

УДК 656.61.052

Критерий выбора оптимальной альтернативы по переводу судна из критического состояния в эксплуатационное

С.С. Лохов¹, С.И. Позняков², В.И. Меньшиков¹

¹ Судоводительский факультет МА МГТУ, кафедра судовождения

² Судоводительский факультет МА МГТУ, кафедра управления судном и промышленного рыболовства

Аннотация. Исследована процедура выбора оптимальной альтернативы по переводу судна из критического в эксплуатационное состояние с минимальными потерями (затратами). Показано, что выбор при однократном решении капитана с учетом имеющегося риска возможен, если существуют такие ограниченные вероятностные функции от затрат, для которых существует структура порядка. Наличие этих функций при бифуркации критического состояния организационно-технической системы позволяет выполнить такой перевод при минимальной вероятности максимальных потерь.

Abstract. In the paper the procedure of choosing the optimal alternative to the transfer of the vessel from a critical condition to an operational one with minimal losses (costs) has been suggested. It has been shown that the choice for a single decision of the captain accounting available risk is possible if there exist restricted probabilistic functions of the costs for which there is a structure of order. The presence of these functions at the bifurcation of the critical state of organizational and technical system allows to perform the transfer with minimal probability of maximum loss.

Ключевые слова: оптимальность, альтернатива, критическое состояние, эксплуатационное состояние, минимальность, потери
Key words: optimality, alternative, critical state, operational state, minimum, losses

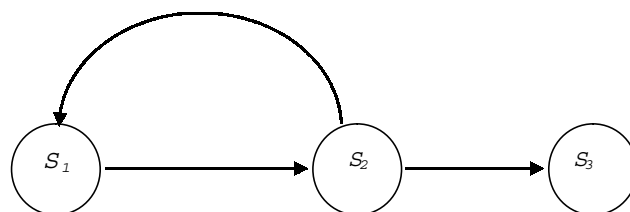
1. Введение

Борьбу с аварийностью по линии "человеческого фактора" необходимо вести на всех уровнях управленческой лестницы компаний. Ответственность за аварийность должна повышаться во всех звеньях аппарата управления и контроля. Вопросы повышения качества подготовки специалистов, ответственности за выдвижение, аттестацию кадров – насущные вопросы времени. Завеса "неуловимости и непостижимости" в "человеческом факторе" значительно разветвится, если перевести разговор в плоскость конкретных проблем. Можно найти "неуловимость и непостижимость" лишь в отдельных проявлениях, например, в том, что одни только принимают решения, а ответственность за неправильные волевые решения несут другие. Некоторые аварии созревают буквально в тиши кабинетов, закладываются в безответственных, незрелых проектах, в завышенных нормативах. Однако в рамках теории фазовых переходов развитие любой аварии можно представить как взаимосвязь трех основных состояний организационно-технической системы управления безопасностью мореплавания и составить модель этих взаимосвязей (Сарлаев и др., 2009).

В данной работе рассматривается один из наиболее общих подходов к составлению модели динамики аварии, причем в основу этого похода положена априорная гипотеза, в которой предполагается, что основными состояниями аварийной организационно-технической системы являются эксплуатационное и аварийное состояния, а критическое состояние является лишь переходным, обладающим свойством бифуркации.

2. Модель фазовых переходов состояний организационно-технической системы судна

Взаимосвязи эксплуатационного, критического и аварийного состояний организационно-технической системы несения вахты можно представить в виде направленного графа с циклической топологией $G_3(S, W)$, где S – вершины графа, а W – его ребра (рис.). Основным устойчивым состоянием, отвечающим условиям безопасной эксплуатации судна, является эксплуатационное состояние, совпадающее с вершиной графа S_1 . В этом состоянии действия факторов опасности не значительны и сбалансированы действиями организа-



ционно-технической системы на стадиях профилактики и предупреждения аварийности.

Если при выполнении судовых ключевых операций в организационно-технической системе факторы опасности создают реальную угрозу в эксплуатации судна, и действия таких факторов не могут быть сбалансированы на стадиях профилактики и предупреждения, то возникает не устойчивое (двойственное) критическое состояние, совпадающее с вершиной графа S_2 . Это состояние не устойчиво, поскольку, с одной стороны, способно при принятии организационно-технических мероприятий вернуться в устойчивое эксплуатационное состояние S_1 (критичность без последствий), а с другой стороны, когда принятые меры не адекватны действиям факторов опасности, превратится в аварийное состояние, совпадающее с вершиной графа S_3 (критичность с последствиями).

Сутью критического состояния организационно-технической системы несения вахты является то, что для этого состояния характерно реальное или кажущееся нарушение ее функционирования, а так же разрушение отдельных ее элементов. Естественно, что в случае кажущегося нарушения функционирования или кажущегося разрушения элементов организационно-технической системы возможно возвращение этой системы в эксплуатационное состояние, обеспечивающее безопасность судну.

При истинном разрушении элементов или истинном нарушении режима функционирования организационно-технической системы аварийное состояние судовой ключевой операции уже необратимо. Свойство необратимости и устойчивости истинного аварийного состояния судовой ключевой операции в эволюционной модели взаимосвязи (рис.) закреплено в вершине графа S_3 . В истинном аварийном состоянии организационно-техническая система обязана реагировать на разрушительные действия опасных факторов, но лишь в том плане, чтобы локализовать, а в последующем и минимизировать последствия от этих действий.

