

УДК 656.611.2.071.3 : 639.2.06

Адекватность ресурсов и управляющих действий в структурах безопасной эксплуатации судна

В.Я. Сарлаев, В.И. Меньшиков, И.С. Кузьминых

Судоводительский факультет МА МГТУ, кафедра судовождения

Аннотация. Введено понятие состояния способности управленческого ресурса и показаны условия, при которых в структурах эксплуатации судна управляющие действия по поддержанию состояния безопасности адекватны ресурсам, оптимально выбираемым по стоимостному критерию.

Abstract. The concept of state of administrative resource capability has been introduced in the paper. The conditions when control actions in the structures of ship safety operation are suitable to the resources selected according to a cost criterion have been shown.

1. Введение

Анализ деятельности компаний в области управления безопасной эксплуатацией судов показывает, что всестороннее внедрение такого целевого инструмента, как Международный Кодекс управления безопасностью (МКУБ), невозможно без выделения адекватного управленческого ресурса, включающего три основные компоненты – техническую, организационную и социальную. Но на практике администрации компаний еще достаточно часто прибегают к "ресурсосберегающим технологиям" как в части определения, так и в части использования ресурса в системах управления безопасной эксплуатацией судов (СМБ). По результатам исследований, выполненных в рамках проекта IRMETS (Логиновский, 2006), можно сделать вывод, что даже при целостности и достаточности нормативной базы судоходной компании выполнение "конвенционных работ", связанных с обеспечением безопасной эксплуатации судна, осуществляется при недостаточности управленческого ресурса. Поэтому для обеспечения баланса между требованиями к ресурсу и его выделяемым объемом в работе (Логиновский, 2006) рекомендуется использовать концепцию "минимальной избыточности", которая и может быть положена в основу "ресурсосберегающих технологий".

Однако при использовании концепции "минимальной избыточности" необходимо учитывать, что влияние этой концепции по-разному будет сказываться на различных компонентах управленческого ресурса. Так, минимальная избыточность технической компоненты ресурса при правильной реализации политики резервирования будет положительно сказываться на процессе поддержания состояния безопасной эксплуатации судна. Однако даже минимальная избыточность организационной компоненты будет порождать состояние способности СМБ к "перерегулированию" (Логиновский, 2006), которое эквивалентно нарушению целостности нормативно-правовой базы СМБ. Поэтому целесообразно при определении отношения адекватности между ресурсом и мероприятиями по минимизации рисков привлекать не концепцию "минимальной избыточности", а ее более обобщенный аналог – концепцию "минимальной способности" управляющего ресурса. Она позволит практически реализовать принцип формальной оценки безопасности (ФОб), сформулированный Международной Морской Организацией (ИМО) и связывающий целесообразные меры по управлению риском в опасных ситуациях с адекватными ресурсными возможностями.

2. Общий принцип адекватности управлений и ресурсов в структурах управления безопасной эксплуатацией судов

Действительно, любой проект безопасной судовой ключевой операции $P_m \in P$, при $m = 1, M$, в соответствии с принципами ФОб должен включать в себя управленческий ресурс, который обязан обладать свойством слабой непротиворечивости состояний способности, определенных с помощью бинарного отношения включения

$$R_1 \subset R_2 \subset R_3 \subset \dots \subset R_L \subset R,$$

причем P – множество проектов судовой ключевой операции; M – показатель мощность множества проектов; R – множество состояний способности ресурса, $R_L \subset R$ – подмножество состояний способностей ресурса, а L – показатель его мощности.

