

Любченко В. О.

## ОБ ОДНОМ МЕТОДИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ ПОСТАВЩИКОВ, ПРИЗНАННЫХ КЛАССИФИКАЦИОННЫМ ОБЩЕСТВОМ

*В статье приведена оценка методов минимизации рисков классификационного общества (КО), связанных с оказанием качественных услуг признанными им поставщиками. Впервые приведен метод оптимизации уровня качества оказания услуг поставщиками, признанными КО, позволяющий оценить надежность и качество работы поставщиков, а также приведены методические подходы оценки целесообразности (или нецелесообразности) страхования рисков, вызванных отказами подсистем судна в процессе его эксплуатации.*

**Ключевые слова:** классификационное общество, оценка рисков, поставщик, страхование рисков, теория надежности.

### 1. Введение

Одной из основных функций классификационного общества (КО), как известно [1, 2], является проведение периодических проверок судов на предмет соответствия их технического состояния международным и национальным стандартам. Все необходимые виды работ по проведению таких контрольных проверок производятся специальными организациями, которые являются для КО поставщиками услуг. К таким поставщикам, например, относятся:

— организации, выполняющие работы по проведению радиоэкспертизы, замерам остаточных толщин неразрушающим методом контроля, подводным осмотрам корпуса судна, проектно-конструкторские бюро, верфь и др.;

— организации-разработчики компьютерных программ, необходимых для обеспечения выполнения продукции/услуг на современном уровне.

Эти поставщики должны быть признаны КО, причем процедура признания предприятия в качестве поставщика состоит из нескольких этапов [2]. По результатам признания поставщиков КО выдает им документы сроком на 5 лет при условии периодической проверки не реже одного раза в год.

Инспекторы КО оказывают методическую помощь и консультацию судовладельцу при выборе им поставщиков из числа признанных КО. КО необходимо очень тщательно подходить к признанию поставщиков, так как оно несет ответственность за безопасность судна при его эксплуатации. В случае наступления рискованного события с судном, находящимся в рейсе, из-за недосмотра поставщика, частичная или полная ответственность может быть возложена на КО. Поэтому для минимизации рисков КО, связанных с оказанием некачественных услуг признанными им поставщиками, желательно располагать научно обоснованными методами оценки этих рисков.

### 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Методы управления рисками, возникающими в деятельности КО, относятся, главным образом, к области

морского страхования [3], которое имеет почти 300-летнюю историю своего развития. С другой стороны, хотя в настоящее время теория риска является достаточно глубоко разработанной областью прикладной математики [4], однако для решения задач по управлению рисками на морском транспорте она пока еще используется недостаточно широко. Так, например, в работах [5, 6] решены задачи по управлению некоторыми видами финансовых рисков в деятельности судоходных компаний и портов, в [7, 8] рассмотрены различные организационно-экономические проблемы, связанные с управлением рисками в деятельности предприятий морского транспорта. Однако существующие методы, приемы и средства управления рисками на морском транспорте требуют дальнейшего развития для количественной оценки рисков, возникающих в деятельности КО.

Задача данного исследования — разработка методических положений по количественной оценке рисков, связанных с нахождением оптимального уровня качества оказываемых услуг поставщиками, признанными КО.

### 3. Результаты исследования

Безопасность судна, находящегося в эксплуатации, непосредственно определяется качеством и надежностью работы поставщиков. Качество их работы будем количественно оценивать объемом выполняемых ими услуг (в денежном выражении). Однако существует экономически целесообразный предел затрат судовладельца на работы, выполняемые поставщиками, который определяется зависимостью вероятности отказа тех или иных элементов (подсистем) судна от указанного объема услуг. Поэтому экономически обоснованный уровень затрат может быть определен в результате минимизации суммарных затрат на различные виды услуг поставщиков и устранения последствий отказов. К последним можно отнести: отказ энергетической установки, винто-рулевого комплекса, повреждение корпуса судна в результате его посадки на мель или столкновения с плавучими или стационарными объектами, отказ навигационного оборудования и др.

Для учета надежности и качества работы поставщиков можно привлечь методы математической теории надежности [9]. Отметим, что эти методы достаточно давно применяются для оценки экономической эффективности использования флота в условиях риска [10, 11].

