

**Нечеткая экспертная система оценки уровня безопасности судоходных компаний.  
Fuzzy expert system of shipping companies safety assessment  
Осипов Г. С.<sup>1</sup>, Сазонов А. Е.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Осипов Геннадий Сергеевич / Osipov Gennadiy Sergeevich – доктор технических наук, заведующий кафедрой,  
кафедра информатики,

Институт естественных наук и техносферной безопасности,  
Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск;

<sup>2</sup>Сазонов Анатолий Ефимович / Sazonov Anatoliy Efimovich – член-корреспондент РАН,  
доктор технических наук, профессор,

кафедра автоматизации и вычислительной техники,  
факультет навигации и связи,

Государственный университет морского и речного флота, г. Санкт-Петербург

**Аннотация:** исследуется методология применения теории нечетких множеств для оценки уровня безопасности судоходных компаний. Предлагается алгоритм синтеза обобщенной оценки при многоуровневой многокритериальной организации критериев в виде структурированной совокупности треугольных нечетких чисел.

**Abstract:** explores the methodology of application of the theory of fuzzy sets to assess the safety of shipping companies. It proposed a generalized assessment synthesis algorithm with a multi-level organization multiobjective criterion in a structured set of triangular fuzzy numbers.

**Ключевые слова:** обеспечение безопасности мореплавания, ключевые области, нечеткие числа, синтез обобщенного показателя уровня безопасности.

**Keywords:** ensuring the safety of navigation, the key area, fuzzy numbers, the synthesis of the generalized indicator of the level of security.

Важнейшим условием обеспечения безопасности мореплавания является регулярное освидетельствование систем управления безопасностью (СУБ) (Safety Management System (SMS)) судоходных компаний на их соответствие требованиям Международного кодекса по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (МКУБ).

По заказу Российского морского регистра судоходства (РМРС) разработана программа – экспертная система «Оценка уровня совершенства СУБ судоходной компании». Эта программа позволяет проводить оценку и самооценку компаний по десятибалльной (четкой) шкале. Программа внедрена и размещена на официальном сайте РМРС <http://www.rs-class.org/ru/> в разделе «Освидетельствование систем управления безопасностью» <http://www.rs-class.org/ru/register/services/ism/>.

Все критерии оценки уровня безопасности сгруппированы в шесть ключевых областей:

- 1) политика и ответственность Компании;
- 2) персонал и ресурсы;
- 3) безопасность ключевых операций;
- 4) готовность к аварийным ситуациям;
- 5) несоответствия и техническое обслуживание;
- 6) документация и анализ эффективности СУБ Компании, каждая из которых состоит из десяти факторов (критериев оценки).

В настоящее время проводится исследование, направленное на разработку экспертной системы оценки уровня совершенства СУБ, предназначенной для обработки исходной информации, реализованной в виде совокупности нечетких чисел. Такое задание оценок позволяет формализовать алгоритмы обработки информации, представимой в виде, удобном для работы экспертов. В этом случае эксперту достаточно задать исходные оценки в форме естественного высказывания типа «оценка примерно равна...»

Пусть:

$\tilde{x}_{ijk} (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; k \in K)$  – нечеткое треугольное число, соответствующее оценке

экспертом  $j$ -го критерия  $i$ -ой ключевой области для  $k$ -ой судоходной компании;

$\tilde{w}_{ij} (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n})$  – показатель важности (весовой коэффициент)  $j$ -го критерия  $i$ -ой ключевой

области;

$\tilde{w}_i (i = \overline{1, m})$  – показатель важности  $i$ -ой ключевой области.

Тогда обобщенный критерий  $\tilde{Q}_k$  – показатель уровня безопасности  $k$ -ой судоходной компании, очевидно, может быть найден как композиция нечетких чисел – оценок и их весов:

$$\tilde{Q}_k = \sum_{i=1}^m \tilde{w}_i \sum_{j=1}^n \tilde{w}_{ij} \tilde{x}_{ijk}.$$

Полученные обобщенные оценки также являются нечеткими треугольными числами. Ранжирование судоходных компаний по уровню безопасности определяется ординатами точек пересечения левой границы функции принадлежности наилучшей альтернативы с правыми границами функций принадлежности остальных альтернатив.

Проведенное исследование и полученные результаты находят применение в различных областях, связанных с оценкой эффективности, совершенства сложных, трудно формализуемых систем [1, 2, 3], целью которых является обеспечение безопасности жизнедеятельности.

### *Литература*

1. Сазонов А. Е. Использование метода экспертных отношений предпочтения для оценки уровня совершенства системы управления безопасностью морского судна / А. Е. Сазонов, Г. С. Осипов, В. Д. Клименко // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2013. № 3 (19). с. 94-104.
2. Айзинов С. Д. Использование теории нечетких множеств для оценки эффективности тренажеров / С. Д. Айзинов, В. Д. Клименко, Г. С. Осипов, А. Е. Сазонов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2007. № 2. с. 31-33.
3. Акмайкин Д. А. Формирование модели экспертной системы оценки безопасности движения судна / Д. А. Акмайкин, С. Ф. Клюева, А. Д. Москаленко, М. А. Москаленко // Транспортное дело России. 2015. № 6. с. 203-206.