Зафиксируем подмножество допустимых состояний управлений U_j , для чего зададим множество этих состояний U так, чтобы $U_j \subset U_L \subset U$, где j – показатель промежуточной мощности множества, лежащей в пределах L . Заданные подмножества допустимых управлений необходимы для реального воздействия на систему при обеспечении поддержания безопасного уровня эксплуатации судна,

отвечающего проекту Π_m судовой ключевой операции. Если любые состояния $R_j \subseteq R_L$ и $U_j \subseteq U_L$, запрашиваемые по результатам внутренних и внешних проверок и, соответственно, выбираемые для безопасного выполнения судовой ключевой операции Π_m , отвечают условиям

$$\begin{aligned} R_j \subseteq R_j \text{ и } U_j \subseteq U_j \text{ (неизменности);} \\ R_j \subseteq U_j \text{ и } U_j \subseteq R_j \text{ (симметрии),} \end{aligned}$$

то записанные бинарные отношения будут обеспечивать следующее отношение тождества

$$R_j = U_j.$$

Подтвердить полученное тождество можно на нескольких уровнях. Если, например, зафиксировать подтверждение этого тождества отношением адекватности, то для этого достаточно лишь руководствоваться достаточно простым условием. Отношение адекватности между состояниями подмножества допустимых управлений U_j , и состояниями подмножества способностей управленческого ресурса R_j будет существовать только тогда, когда соответствующая им пара соизмеримых параметров (концепция ФОБ), заданная в виде $(\mathbf{u}_{jk}, \mathbf{r}_{jk})$, $k=1 \dots K$ будет лежать в некотором K -размерном сфероиде V с полудиаметром ε_k

$$R_j = U_j, \text{ для } \forall (\mathbf{u}_{jk}, \mathbf{r}_{jk}) \in V, k = 1, K, \quad (1)$$

где полудиаметр ε_k определяется системой интервалов, задаваемой конвенционными документами.

Полученное условие (1) будет обеспечивать динамический баланс между требованиями к состоянию эксплуатации судна и выделяемыми управленческими ресурсами или, иными словами, взвешенное соотношение между безопасной эксплуатацией и экономической эффективностью. Причем при реализации условия (1), как было отмечено выше, \mathbf{u}_{jk} определяется по результатам внутренних и внешних проверок СМБ, в \mathbf{r}_{jk} выбирается лицом, которое в СМБ принимает решения так, чтобы всегда выполнялось условие (1). Такая последовательность в организации отношения адекватности между управлением и ресурсом является обязательным и отражает принцип: экономическая эффективность ограничена рамками безопасной эксплуатации судов.

Однако практически реализовать отношение (1) между множеством управлений и множеством состояний способности, отражающих ресурсные возможности судна, достаточно сложно. Поэтому при выборе управленческого ресурса с состоянием способности R_j , который необходим для безопасного выполнения судовой ключевой операции, целесообразнее решать покомпонентную оптимизационную задачу рационального выделения такого ресурса, ориентируясь, например, на стоимостные показатели параметров состояния способности R_j .

3. Вариант взаимосвязи состояния способности ресурса и его стоимости

Для того, чтобы иметь возможность решать подобную задачу формализованными методами, необходимо выявить и математически смоделировать взаимосвязь между состоянием способности R_j управленческого ресурса, необходимого для безопасного выполнения судовой ключевой операции, и его состоянием стоимости s_j . Если учесть, что параметры состояния способности R_j управленческого ресурса являются сложной функцией значительного числа экономических переменных, то выявление подобной зависимости обычно встречает достаточно существенные трудности. В явном виде выделить такую взаимосвязь можно в крайне ограниченном числе случаев, и лишь, например, тогда, когда параметры пары (R_j, s_j) остаются примерно неизменными или же меняются, но по известному закону. В общем случае возможным путем определения взаимосвязи может быть сбор, обработка и анализ большого количества статистических данных, позволяющих выявить хотя бы характер такой взаимосвязи. Однако вполне допустим и еще один вариант определения взаимосвязи в паре (R_j, s_j) – гипотетический, основанный на привлечении очевидных допущений. В качестве таких очевидных допущений далее будем использовать следующие предположения:

- для выполнения в рамках безопасной эксплуатации любой физически реализуемой судовой ключевой операции любая компонента управленческого ресурса, обладает состоянием способности с минимальным параметром r_{\min} ;
- по мере приближения параметра состояния способности к минимальному значению r_{\min} стоимость компоненты ресурса s возрастает.

