

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ (РЕСУРСНЫЕ) РИСКИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СОСТОЯНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДНА

Кукуи Фирмин Дживо

*Кандидат технических наук, Ведущий инженер управления по
транспортной логистике ООО «Газпром нефть шельф» Россия, г. Мурманск*

TECHNOLOGICAL (RESOURCE) RISKS IN MANAGING THE SHIP'S OPERATION STATUS

Kukui Firmin Dzhivo

*Candidat of technical sciences, Leading engineer of transport logistics
Department LLC "Gazprom neft shelf" Russia*

Аннотация

В статье рассматриваются возможности планирования технологических процессов управления состоянием эксплуатации судна, с привлечением гипотезы о существовании отношения квазитранзитивности меры производственного риска на множестве пространственно-временных координат технологического процесса. Поэтому возникла необходимость в разработке моделей технологий управления при функционировании системы управления безопасностью (СУБ) судна. Для разработки математических моделей использованы, общеизвестны в теории вероятности и математической статистике методы. Показано, что Риски от применения технологий управления состоянием эксплуатации судна не обеспеченных ресурсом существуют, как объективная реальность.

Abstract

The article deals with the possibility of planning technological processes management of the ship's operation status, with the involvement of the hypothesis of the existence of the quasitransitivity of the measure of production risk on the set of space-time coordinates of the process. Therefore, there was a need to develop models of the management technologies of ship operation in functioning of the ship safety management system (SMS). For the development of mathematical models, the well-known in the theory of probability and mathematical statistics methods are used. It is shown that the risks from the application of the ship's management technologies operation status are not provided with the resource exist as an objective reality.

Ключевые слова: технологические риски, управление состоянием эксплуатации судна, планирование.

Key words: technological risks, ship status operation management, planing.

Одной из задач, решаемых при анализе аварий и аварийных случаев, выполняемом в рамках "Положения о порядке классификации, расследования и

учета аварийных случаев с судами", является формирование выводов о правильности и эффективности реакции системы управления состоянием эксплуатации судна на разрушительные воздействия реализующихся опасностей [3]. При этом аварию или аварийный случай не следует рассматривать как одноразовое событие, поскольку такой подход не способствует выявлению причинно-следственной взаимосвязи действий и событий, которые в конечном итоге приводят как к материальным потерям, так и к другим нежелательным последствиям. Поэтому возникает необходимость в разработке моделей технологий управления при функционировании системы управления безопасностью (СУБ) судна, которые могут быть составлены в виде последовательных временных диаграмм.

В качестве допущений, определяющих особенности построения моделей движения состояний технологического процесса управления эксплуатацией судна, будем использовать следующие предположения:

- опасные факторы, способствующие ошибкам "человеческого элемента", отказам технических и сбоям организационных средств, а также отказам средств диагностики, существуют постоянно, а их природа, характер и интенсивность воздействия могут варьироваться в зависимости от конкретных обстоятельств эксплуатации судна;

- нормальным состоянием управления СУБ является эксплуатационное состояние, которое устойчиво к воздействию опасных факторов, уравновешиваемому адекватными реакциями системы;

- выход СУБ из устойчивого состояния может быть обусловлен ошибками "человеческого элемента", отказом технической или сбоем организационной подсистемы либо снижением защитных функций средств технической и организационной диагностики.

Введенные выше допущения и элементы математической логики позволяют составить в рамках ассоциативно-структурного подхода эволюционные модели критического и аварийного состояний технологического процесса управления эксплуатацией судна.

Введенная в работе [4] мера производственного риска $R(G - E)$ позволяет не только учитывать производственные риски при планировании технологии управления с целью их минимизации, но и исследовать их в рамках структуры ζ , заданной тройкой (T, H, R) , где $T \times H$ – множества пространственно-временных координат производственного риска; R – мера этого риска. В рамках такой структуры можно выделить три наиболее характерные особенности меры производственного риска в пространственно-временных координатах и соответственно рассмотреть три варианта гарантированного планирования технологии управления.

Первой и наиболее часто учитываемой особенностью меры производственного риска является ее транзитивность на множестве пространственно-временных координат. При таком допущении мера

производственного риска $R(G - E)$ в силу эргодичности по Биргофу технологического процесса (технологии управления) фиксирована на всей пространственно-временной области $T \times H$. Рекомендации и предложения по использованию отношения транзитивности меры риска, например величины кратчайшей дистанции сближения с опасностью, достаточно полно изложены в работе [2].

