

УДК [656.61.08 : 331.101.3] : [519.2 : 510.22]

Разрешение проблемных ситуаций с минимизацией ошибок сравнения результатов от управления состоянием безопасности судна

А.Ж. Смирнов, А.А. Сиротюк, В.И. Меньшиков

Судоводительский факультет МА МГТУ, кафедра судовождения

Аннотация. Сформулированы условия, при которых "человеческий фактор" способен минимизировать ошибки сравнения, возникающие в процессе разрешения проблемных производственных ситуаций на судне.

Abstract. The conditions under which the "human factor" can minimize the errors of comparison occurring in the process of resolution of problem industrial situations on board have been formulated in the paper.

Ключевые слова: безопасность, структура предпочтений, ошибки сравнения, человеческий фактор
Key words: safety, preference structure, errors of comparison, human factor

1. Введение

Изучение факторов риска с целью прогнозирования вероятных осложнений и, по возможности, предупреждения возникновения экстремальных ситуаций, которые могут привести к авариям и катастрофам, – вот одна из важнейших задач, стоящая на современном этапе перед международными и национальными организациями, судостроителями, специалистами береговых служб обеспечения и экипажами судов. Важнейшим направлением решения данной задачи является снижение влияния так называемого "человеческого фактора" на аварийность на море. По данным ИМО (Морской Международной Организации) около 80 % всех аварий на море происходит по причине "человеческого фактора", т.е. связано с ошибками, допущенными экипажами судов и специалистами береговых служб обеспечения. Однако в оставшихся 20 % аварий так же скрыт "человеческий фактор". Это связано с тем, что необходимо учитывать так называемый "вклад" судостроителей, возраст судов. Поэтому степень ответственности "человеческого фактора" за аварии и катастрофы приближается к 100 %, что и является основной причиной для поиска путей снижения количества и значимости ошибок восприятия, сравнения и выбора этого фактора при управлении состоянием эксплуатации судов компаний.

2. Множественность результатов при разрешении проблемных ситуаций

Процесс безопасной эксплуатации судна в рамках системы управления безопасностью (СУБ) имеет циклический характер за счет того, что большинство судовых ключевых операций реализуется с помощью процедур по логическим программам с констатацией цели. Поэтому, далее будем считать, что ключевые операции представляют собой последовательность $\{X_n\}$ при $n \in N$ фазовых переходов вида

$$X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow \dots \rightarrow X_n \quad (1)$$

В этой последовательности отдельные переходы осуществляются с вероятностью, близкой к единице, а время их реализации является случайной величиной с заданным законом распределения. Тогда каждому отдельному дискретному переходу из последовательности (1) можно сопоставить структуру, описывающую проблемную ситуацию, которую необходимо разрешать для того, чтобы обеспечить безопасность экипажа, судна, груза и морской окружающей среды.

В рамках такого подхода к проведению судовой операции будем считать, что структурная модель проблемных ситуаций в системе фазовых переходов (1), разрешение которых обеспечивает безопасное выполнение судовой ключевой операции, можно представить так:

$$\Omega = (A, V, G, H, Y, P), \quad (2)$$

где A – множество детерминированных и случайных факторов, определяющих безопасное состояние судовой операции; V – множество управлений, используемых лицом, принимающим решения (ЛПР); G – множество результатов, получаемых в процессе выполнения судовой операции; H – множество математических моделей, адекватных множествам V , A , и G ; Y – множество операторов соответствия "результат – показатель"; P – структура предпочтений ЛПР, используемая им при решении задачи по управлению судовой операцией.

Пусть в модели структуры Ω заданы компоненты множества A , определены управления V и задана модель H . Кроме того, в структуре Ω дополнительно определен оператор соответствия "результат – показатель" Y и P структура предпочтений ЛПР, используемая им при сравнении результатов от разрешения проблемных ситуаций с последующим выбором управлений состоянием судовой операции.

В данном случае структура предпочтений P должна отражать формализованное представление ЛПР о "лучшем" или "худшем" результате разрешения проблемной ситуации и быть использована им при "четко" определенной цели дополненной производственной информацией, поступающей, например, от мультимедийного пространства ходового мостика судна. Поэтому при "четко" определенной цели и при наличии необходимой и достаточной производственной информации ЛПР, привлекая структуру предпочтений, может сравнивать результаты, полученные в процессе разрешения проблемной ситуации. Эти результаты должны, с одной стороны, обеспечивать максимальную эффективность судовой операции, а с другой – безопасность экипажа, судна, груза и окружающей морской среды.

Пусть далее в структуре (1) множество A обладает следующими свойствами:

$$A = A_1 \cup A_2, A_1 \cap A_2 = \emptyset \text{ и } A_1, A_2 \neq \emptyset, \quad (3)$$

где A_1 – множество детерминированных факторов, определяющих безопасное состояние судовой операции; A_2 – множество случайных и опасных факторов, влияющих на безопасное состояние судовой операции.