При этих допущениях выражение, связывающее параметр состояния способности ресурса и стоимость этого ресурса, может быть записано так:

$$s = s_0 + a \ln [(r_0 - r_{\min}) / (r_j - r_{\min})], \quad (2)$$

где r_0 и s_0 – величины исходного параметра состояния способности управленческого ресурса, необходимого для обеспечения безопасной эксплуатации судна, и исходной стоимости этого ресурса соответственно, a – эмпирический коэффициент, эквивалентный постоянной времени для временных процессов.

Если исходное r_0 и требуемое r значения параметра состояния способности значительно больше r_{\min} , что должно быть справедливым для реально решаемых задач, то взаимосвязь (2) несколько упрощается:

$$s = s_0 + a \ln (r_0 / r). \quad (3)$$

Для решения задачи по адекватному выделению управленческого ресурса для безопасного выполнения судовой ключевой операции в рамках ее реализуемого проекта Π_m будем оптимизировать функционал вида

$$C = \sum_{j=1}^N [s'(r_j) + s''(r_j)], \quad (4)$$

где C – общие затраты на поддержание состояния безопасной эксплуатации судна; $s'(r_j)$ – затраты компании при выделении судну ресурса с параметром состояния способности r_j ; $s''(r_j)$ – потери компании при авариях и аварийных случаях, связанных с недостаточным обеспечением судна управленческим ресурсом, N – число компонент, образующих общую стоимость управленческого ресурса s , выделяемого судну.

Следует обратить внимание, что при составлении функционала (4) можно привлечь допущение, которое способно существенно упростить сам процесс составления этого функционала. Для этого достаточно принять, что общие потери компании в системе менеджмента безопасной эксплуатацией судна будут пропорциональны состоянию способности управленческого ресурса

$$s''(\langle r \rangle) = C_0 \langle r \rangle,$$

где C_0 – некоторый коэффициент, связывающий потери компании с состоянием способности ресурса, характеризуемого средним по компонентам значением $\langle r \rangle$.

Если осредненный по всем компонентам параметр состояния способности ресурса r_T представить как взвешенную сумму параметров состояния способности ресурса по отдельным компонентам r_j , то его можно найти так:

$$\langle r \rangle = \sum_{j=1}^N h_j r_j,$$

а, следовательно, и общие осредненные потери компании будут определяться следующим образом

$$s''(\langle r \rangle) = C_0 \sum_{j=1}^N h_j r_j = \sum_{j=1}^N b_j r_j, \quad (5)$$

где h_j – коэффициент влияния i -ой компоненты состояния способности ресурса на общее состояние управленческого ресурса системы менеджмента безопасной эксплуатации судна, а $b_j = C_0 h_j$.

4. Выбор ресурса с оптимальным состоянием способности по критерию стоимости

Рассмотрим два возможных варианта выбора оптимального управленческого ресурса. В первом варианте выбора будем считать, что затраты на приобретение судовой компанией управленческого ресурса не ограничены. При неограниченности затрат условие (4) с учетом упрощенного вида взаимосвязи (3) можно записать так:

$$\min C = \min \sum_{j=1}^N [s_0 + a_j \ln(r_{0j} / r_j) + b_j r_j], \quad (6)$$

причем оптимальный параметр состояния способности управленческого ресурса, минимизирующий выражение (6), равен

$$r_j^* = a_j / b_j. \quad (7)$$

Полученное выражение (7) имеет явный физический смысл: чем быстрее увеличиваются затраты по отдельным компонентам состояния способности ресурса и чем меньше потери за счет некомпенсированных несоответствий, тем больше допустимые значения принимают компоненты состояния способности выбираемого ресурса.

Во втором варианте выбора состояния способности ресурса примем, что при обеспечении судна этим ресурсом судовладелец вводит ограничения на затраты при его приобретении. Естественно, затраты не могут превышать определенного значения, которое обозначим через $s'_{\text{пр}}$, т.е. далее будем считать, что при выборе управленческого ресурса существует ограничение на затраты

$$\sum_{j=1}^N s'(r_j) \leq s'_{\text{пр}}.$$

Введенное ограничение позволяет задачу оптимального выбора параметра состояния способности ресурса, направляемого на поддержание состояния безопасной эксплуатации судна, решать известным методом неопределенных множителей Лагранжа. Функция Лагранжа при этом имеет вид

$$F(C) = \sum_{j=1}^N s''(r_j) + \theta [\sum_{j=1}^N s'(r_j) - s'_{\text{пр}}],$$

где θ – неопределенный множитель Лагранжа.

