

УДК 656.611.2.071.3 : 639.2.06

Целостность систем эксплуатации судов компании с минимизацией избыточности ресурса

Б.Л. Тропин, А.С. Кузьминых, В.И. Меньшиков

Судоводительский факультет МА МГТУ, кафедра судовождения

Аннотация. Сформулированы условия целостности систем эксплуатации судов на глобальном и локальном уровне, дополнительно учитывающие минимизацию избыточности управляющего ресурса.

Abstract. The conditions of the integrity of ship operation systems at global and local levels have been determined. The minimization of the management resource redundancy has been taken into account in addition.

1. Введение

Комитеты морской безопасности и защиты морской окружающей среды при Международной Морской Организации (ИМО) в 1997 году одобрили Временное руководство по применению концепции Формальной оценки безопасности (ФОБ). Целью данной концепции является обеспечение безопасной эксплуатации судна, включающей защиту жизни и здоровья людей, морской окружающей среды и собственности. Концепция формальной оценки безопасности проявляется в рациональной и систематизированной деятельности по определению рисков, связанных с судоходством, и сравнительной оценке стоимости вариантов снижения этих рисков. Философия формальной оценки безопасности заключается в том, что она может использоваться как эффективное средство принятия решений о потенциальной опасности до возникновения аварии. ИМО рекомендует формальную оценку безопасности в качестве руководства не только по оценке, но и по управлению безопасностью на морском флоте. По заявлению ИМО, это руководство будет временным до тех пор, пока не накопится достаточно опыта по применению методов оценки рисков.

Процесс оценки безопасности начинается с определения ответственности за принятие решений, сущности проблемы и граничных условий этой проблемы. Для реализации процесса оценки необходимо, чтобы характеристика опасностей и рисков производилась качественно и количественно, имела описание и математическую зависимость, включала данные, необходимые для всестороннего ранжирования вариантов снижения рисков.

Анализ деятельности компаний в области менеджмента безопасной эксплуатацией судов показывает, что всестороннее внедрение такого целевого инструмента, как Международный Кодекс управления безопасностью (МКУБ), невозможно без выделения адекватного управленческого ресурса, включающего три основных компонента – техническую, организационную и социальную. Однако на практике администрации компаний еще достаточно часто прибегают к "ресурсосберегающим технологиям" как в части определения, так и в части использования ресурса в системах менеджмента безопасной эксплуатации судов (СМБ). По результатам исследований, выполненных в рамках проекта IRMETS (*Логиновский, 2006*), можно сделать вывод о том, 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 обычно рекомендуется (*Логиновский, 2006*) использовать концепцию "минимальной избыточности", которая закреплена в ФОБ и может быть положена в основу "ресурсосберегающих технологий" управления состоянием безопасности судов.

2. Описание алгоритма формальной оценки безопасности (ФОБ)

Алгоритм ФОБ включает в себя пять циклически взаимосвязанных этапов. Целью реализации первого этапа алгоритма является установление всевозможных функциональных отказов, их сравнительный анализ и определение приоритетов по степени тяжести последствий. Рассмотрение этих отказов позволяет составить список возможных опасностей по приоритетам. На втором этапе алгоритма осуществляется оценка степени риска идентифицированных опасностей. Оценка степени риска производится с целью выделения областей высокого риска и определения факторов, которые влияют на его уровень. Количественные оценки степени рисков основаны на использовании статистики: частоты или вероятности аварий по их видам, результатов или тяжести последствий аварий, анализа рисков с

учетом тяжести последствий аварий, что и дает возможность выделить максимальный риск. В результате выполнения второго этапа производится оценка уровня и приемлемости рисков в зависимости от поставленных целей. Существует три уровня риска: недопустимый, практически приемлемый и незначительный. Для демонстрации механизма распределения рисков и различных видов аварий рекомендуется строить дерево развития рисков в соответствии со списком опасностей по приоритетам. На третьем этапе алгоритма выполняется выбор управления риском. Целью этого этапа является выбор способа управления риском на основе сравнительного анализа областей риска, подлежащих управлению, и мер или методов снижения потенциальных рисков, подходов к выбору способов управления рисками, чтобы не допустить возникновения и интенсификации аварийных ситуаций. Процесс управления рисками ориентируется на решение задач сохранения жизни и здоровья людей, обеспечения бизнеса и защиты окружающей среды. При этом случаи с недопустимым уровнем риска рассматриваются в первую очередь. Риски с наибольшей вероятностью имеют приоритет независимо от серьезности исходов. С другой стороны, риски с серьезными последствиями подлежат рассмотрению независимо от степени вероятности. В результате реализации третьего этапа алгоритма может возникнуть необходимость возврата ко второму этапу для более эффективной оценки степени риска. На четвертом этапе реализации алгоритма ФОБ осуществляется оценка затрат и пользы. Целью четвертого этапа является определение полезности и затрат, связанных с применением каждого способа управления риском, выбранного на третьем этапе. Эта оценка может включать в себя следующие шаги: анализ полученных на втором этапе результатов оценки степени рисков по значениям частот и последствиям, предварительное ранжирование полученных на третьем этапе способов управления рисками, оценку стоимости затрат и полезности по всем выбранным способам управления рисками, сравнительный анализ экономической эффективности способов управления рисками. Пятым этапом алгоритма является разработка рекомендаций по принятию решений. Рекомендации основываются на сравнительном анализе и ранжировании опасностей и их причин, способов управления рисками. Результатом выполнения последнего этапа алгоритма должен стать выбор способа управления, который обеспечит минимальный реализуемый уровень риска.