Пусть имеется  $m$  поставщиков, оказывающих услуги судовладельцам, при освидетельствовании судов. Примем, что каждый поставщик несет ответственность за качественное проведение освидетельствования одной какой-то подсистемы судна, т. е. будем считать, что судно состоит из  $m$  подсистем. Длительность безотказной работы  $i$ -й подсистемы в период эксплуатации судна является случайной величиной  $\tau_i$  с заданной функцией распределения (ф. р.)  $A_i(t)$ . Все случайные величины  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m$  предполагаются взаимно независимыми. Обозначим через  $v_i$  объем оказываемых услуг  $i$ -м поставщиком. Считаем, что ф. р.  $A_i(v_i, t)$  является некоторой невозрастающей функцией от  $v_i$ , причем

$$\lim_{v_i \rightarrow \infty} A_i(v_i, t) = 0. \quad (1)$$

Условие (1) выражает собой то обстоятельство, что при неограниченном возрастании объема услуг отказ подсистемы на любом конечном интервале времени практически невозможен.

Пусть судно, прошедшее освидетельствование в КО, эксплуатируется в интервале времени  $(0, T)$ . Если пренебречь временем на устранение отказа любой подсистемы судна (т. е. принять, что оно значительно меньше, чем  $T$ ) и считать, что отказы всех подсистем происходят независимо друг от друга, то средние суммарные затраты судовладельца, связанные с получением им услуг от всех поставщиков и с устранением отказов в интервале  $(0, T)$ , для больших значений  $T$  приблизительно составят

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^m v_i + T \sum_{i=1}^m \frac{r_i}{M\tau_i}, \quad (2)$$

где  $r_i$  — средние затраты на устранение отказа  $i$ -й подсистемы судна;  $M\tau_i = \int_0^{\infty} t dA_i(v_i, t)$  — среднее время безотказной работы  $i$ -й подсистемы.

При записи выражения (2) мы воспользовались элементарной теоремой восстановления [12], согласно которой при больших  $T$  среднее число восстановлений (отказов) оборудования приблизительно равно  $T/M\tau_i$ .

Задача сводится к поиску положительных величин  $v_1, v_2, \dots, v_m$ , минимизирующих функцию (2) при условии

$$1 - \prod_{i=1}^m [1 - A_i(v_i, T)] \leq \varepsilon, \quad (3)$$

где  $\varepsilon$  — заданная малая вероятность. Условие (2) выражает требование, чтобы вероятность хотя бы одного отказа в интервале  $(0, T)$  была достаточно малой.

Для решения сформулированной задачи оптимизации следует конкретизировать вид ф. р.  $A_i(v_i, t)$  и характер ее зависимости от  $v_i$ . В математической теории надежности наиболее часто используется показательный закон распределения времени безотказной работы оборудования, а именно

$$A_i(v_i, t) = 1 - e^{-\lambda_i(v_i)t}, \quad (4)$$

где  $\lambda_i(v_i) = 1/M\tau_i$ . Что касается зависимости  $\lambda_i(v_i)$ , то в качестве наиболее простой может быть взята, например, такая (1):

$$\lambda_i(v_i) = \frac{a_i}{v_i^{n_i}}, \quad (5)$$

где  $a_i, n_i > 0$  — параметры, определяемые эмпирическим путем с помощью обработки статистических данных.

С учетом (4), (5) оптимизационная задача (2, 3) примет следующий вид:

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^m v_i + T \sum_{i=1}^m \frac{r_i a_i}{v_i^{n_i}} \rightarrow \min, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m \frac{r_i a_i}{v_i^{n_i}} \geq -\frac{1}{T} \ln(1 - \varepsilon), \quad (7)$$

$$v_i > 0, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (8)$$

Приравняв частные производные функции (6) по  $v_i$  к нулю, найдем

$$v_i = (Tr_i n_i a_i)^{1/n_i+1}. \quad (9)$$

Подставляя формулы (9) в левую часть ограничения (7), заключаем, что решение задачи оптимизации дается формулами (9), если выполнено условие

$$\sum_{i=1}^m a_i (Tr_i n_i a_i)^{-n_i/n_i+1} \geq -\frac{1}{T} \ln(1 - \varepsilon). \quad (10)$$

При нарушении условия (10) задача решается методом неопределенных множителей Лагранжа. Дифференцируя функцию Лагранжа (здесь  $\phi$  — неопределенный множитель)

$$L(v_1, \dots, v_m) = \bar{C} + \phi \left[ \sum_{i=1}^m \frac{r_i a_i}{v_i^{n_i}} + \frac{1}{T} \ln(1 - \varepsilon) \right],$$