Второй особенностью меры производственного риска и множества пространственно-временных координат технологии управления $T \times H$ является допущение об эргодичности технологического процесса, фиксированное с помощью "хорошо" определенного значения (эргодичность по Боголюбову). В эргодических по Боголюбову технологических процессах при определении характера взаимодействия меры производственного риска и множества пространственно-временных координат структуры (T, H, R) следует ориентироваться на отношение квазитранзитивности. Теоретические основы использования меры производственного риска при отношении квазитранзитивности на множестве пространственно-временных координат технологии управления сформулированы в работе [7].

Третьей особенностью меры производственного риска и множества пространственно-временных координат технологического процесса $T \times H$ является отсутствие отношения транзитивности между ними. Такое представление характера взаимодействия меры производственного риска и множества пространственно-временных координат технологического процесса управления ранее не учитывалось при гарантированном планировании. Поэтому остановимся только на планировании технологических процессов управления состоянием эксплуатации судна в соответствии с допущением о существовании отношения квазитранзитивности меры производственного риска на множестве пространственно-временных координат технологического процесса.

С математической точки зрения планирование технологического процесса управления может являться задачей расширенного синтеза [6]. Обычная задача синтеза состоит в том, что при заданной структуре

$$\eta = (P, S, Q)$$

определяются элементы и их связи на множестве P для известных процессов Q , идущих в соответствии с правилами S . При такой постановке задачи синтезу объекта, рассматриваемому как планирование технологии управления, составление программы взаимодействия элементов множества P и их идентификация, должна предшествовать аксиоматизация правил безопасности S для известного технологического процесса Q . При этом правила S должны формулироваться с учетом условий, обеспечивающих безопасность эксплуатации, и гарантий достижения экономически значимых целей.

Если далее принять, что реализацию задачи управления состоянием эксплуатации судна, определенным структурой η , можно описать следующей последовательностью действий:

$$P_{n+1} = L_\alpha P_n, \quad (1)$$

где P_n – фиксированные состояния безопасной технологии управления; L – оператор действий; α – ресурс (фактор), определяющий характер технологии управления, имеющий свойства параметров этого оператора при $\alpha \in G$, то аксиоматизация правил S будет в первую очередь заключаться в подборе множества таких факторов Y_0 , которые при m -измеримости множества G будут являться его вложением.

Именно вложение вида $Y_0 \subseteq G$, используемое при планировании технологического процесса управления, способно обеспечить гарантию близости между составленной плановой реализацией технологии и практической реализацией технологического процесса управления.

Составим схему распределения определяющих факторов Y_0 , которые необходимы для составления правил S в структуре η и при выполнении которых предварительный план способен обеспечить практическую реализацию движения. Для этой цели будем считать, что имеет место некоторое конечное множество ресурса, определяющего ход реализации технологии управления $T_{UG_{\max}}$. Кроме того, примем, что определены подмножества $T_{UG} \subset T_{UG_{\max}}$, выделенные с помощью фиксированного разбиения вида $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n, Z_{n+1}\}$ из $T_{UG_{\max}}$.

При планировании технологии управления разбиение Z можно задать в виде блоков взаимодействия судового экипажа с техническими средствами. Тогда операцию планирования технологического процесса управления состоянием эксплуатации судна в рамках фиксированного разбиения Z можно записать так:

M_1 определено таким T_{UG} , что $T_{UG} \cap Z_1 \neq \emptyset$;

M_2 определено таким T_{UG} , что $T_{UG} \cap Z_1 = \emptyset, T_{UG} \cap Z_2 \neq \emptyset$;

.....

M_n определено таким T_{UG} , что $T_{UG} \bigcap_{k=1}^{n-1} (U Z_k) = \emptyset, T_{UG} \cap Z_n \neq \emptyset$;

M_{n+1} определено таким T_{UG} , что $T_{UG} \bigcap_{k=1}^{n-1} (U Z_k) = \emptyset, T_{UG} \cap Z_{n+1} \neq \emptyset$,

где $M_j, j \in n$ – элемент плана технологии управления в блоке деятельности судового экипажа Z_j , отвечающем условию $T_{UG} \subset T_{UG_{\max}}$.