3. Целостность СМБ при реализации в ней алгоритма ФОБ

Любой проект безопасной судовой ключевой операции, в соответствии с принципами ФОБ, должен включать в себя адекватный управлению ресурс, элементы которого обязаны обладать отношением слабой непротиворечивости состояний способности (Сарлаев и др., 2007). Однако практически реализовать отношение адекватности между множеством управлений и множеством состояний способности управленческого ресурса, связанных отношением слабой непротиворечивости, достаточно сложно. Поэтому при выборе ресурса, который необходим для безопасного выполнения судовой ключевой операции, целесообразнее решать покомпонентную оптимизационную задачу рационального выделения ресурса, ориентируясь, например, на стоимость идентификации и классификации степени рисков.

Если учитывать принцип "минимальной избыточности", то можно представить технологию идентификации и классификации степени рисков T в СМБ, как отображение, записанное так

$$T: U \times R \times G, \quad (1)$$

где U – планируемая технологическая деятельность по идентификации и классификации рисков; R – цель технологий по идентификации и классификации рисков; G – ресурсы, необходимые для выполнения технологической деятельности.

Одним из наиболее часто встречающихся вариантов построения ресурсосберегающей технологии (1) является равномерное распределение финансовых, материальных и кадровых ресурсов по всем объектам СМБ, несущим риски при эксплуатации судов. Такой вариант позволяет максимизировать уровень безопасности эксплуатации отдельных судов. Однако при этом общий уровень безопасности в судоходной компании не может быть максимальным. Следует кумулятивно (направленно) расходовать средства в самых опасных местах, тогда эффект может быть максимальным. Для системы управления безопасной эксплуатацией судов кумулятивность расходования средств (управленческого ресурса) следует, в первую очередь, связывать с согласованностью (целостностью) взаимодействий объектов (отделов и судов), входящих в структуру СМБ при реализации алгоритма ФОБ. Согласованность объектов и СМБ в целом при реализации в ней технологии (1) должна являться одним из наиболее важных системных свойств.

Пусть согласованность взаимодействий объектов в СМБ при реализации в ней алгоритма ФОБ характеризуется функцией:

$$f_b: C \rightarrow \{0, 1\}, \quad (2)$$

где C – множество возможных состояний системы менеджмента безопасной эксплуатацией судов компании, а f_b – функция выбора.

Тогда для определения значений функции (2) достаточно найти ее проекцию на подмножество возможных состояний системы $C_x \subset C$, получаемых в результате реализации технологии T , и связать эту проекцию с деятельностью объекта $S_x \in S$ из состава СМБ, который участвует в идентификации и классификации рисков. В формальной постановке такую операцию можно записать так:

$$f_b^x = [f_b \downarrow S_x] : C_x \rightarrow \{0, 1\}. \quad (3)$$

Пусть далее состояние СМБ определяется параметрами, которые являются элементами пересечения $S_x \cap S_y$ деятельности двух смежных объектов СМБ, охваченных реализацией технологии (1). Это допущение с учетом выражения (3) позволяет составить условие локальной согласованности объектов СМБ в следующем виде:

$$[f_b^x \downarrow S_x \cap S_y] = [f_b^y \downarrow S_x \cap S_y]. \quad (4)$$

Естественно, что в реальных условиях не совсем приемлемо ожидать полную локальную согласованность (4) между объектами системы менеджмента безопасной эксплуатацией судов. В большинстве случаев модели современных СМБ и модели ее объектов (отделы, суда) являются максимально детерминированными и максимально негибкими. Поэтому для оценки локальной согласованности (целостности) объектов СМБ при реализации в них технологий (1) целесообразнее предложить вместо выражения (4) условие, записанное так

$$[f_b^x \downarrow S_x \cap S_y] - [f_b^y \downarrow S_x \cap S_y] = \Delta(x, y) \leq \Delta_{ad}, \quad (5)$$

где Δ_{ad} – допустимая по некоторому критерию несогласованность объектов при функционировании СМБ.

Степень локальной согласованности отдельных объектов СМБ $\omega_x(x, x^*)$ при выполнении условия (5) будем определять с помощью характеристической функции, заданной следующим образом:

$$\omega_x(x, x^*) = (\Delta(x, x_{max}) - \Delta(x, x^*)) / \Delta(x, x_{max}), \quad (6)$$

где $\Delta(x, x_{max})$, $\Delta(x, x^*)$ – метрики максимальной и имеющейся в данный момент рассогласованности между объектами, а x_{max} – максимально рассогласованный по отношению к цели управления объект СМБ.