Если далее допустить, что условия (3) выполняются, то оператор соответствия Y из модели (1) при разрешении проблемной ситуации путем управления состоянием судовой операции способен порождать два возможных варианта в получении результата.

Получение первого результата от разрешения проблемных ситуаций (1) можно представить как отображение вида:

$$H_1: V \times A_1 \rightarrow Y_1(G) \rightarrow \max_{v_1 \in V_1}, \quad (4)$$

а получение второго результата как отображение, записанное так:

$$H_2: V \times A_2 \rightarrow Y_2(G) \rightarrow \min_{v_2 \in V_2}, \quad (5)$$

где $V_1, V_2 \subset V$ и $V_1 \cap V_2 = \emptyset$.

Очевидно, что первый результат $Y_1(G)$, получаемый от разрешения проблемных ситуаций, зависит от эффективности управления логической программой судовой ключевой операции, а второй результат $Y_2(G)$ определяется эффективностью управления производственными рисками, которые сопутствуют производственному процессу, идущему на борту судна. Тогда при последовательном разрешении проблемных ситуаций Ω , повторяющих последовательность фазовых переходов (1), возникает необходимость в сравнении результатов (4) и (5) и выборе $v_1 \in V_1$ или $v_2 \in V_2$, при которых будет обеспечиваться в целом эффективная эксплуатация судна с минимальными последствиями от сопутствующих рисков.

3. Модель структуры предпочтений при разрешении проблемных ситуаций

В общем случае процесс формирования структуры предпочтений у ЛПР, обеспечивающей ему "правильное" сравнение результатов (4) и (5) при разрешении проблемных производственных ситуаций, можно иллюстрировать следующей схемой. Пусть результату y соответствует нечеткое событие A , определенное через функцию принадлежности, которую использует ЛПР для получения желательного результата $y \in Y(G)$. В этом случае величина y результата от разрешения проблемной ситуации является случайной величиной, распределение которой зависит от выбранных ЛПР намерений $u \in U$. Тогда множество состояний A_N можно заменить нечетким множеством $\mu_A(y) = \mu_A(y, y_0)$, а результат разрешения проблемной ситуации определить как нечеткое случайное событие (*Нечеткие множества...*, 1986).

Каждое намерение ЛПР $u \in U$ будет порождать нечеткое распределение вероятностей результата $y \in Y(G)$. Поэтому в качестве основы для функции сравнения (механизма сравнения) результатов $y \in Y(G)$ с последующим выбором управлений $v_1 \in V$ или $v_2 \in V$ для разрешения потока проблемных ситуаций можно использовать вероятность нечеткого случайного события, с общих позиций характеризующую функционирование структуры предпочтения ЛПР, записанную так:

$$P[\mu_A(y(u))] = \sum_{i=1}^k \mu_{A_i}(y_i) P_i(u), \quad (6)$$

а также математическое ожидание этого результата

$$M[Y(u, \lambda)] = \left[\sum_{i=1}^k y_i \mu_A(y_i) P(u) \right] / \left[\sum_{i=1}^k \mu_A(y_i) P_i(u) \right]. \quad (7)$$

Если далее использовать выражения (6) и (7), то "наилучшим" намерением U^* , которое должно возникать у ЛПР, сравнивающего результаты (4) и (5) и разрешающего поток проблемных ситуаций (1), следует считать:

$$U^* : \max M[Y(u, \lambda)],$$

где λ – фиксированный эквивалент субъективной вероятности, формирующий у ЛПР выбор "наилучшего" намерения, равный отношению:

$$\lambda = \mu_A(\lambda_i) / \sum_{i=1}^n \mu_A(\lambda_i).$$

Пусть далее последовательность (4) или (5) с учетом наилучшего намерения ЛПР, использования им структуры предпочтения и последующим выбором управляющих действий, разрешающих проблемные ситуации (2) превращается в последовательность согласованных и только различных результатов $y^*(G) \in Y(G)$. Тогда процесс разрешения потока проблемных ситуаций, представленный в виде последовательности фазовых переходов (1) при одновременном управлении судовой операцией по логической программе и управлении рисками, позволит найти величину общего результата, записанного как:

$$H: V \times A \rightarrow y^*(G) \rightarrow \max_{v_1 \in V_1} \min_{v_2 \in V_2} \quad (8)$$

и отвечающего условию эффективной эксплуатации судна с минимальными производственными потерями от рисков.

4. Заключение

Получить гарантированный результат (8) возможно лишь для такого судового специалиста (ЛПР), у которого существует готовность к минимизации количества ошибок сравнения результатов от разрешения проблемных ситуаций. Кроме того, результат разрешения потока проблемных ситуаций (8) можно получить лишь при различимости как состояний фазовых переходов, так и результатов $y^* \in Y(G)$, полученных с помощью выбранных управлений $v_1 \in V$ и $v_2 \in V$.

Литература

Нечеткие множества и теория возможностей. Пер. с англ., под ред. Ягера Р.Р. М., Радио и связь, 386 с., 1986.