Такую запись операции по составлению плана технологического процесса управления эксплуатацией судна с прогностическими условиями его реализации, ограниченными рамками правил S , можно формализовать в виде функции выбора:

$T_{UG} \cap Z_1$, если $T_{UG} \in M_1$;

$T_{UG} \cap Z_2$, если $T_{UG} \in M_2$;

(2)

$$Y_0 = F(T_{UG}) = \begin{cases} T_{UG} \cap Z_n, & \text{если } T_{UG} \in M_n; \\ \emptyset, & \text{если } T_{UG} \in M_{n+1}. \end{cases}$$

Раскроем физическую сущность используемой функции выбора ресурса $F(T_{UG})$, определяющего производственную безопасность, при фиксации этого ресурса на множестве Y_0 . Для этого примем, что в (4.9) имеет место $T_{UG_i} = T_{UG_{j+1}} = T_{UG}$. Тогда для функции выбора $F(\bullet)$ можно найти соотношение, которое будет иллюстрировать как принципы формирования множества Y_0 , так и принцип локализации ресурса, привлекаемого к составлению плана операции.

Для функции выбора вида (2) можно записать следующее равенство:

$$F(T_{UG}) = F[(T_{UG_i} - T_{UG_{i+1}}) \cup F(T_{UG}) \cap T_{UG}] = F(F(T_{UG})).$$

Последнее соотношение свидетельствует о том, что функция выбора ресурса, обеспечивающая безопасную эксплуатацию судна $F(\bullet)$, сортирует исходные предложения в течение одной операции и для всех

$$T_{UG} \subset T_{UG_{\max}}$$

любое T_{UG} сможет участвовать в формировании множества Y_0 , причем так, что при $T_{UG_i}, T_{UG_{i+1}} \in T_{UG}, T_{UG_i} \subseteq T_{UG_{i+1}}$ всегда будет иметь место

$$T_{UG_{i+1}} \cap F(T_{UG_i}) \neq \emptyset.$$

Технологический процесс управления состоянием эксплуатации судна, соответствующий потенциальным условиям безопасности, должен отвечать следующей ситуации: заданы множество $T_{UG_{\max}}$ действий, обеспеченных ресурсом, влияющим на безопасную эксплуатацию судна, и различные подмножества T_{UG} из множества $T_{UG_{\max}}$, которые должны выбираться специалистом для осуществления планирования, связанного с выделением из множества T_{UG} ресурса, образующего подмножество Y_0 . Поэтому для m -измеримого множества G соотношение $Y_0 \subseteq G$ способно обеспечить определенные гарантии того, что составленный план технологии управления будет выполняться в рамках принятых при планировании условий безопасной эксплуатации [5].

Однако соотношение $Y_0 \subseteq G$ следует отнести к разряду скорее маловероятных, хотя и возможных событий. Выполненный выбор множества Y_0 и последующий прогноз условий реализации технологического процесса управления в большей степени отвечает соотношению $Y_0 \subset G$, которое необходимо конкретизировать с помощью ограничения, записанного, например, так:

$$Y_0 \cap G \neq \emptyset.$$

Тогда возникает необходимость в определении показателя полноты выбора Y_0 из G , гарантирующего безопасность эксплуатации на всей протяженности

составленного плана технологии управления состоянием эксплуатации судна, т. е. для $M = \bigcup_n M_i, i \in n$.

Для определения показателя полноты выбора ресурса Y_0 из общего множества G введем индикаторную функцию вида

$$f_Y(\alpha) = \begin{cases} 1, & \text{если } \alpha \in Y_0; \\ 0, & \text{если } \alpha \in G - Y_0, \end{cases}$$

где Y_0, G – m -измеримые множества.

Тогда очевидно, что

$$1/n \sum_{k=1}^n f_Y(\alpha_k)$$

является отношением между числом находений $\alpha \in Y_0$ и общим числом n фиксированных состояний α . В силу этого

$$f_Y^*(\alpha) = \lim_{n \rightarrow \infty} 1/n \sum_{k=1}^n f_Y(\alpha_k)$$

можно считать средней частотой пребывания $\alpha \in Y_0$.

Далее рассмотрим простейший случай, когда функция $f_Y^*(\alpha)$ вырождается в постоянную величину для любого множества Y_0 .