Если далее исходить из того, что потери $s''(r_j)$, в соответствии с выражением (5) и дополнительном учете соотношения (3), для каждой компоненты состояния способности ресурса, то эти потери могут быть представлены следующим выражением

$$s''(r_j) = b_j r_j = b_j \exp [(s''_{0j} - s''(r_j)) / a_j].$$

Вводя полученное выше выражение в функцию Лагранжа, получим

$$F(C) = \sum_{j=1}^N b_j \exp [(s''_{0j} - s''(r_j)) / a_j] + \theta [\sum_{j=1}^N s'(r_j) - s'_{\text{пр}}], \quad (8)$$

а оптимальные значения затрат $s'(r_j)$, покомпонентно минимизирующие выражение (8), можно определить из уравнения

$$\partial F(C) / \partial s'(r_j) = 0 \quad (9)$$

и записать их так

$$s'^*(r_j) = s_{0j} - a_j \ln[(\theta a_j) / (b_j r_{0j})]. \quad (10)$$

Неопределенный множитель Лагранжа находится из условия

$$\sum_{j=1}^N s'^*(r_j) = \sum_{j=1}^N [s_{0j} - a_j \ln(\theta a_j / b_j r_{0j})] = s'_{\text{пр}},$$

а окончательное решение уравнения (9) записывается следующим образом:

$$s'^*(r_j) = s_{0j} + a_j [s'_{\text{пр}} - \sum_{j=1}^N s_{0j} + \sum_{j=1}^N a_j \ln(a_j / (b_j r_{0j}))] / \sum_{j=1}^N a_j - a_j \ln(a_j / (b_j r_{0j})). \quad (11)$$

Тогда оптимальные компоненты состояния способности управленческого ресурса, соответствующим затратам $s'^*(r_j)$ равны

$$r_j^{**} = r_{0j} \exp \{(s_{0j} - s'^*(r_j)) / a_j\} = (a_j / b_j) \exp \{[s'_{\text{пр}} - \sum_{j=1}^N s_{0j} + \sum_{j=1}^N a_j \ln(a_j / b_j r_{0j})] / \sum_{j=1}^N a_j\}. \quad (12)$$

Оценим необходимые затраты судоходной компании на устранение несоответствий при использовании на судне оптимального значения управленческого ресурса (7). Для этой цели достаточно приравнять показатель экспоненты в (12) нулю, т.е.

$$r_j^{**} = r_j^* = a_j / b_j,$$

при

$$s'_{\text{пр}} - \sum_{j=1}^N s_{0j} + \sum_{j=1}^N a_j \ln(a_j / b_j r_{0j}) = 0,$$

или

$$s'_{\text{пр. опт}} = \sum_{j=1}^N [s_{0j} + a_j \ln(a_j / b_j r_{0j})]. \quad (13)$$

Выражение (13) означает, что требуемые затраты в этом случае складываются из оптимальных затрат, определяемых согласно выражению (10), при равенстве $\theta = 1$. Полученный результат вполне очевиден.

5. Заключение

Полученные соотношения (7) и (12) позволяют осуществить ориентировочное выделение допустимого управленческого ресурса по его отдельным компонентам. В случае, когда затраты на повышение эффективности управления состоянием эксплуатации не оговариваются, используется выражение (7), а когда эти затраты ограничены определенным значением, – выражение (12).

Для выполнения практических расчетов необходимо знать параметры модели b_j , a_j , S_{0j} , s_{0j} , причем параметр b_j может быть найден расчетным путем, а параметры a_j , S_{0j} , s_{0j} определяются только экспериментальным путем по результатам эксплуатации однотипных судов в компании.

Литература

Логиновский В.А. Ресурсы и безопасность на море. *Эксплуатация водного транспорта*, вып.46, с.17-19, 2006.