упорядочивания, в частности, в порядке возрастания.

Иначе говоря, имеет смысл отказаться от идеи выбирать в качестве интегральной оценки общую часть (пересечение) всех частных оценок, заменив её более гибким и продуктивным принципом выбора в качестве интегральной той частной оценки, которую дает некоторый специально сконструированный «наиболее представительный эксперт» [7].

Необходимо отметить, что такой «эксперт» должен в каждой точке области всех возможных альтернатив выбирать в качестве меры принадлежности этой точки интегральной оценке ту из мер ее принадлежности частным оценкам, которая в общем случае удалена от крайних оценок и занимает некоторое «среднее» (медианное) положение. Такой выбор означает, что объединение частных оценок в интегральную производится не по правилу пересечения нечётких множеств (где берется минимальная из оценок меры принадлежности) или по правилу их объединения (берется максимальная из оценок), или в соответствии с любой другой известной операцией над нечёткими множествами, а представляет собой некоторую новую операцию над такими множествами, а именно их упорядоченный набор с выбором затем одного из элементов такого упорядоченного набора.

Пример использования такого подхода: пусть имеем ряд степеней принадлежности $\{0.2, 0.4, 0.7, 0.3, 0.1, 0.9, 0.6\}$.

После упорядочивания получаем {0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.7, 0.9}. Если использовать операцию взятия минимума, то её итогом будет значение 0.1; при использовании медианы получим значение 0.4.

Отметим, что близкий подход теоретически обоснован в статье [8] и, по-видимому, нуждается в дальнейшем исследовании.

Список литературы

1. Балашов О.В., Букачев Д.С. Метод автоматизированного оперативного управления социально-экономическими системами // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.1, № 2, с. 8-13.
2. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
3. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде. – СПб.: Физматлит, 2002. – 176 с.
4. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечёткие модели и сети. М., Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.
5. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях/ В кн.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976. С. 172-215.
6. Miller G. A. The Magic Number Seven plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information // Psychological Review. 1956. № 63. P. 81–97.
7. Литвак Б. Г. Экспертная информация: методы получения и анализа. М., Радио и связь, 1982. – 184 с.
8. Левин В.И. Новое обобщение операций над нечеткими множествами // Изв. РАН – Теория и системы управления. 2001. № 1. С. 143-146.

References

1. Balashov O.V., Bukachev D.S. Metod avtomatizirovannogo operativnogo upravleniya social'no-ekonomicheskimi sistemami// Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2018. – Т.1, № 2, s. 8-13.
 2. Anfilatov V.S., Emel'yanov A.A., Kukushkin A.A. Sistemnyj analiz v upravlenii: Ucheb. posobie. M.: Finansy i statistika, 2002. – 368 s.
 3. Nogin V.D. Prinyatie reshenij v mnogokriterial'noj srede. – SPb.: Fizmatlit, 2002. – 176 s.
 4. Borisov V. V., Kruglov V. V., Fedulov A. S. Nechyotkie modeli i seti. M., Goryachaya liniya – Telekom, 2007. – 284 s.
 5. Bellman R., Zade L. Prinyatie reshenij v rasplyvchatyh usloviyah/ V kn.: Voprosy analiza i procedury prinyatiya reshenij. M.: Mir, 1976. S. 172-215.
 6. Miller G. A. The Magic Number Seven plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information // Psychological Review. 1956. № 63. P. 81–97.
 7. Litvak B. G. Ekspertnaya informaciya: metody polucheniya i analiza. M., Radio i svyaz', 1982. – 184 s.
 8. Levin V.I. Novoe obobshchenie operacij nad nechetkimi mnozhestvami // Izv. RAN – Teoriya i sistemy upravleniya. 2001. № 1. S. 143-146.
-