Тогда исходя из соотношения

$$\int_G f_Y^*(\alpha) dm = \int_G f_Y(\alpha) dm$$

можно получить равенство

$$1/n \sum_{k=1}^n f_Y(\alpha_k) = m(Y_0)/m(G) = \text{fixe.} \quad (3)$$

Показатель полноты выбора ресурса, определяющий технологию управления состоянием ключевой операции, (3) не только позволяет численно оценить надежность прогнозирования безопасности судна, но и дает основания ввести понятие риска технологии управления (риска ресурсного "голода") $R(G - Y_0)$.

Если принять, что риск технологии управления зависит от части ресурса из множества G , которая по каким-то причинам не была отнесена функцией выбора к разряду существенных ресурсов, образующих множество Y_0 , то величину риска R можно определить так:

$$R(T_{UG}) = m(G - Y_0). \quad (4)$$

При определении риска технологии управления состоянием эксплуатации судна с помощью выражения (4) необходимо иметь в виду, что множество G включает в себя не только факторы, не учтенные функцией выбора, но и факторы, которые принципиально не могут быть введены во множество Y_0 в силу своей абсолютной

случайности. Кроме того, множество G может включать ресурс, который способен создавать технологические риски, обусловленные как применением существующих или рекомендуемых приемов планирования, так и функционированием программного обеспечения современных технических средств контроля безопасности эксплуатации судна [8].

Проиллюстрировать свойства множества G можно на следующем примере. Пусть после определения ресурса, обеспечивающего безопасное выполнение технологии управления состоянием эксплуатации судна, и составления технологии управления на множестве G осталось некоторое множество ресурса E , которое по каким-то причинам функцией выбора $F(\bullet)$ не было отнесено к множеству Y_0 . Если при реализации технологии управления $T_{UG_{\max}}$ такая ошибка была замечена и устранена, то в этом случае мера риска для любого $(G - E)$ будет определяться так:

$$R(G - E) \neq R(\emptyset). \quad (5)$$

Следовательно, даже оптимальный выбор ресурса, определяющего безопасность реализации технологии управления состоянием эксплуатации судна, и самая совершенная функция выбора $F(\bullet)$ не способны полностью исключить ресурсный "голод" и свести вероятность появления технологических рисков к нулю. Риски технологий управления состоянием эксплуатации судна, не обеспеченных ресурсом, существуют как объективная реальность. Показатель полноты планирования технологии управления состоянием эксплуатации позволяет оценивать мощность множества ресурса, обеспечивающего безопасность судна и локализованного на множестве Y_0 , а также учитывать эту мощность при совершенствовании функции выбора (2).

Список литературы

1. Кукуи Ф. Д. Модель и механизм побуждения к реализации безопасных технологий при эксплуатации судов компании // Морские интеллектуальные технологии. 2016. Т. 1. № 1 (31). С. 49 – 53.
2. Лушников, Е. М. Теоретическое обоснование методов и средств обеспечения навигационной безопасности мореплавания : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Е. М. Лушников. – СПб., 2000. – 46 с.
3. Международный кодекс проведения расследования аварий и инцидентов на море = Code for the investigation of marine casualties and incidents / пер с англ. В. П. Стрелкова [и др.]. – СПб. : ЦНИИМФ, 1998. – 112 с. – (Судовладельцам и капитанам ; вып. 10).
4. Меньшиков, В. И. Оптимизация ресурса в системах управления безопасной эксплуатацией судов / В. И. Меньшиков, К. В. Меньшикова, М. А. Пасечников // Вестн. МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – 2002. – Т. 5, № 2. – С. 177–182.

5. Меньшиков, В. И. Особенности планирования и реализации безопасного и оптимального навигационного процесса / В. И. Меньшиков, Ф. Д. Кукуи // Вестн. МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – 2003. – Т. 6, № 1. – С. 61–64.

6. Меньшиков, В. И. Система управления с позиции целенаправленного действия / В. И. Меньшиков, А. Н. Анисимов, Д. М. Фургаса // Вестн. МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – 2000. – Т. 3, № 1. – С. 7–12.

7. Меньшиков, В. И. Элементы теории управления безопасностью судоходства / В. И. Меньшиков, В. М. Глущенко, А. Н. Анисимов. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2000. – 242 с.

8. Основные процессы в структурах безопасной эксплуатации судна / Ф. Д. Кукуи, Н. А. Анисимов, А.А. Анисимов / под общ ред В. И. Меньшикова. Мурманск. : Изд-во МГТУ, 2008. 185 с.