

## ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ВОЕННО-ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Швед Алена, Давыденко Евгений

Черноморский национальный университет имени Петра Могилы

### Аннотация

*Предложена процедура агрегирования индивидуальных оценок экспертов и построения результирующего ранжирования при решении задачи оценки эксплуатационного состояния объектов военно-гражданского назначения в условиях неопределенности, неточности и нечеткости исходных данных*

### Abstract

*The procedure of aggregation of individual experts' assessments (judgments) and constructing the resulting ranking in solving problems of assessing the operational status of civil-military objects under uncertainty, inaccuracy and fuzziness of the initial data is proposed*

Автоматизация процесса планирования, синтеза и принятия эффективных (оптимальных) стратегических решений военно-гражданского назначения направлена на укрепление национальной безопасности и обороны, поскольку от своевременного прогнозирования и принятия эффективных и обоснованных решений со стороны руководства при решении информационно-коммуникационных, логистических и управленческих задач, зависит сохранение жизни, как военнослужащих, так и технических средств, задействованных в ходе проведения военно-гражданских операций. В связи с этим особое значение приобретает задача оценки эксплуатационного состояния объектов военно-гражданского назначения.

Процесс принятия решений в быстро меняющихся условиях при ограниченности времени и ресурсов представляет собой неотъемлемую и ответственную функцию управления, и очень часто осуществляется в условиях неопределенности различного рода, которая характеризуется наличием неполноты, неточности, противоречивости, нечеткости входных данных.

Математическим аппаратом, позволяющим корректно оперировать с такого рода неопределенностями, является теория интуиционистских нечетких множеств.

Интуиционистским нечетким множеством (ИНМ) называют множество вида [1]:

$$A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) \mid x \in X\},$$

где  $X = \{x_i \mid i = \overline{1, n}\}$  – конечное множество элементов;  $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$  – функция принадлежности произвольного элемента  $x \in X$  к интуиционистскому нечеткому множеству  $A$ ;  $\nu_A : X \rightarrow [0, 1]$  – функция непринадлежности  $x \in X$  к интуиционистскому нечеткому множеству  $A$ ; функции  $\mu_A, \nu_A$  удовлетворяют условию  $0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1, x \in X$ .

Пусть имеется исходное множество вариантов (альтернатив)  $A = \{A_i \mid i = \overline{1, n}\}$  и группа экспертов  $E = \{E_j \mid j = \overline{1, m}\}$ , выполняющих экспертизу. Результаты экспертного опроса в виде совокупности индивидуальных экспертных оценок можно представить в форме матрицы  $B = [b_{ij}]_{n \times m}$ , где  $b_{ij} = (\mu_j^{(i)}, \nu_j^{(i)})$  – интуиционистские нечеткие числа, представляющие оценку  $j$ -м экспертом  $i$ -го варианта (альтернативы).

Задача состоит в получении результирующей ранжировки исследуемых объектов (военно-технического имущества: зданий, сооружений, технических средств и т.д.), отражающей коллективное мнение группы экспертов. Ранжирование вариантов осуществляется по потенциальному ущербу и значимости объекта, что позволяет рационально распределить имеющиеся ресурсы при планировании предупредительных мероприятий и проведения ремонтных работ, повышающих эксплуатационную надежность и стабильность работы объектов военно-гражданского назначения.

Для решения указанной задачи, можно использовать подход, состоящий в следующем.

На первом этапе вычисляются значения вектора приоритетов альтернатив. Для каждого эксперта  $E_j$  будет сформирован вектор весовых коэффициентов альтернатив

$\Omega_j = \{\omega_i^{(j)} \mid i = \overline{1, n}\}$ , элементы которого вычисляются в соответствии с выражением:

$$\omega_i^{(j)} = \frac{\mu_i^{(j)} / (\mu_i^{(j)} + \nu_i^{(j)})}{\sum_{j=1}^m (\mu_i^{(j)} / (\mu_i^{(j)} + \nu_i^{(j)}))}, \quad \sum_{j=1}^m \omega_i^{(j)} = 1, \quad \omega_i^{(j)} \in [0, 1].$$

Далее рассчитываются значения вектора приоритетов альтернатив, на основе полученных оценок  $\Omega_j = \{\omega_i^{(j)} \mid i = \overline{1, n}\}$ ,  $j = \overline{1, m}$ . Агрегированные весовые коэффициенты альтернатив рассчитываются на основе нечеткой оценки взвешенного среднего (IFWA) [2, 3]:

$$w_i = IFWA_{\omega_i^{(j)}}(b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{im}) = \omega_i^{(1)} b_{i1} \oplus \dots \oplus \omega_i^{(j)} b_{ij} \oplus \dots \oplus \omega_i^{(m)} b_{im}, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad w_i \in [0, 1].$$

где  $\omega_i^{(j)}$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта, полученный на основе оценок  $j$ -го эксперта;  $b_{ij} = (\mu_i^{(j)}, \nu_i^{(j)})$  – оценка  $j$ -м экспертом  $i$ -го варианта в виде ИНЧ.

В конце указанной процедуры будет получен вектор  $W = \{w_i \mid i = \overline{1, n}\}$ ,  $w_i = (\mu_i, \nu_i)$ , значения которого соответствуют весовым коэффициентам рассматриваемых вариантов (альтернатив).

На втором этапе выполняется построение итоговой ранжировки вариантов (альтернатив). Для сравнения двух интуиционистских нечетких чисел в работе предложено использовать меры возможности [4, 5].

В работе предложена методика мониторинга эксплуатационного состояния объектов военно-гражданского назначения в условиях неопределенности и нечеткости исходных данных, применение которой позволит повысить эффективность безаварийной непрерывной эксплуатации объектов военно-гражданского назначения.

#### Список использованных источников:

1. Atanassov, K. T. Intuitionistic fuzzy sets [Text] / K.T. Atanassov // Fuzzy Sets Syst. – 1986. – Vol. 20, № 1. – P. 87–96
2. Xu, Z. Intuitionistic fuzzy aggregation operators [Text] / Z. Xu // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2007. – Vol. 15, № 6. – P. 1179–1187
3. Xu, Z. Some geometric aggregation operators based on intuitionistic fuzzy sets [Text] / Z. Xu and R. R. Yager // International Journal of General Systems. – 2006. – Vol. 35, № 4. – P. 417–433
4. Facchinetti, G. Note on ranking fuzzy triangular numbers [Text] / G. Facchinetti, R. G. Ricci, and S. Muzzioli // International Journal of Intelligent Systems. – 1998. – Vol. 13, № 7. – P. 613–622.
5. Wei C.-P. Possibility degree method for ranking intuitionistic fuzzy numbers [Text] / C.-P. Wei and X. Tang // Journal of Systems Engineering. – 2003. – Vol. 18. – P. 67–70