3. Выбор альтернативы минимизирующей вероятности больших затрат

Исходя из проблемы, возникающей при выборе и принятии однократных решений при риске, когда такой выбор приходится осуществлять исключительно среди альтернатив с потерями, целесообразно использование критерия выбора, который обеспечивал бы, насколько это возможно, уменьшение вероятностей возникновения больших потерь. В рамках данного подхода ниже дается решение задачи для случая, когда капитан судна (ЛПР) должен выбирать среди альтернатив вида (Кини, Райфа, 1981)

$$A_i = (l_{i1}, p_{i1}, \dots; l_{ij}, p_{ij}, \dots), i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (1)$$

где l_{ij} – величина потерь, возникающих при j -м исходе альтернативы A_i , p_{ij} – вероятность j -го исхода альтернативы A_i .

Наиболее полную информацию относительно вероятностей возникновения больших потерь может содержать функция, записанная так

$$p_i(l) = p(\xi_i \geq l),$$

где ξ_i – вероятностная переменная, выражающая величину потерь в случае реализации альтернативы A_i , а l – определенное значение величины потерь.

Уменьшение, насколько это возможно, вероятностей возникновения больших затрат можно осуществить в том случае, если капитан судна выбирает такую альтернативу A_i из (1), при которой было бы истинно следующее высказывание:

$$\forall l \in L \quad p(l) = \min_i p_i(l), \quad (2)$$

где L – область интересующих ЛПР значений l .

Для реализации критерия предположим, что вероятностные переменные, выражающие величину потерь в случае реализации альтернативы A_i , соответствуют следующим высказываниям:

$$\forall i, j \in I \quad (D_1(i, j) \vee D_2(i, j) \vee D_3(i, j)), \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} D_1(i, j): & \forall l \in L \text{ имеет место } p_i(l) \geq p_j(l), \\ D_2(i, j): & \forall l \in L \text{ имеет место } p_i(l) \leq p_j(l), \\ D_3(i, j): & \forall l \in L \text{ имеет место } p_i(l) = p_j(l). \end{aligned}$$

Тогда при выполнении условий (3) критерий (2) может быть преобразован так

$$\forall l \in L \quad p_0(l_i) = \min_i p_i(l), \quad (4)$$

а выбранная ЛППР альтернатива A_i является оптимальной.

Помимо требований, накладываемых на функцию $p_i(l)$, необходимых для реализации критерия (4), эта функция также должна отвечать условиям, вытекающим из ее определения, а именно:

$$0 \leq p_i(l) \leq 1 \quad (5)$$

и если $l_A > l_B$, то

$$p_i(l_A) \leq p_i(l_B). \quad (6)$$

Следовательно, критерий выбора наименее опасной и оптимальной альтернативы (4) в случае однократных решений при риске возможен, если существуют функции $p_i(l)$, которые удовлетворяют требованиям (3), (5) и (6). Тогда сформулируем условия, при которых возможно существование функций $p_i(l)$.

Исходя из достаточно общих соображений функции $p_i(l) = \pi(l, h_i)$, где h_i – величина параметра h , должны подчиняться следующим требованиям. Функции $p_i(l)$ должны принадлежать такому классу G определенных на оси l функций $\pi(l, h)$ с параметром h , при котором истинна дизъюнкция вида

$$F_1(\pi) \vee F_2(\pi),$$

где

$$\begin{aligned} F_1(\pi): \text{ если } h_a > h_b, \text{ то } \forall l \in L \quad \pi(l, h_a) \geq \pi(l, h_b), \\ F_2(\pi): \text{ если } h_a > h_b, \text{ то } \forall l \in L \quad \pi(l, h_a) \leq \pi(l, h_b). \end{aligned}$$

Кроме того, функции из класса G должны быть определены на интервале

$$0 \leq \pi(l, h) \leq 1,$$

так, чтобы при $l_a > l_b$ выполнялись условия:

$$\forall l \in L \quad \begin{aligned} \pi(l_a, h) \leq \pi(l_b, h) \\ \pi(l, h_i) - p_i(l) = \min_{h_i \in H} [\pi(l, h) - p_i(l)] \end{aligned}$$

если

$$H_i: \{h \mid \forall l_i \in L \quad \pi(l, h) \geq p_i(l)\}.$$

Выполнение первого требования является необходимым и достаточным условием истинности высказывания (3). Выполнение второго и третьего требований необходимо и достаточно для того, чтобы функция $p_i(l)$ обладала свойствами (5) и (6). При формулировке последнего требования было принято во внимание условия в (3).

4. Заключение

Выбор оптимальной альтернативы перевода судна из критического в эксплуатационное состояние при однократном решении капитана с учетом имеющегося риска возможен, если существуют такие ограниченные вероятностные функции от затрат, для которых существует структура порядка. Наличие этих функций при бифуркации критического состояния организационно-технической системы позволяет выполнить такой перевод при минимальной вероятности максимальных потерь.

Литература

- Кини П.Л., Райфа Х.** Принятие решения при многих критериях: предпочтения и замещения. М., Радио и связь, 285 с., 1981.
- Сарлаев В.Я., Анисимов А.Н., Меньшиков В.И.** Эксплуатация добывающего судна в навигационно-промысловых структурах. Под общ. ред. В.И. Меньшикова. Мурманск, МГТУ, 175 с., 2009.