Выражение (6) показывает, что локальная согласованность (целостность) СМБ может быть достигнута путем изменения параметров объектов или их взаимосвязей в системе, реструктуризацией самих объектов или добавлением промежуточных объектов, а также за счет организации дополнительных информационных и силовых связей.

Глобальная согласованность (целостность) СМБ, в отличие от локальной согласованности, на практике обеспечивается за счет единства цели управления состоянием эксплуатации судов компании. В качестве характеристики глобальной согласованности системы можно использовать функцию

$$\omega : X \times X \rightarrow [0, 1],$$

где X – множество объектов, составляющих СМБ и объединенных единством цели управления, а $\omega(x, x^*)$ – функция, определяющая степень соответствия между эксплуатируемой системой $x \in X$ и стандартной системой $x^* \in X$, заданной нормативными документами.

Функцию согласованности конкретной системы x можно заменить относительной метрикой между идеальной системой и наихудшей системой в заданном множестве таких систем, например, так

$$\omega(x, x^*) = 1 - (\Delta(x, x^*) / (\Delta_m(x, y))),$$

где

$$\Delta_m(x, y) = \max_{x, y \in X} \Delta(x, y).$$

Таким образом, глобальная согласованность, в отличие от локальной согласованности, требует изменения структуры СМБ (полной реструктуризации) или коррекции взаимодействий отдельных объектов системы с последующим их локальным согласованием.

4. Ресурсосбережения при реализации этапов алгоритма формальной оценки безопасности

При определении общего управленческого ресурса можно выделить две значимых статьи расходов. Первая статья – это расходы ресурса на внутренний и внешний аудит СМБ. Второй статьёй расходов являются средства, выделяемые на повышение безопасности эксплуатации судов. Например, в ряде судоходных компаний существует практика материального поощрения за обнаружение потенциальных опасностей. Эти две статьи достаточно противоречивы, поскольку уменьшение ресурса

на получение информации о потенциальных опасностях (затраты на аудиты) ведет к неизбежному увеличению расходов на повышение уровня безопасности. Однако такое увеличение не гарантирует, что не могут появиться большие потери от необнаруженной опасности. Следовательно, организовав в СМБ и ее объектах технологию вида (1), необходимо вместе с контролем локальной и глобальной целостности предусмотреть оптимизацию суммарных затрат:

$$\sum_{i=1}^N [f_i + J(f_i)] \rightarrow \min, \quad (7)$$

где N – количество опасных объектов, f_i – текущие затраты на все виды аудита, $J(f_i)$ – потери от необнаруженной опасной ситуации при некачественном аудите.

При известной зависимости потерь от качества аудита (затрат на него), ограничениях, налагаемых свойствами опасного объекта $f_i \in F$, а также коэффициентах ранжирования опасностей минимизацией критерия (7), можно оптимально перераспределить выделяемые ресурсы по статьям.

Если из общей суммы ресурсов, выделяемых на повышение уровня безопасности, вычесть затраты, направляемые на осуществление экспертизы, то можно получить количество ресурса, который следует направить на технологии вида (1), снижающие риск аварий. Более того, распределение ресурса по опасным объектам СМБ также может быть оптимизировано. Для этого необходимо минимизировать критерий

$$\sum_{i=1}^N [m_i + J(m_i)] \rightarrow \min, \quad (8)$$

где m_i – затраты на повышение безопасности эксплуатации отдельных объектов СМБ, а $J(m_i)$ – потери от выбора не лучшей технологии (из-за недостатка средств).

При известных зависимости потерь от эффективности технологии, ограничениях, налагаемых на опасный объект $m_i = M_i$, коэффициентах ранжирования опасностей минимизацией критерия (8), можно оптимально распределить выделяемые на обеспечение безопасности управленческие ресурсы.

4. Заключение

Для систем управления безопасной эксплуатацией судов кумулятивность расходования средств (управленческого ресурса) следует, в первую очередь, связывать с локальной и глобальной согласованностью (целостностью) объектов СМБ и самой системы в целом.

Локальная согласованность объектов СМБ может быть достигнута путем изменения параметров объектов или их взаимосвязей в системе, реструктуризацией самих объектов или добавлением промежуточных объектов, а также за счет организации дополнительных информационных и силовых связей.

Глобальная согласованность, в отличие от локальной согласованности, требует изменения структуры СМБ (полной реструктуризации) или коррекции взаимодействий отдельных объектов системы с последующим их локальным согласованием.

При известных зависимостях потерь от качества аудита и от эффективности технологии, ограничениях, налагаемых свойствами опасного объекта, а также коэффициентах ранжирования опасностей можно оптимально распределить или перераспределить выделенные управленческие ресурсы.

Литература

- Логинковский В.А. Ресурсы и безопасность на море. *Эксплуатация водного транспорта*, вып. 46, с.17-19, 2006.
- Сарлаев В.Я., Меньшиков В.И., Кузьминых И.С. Особенности поддержания адекватности между ресурсами и управлениями в структурах безопасной эксплуатации судна. *Вестник МГТУ*, т.10, № 4, с.600-603, 2007.