по  $v_i$  и приравняв частные производные к нулю, получим

$$v_i = [a_i n_i (Tr_i + \phi)]^{1/n_i+1}.$$

Множитель  $\phi$  находится как единственный (отрицательный) корень уравнения

$$\sum_{i=1}^m a_i [a_i n_i (Tr_i + \phi)]^{-n_i/n_i+1} = -\frac{1}{T} \ln(1 - \varepsilon).$$

Аналогичная оптимизационная модель может быть построена и для случая, когда время восстановления всех подсистем судна после наступления внезапных отказов является случайной величиной, распределенной по известному закону  $B_i(t)$ . Например, если

$$B_i(t) = 1 - e^{-\mu_i t}, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

где  $1/\mu_i$  — среднее время восстановления (ремонта), то целевая функция модели (6)–(8) модифицируется следующим образом:

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^m v_i + T \sum_{i=1}^m \frac{r_i \mu_i a_i}{\mu_i v_i^{n_i} + a_i}. \quad (11)$$

Мы здесь учли, что, согласно теореме восстановления для альтернирующего пуассоновского потока восстановления [12], среднее число восстановлений  $i$ -го типа в интервале  $(0, T)$  равно  $\frac{\lambda_i \mu_i}{\lambda_i + \mu_i} T$ .

Таким образом, мы пришли к более общей задаче оптимизации, чем (6–8): найти значения  $v_1, v_2, \dots, v_m$ , доставляющие минимум функцию (11) при условиях (7, 8). Эта задача в вычислительном отношении более сложна, чем предыдущая. Ее можно решить одним из известных численных методов оптимизации [13].

#### 4. Решение задачи о целесообразности страхования рисков внезапных отказов

Приведенный выше методический подход к оптимизации уровня качества оказания услуг поставщиками, признанными КО позволяет решить и другую задачу, тесно связанную с первой: определить условия, при которых экономически целесообразно (или нецелесообразно) страховать риски, вызванные отказами подсистем судна в процессе его эксплуатации (на заданном периоде  $T$ ).

Предположим, что судовладелец (или КО) стоит перед выбором: страховать или нет судно от указанных рисков, если страховщик предлагает ему, по условиям страхования, платить за отказ  $i$ -й подсистемы страховую премию в размере  $c_i$ ?

Для ответа на этот вопрос следует оценить средний (или ожидаемый) выигрыш страхователя (т. е. судовладельца или КО) при страховании и при отказе от него.

Обозначим через  $\bar{P}_{\text{стр}}$  ( $\bar{P}_{\text{нстр}}$ ) величину среднего выигрыша страхователя при страховании им рисков всех подсистем судна (при отказе от страхования).

Тогда в принятых выше обозначениях имеем

$$\bar{P}_{\text{стр}} = \sum_{i=1}^m [-c_i(1 - A_i(v_i, T)) + r_i A_i(v_i, T)], \quad (12)$$

$$\bar{P}_{\text{нстр}} = \sum_{i=1}^m [c_i(1 - A_i(v_i, T)) - r_i A_i(v_i, T)], \quad (13)$$

где  $v_1, v_2, \dots, v_m$  получены в результате решения задачи оптимизации (2), (3) или (6)–(8). При записи выражения (12) предполагалось, что при наступлении отказа  $i$ -й подсистемы страховщик выплачивает страхователю страховое возмещение в размере  $r_i$ .

Сравнивая выражения (12) и (13), заключаем, что страхование рисков всех видов отказов будет целесообразно, если выполнено условие  $\bar{P}_{\text{стр}} > \bar{P}_{\text{нстр}}$ , или  $\sum_{i=1}^m [-c_i(1 - A_i(v_i, T)) + r_i A_i(v_i, T)] > 0$ .

#### 5. Выводы

КО в своих взаимоотношениях с поставщиками и судовладельцами может повысить эффективность своей деятельности за счет использования:

- а) научно обоснованных методических положений по снижению своих рисков;
- б) информационных технологий, позволяющих подготавливать достоверные исходные данные для указанных методических положений, а также выполнять компьютерные расчеты по поиску оптимальных решений.

Полученные выше результаты показывают также перспективность дальнейших исследований в направле-

нии охвата более широкого круга вопросов, касающихся снижения рисков в деятельности КО.

#### Литература

1. Любченко, В. О. Основные факторы риска в деятельности классификационного общества и методы его снижения [Текст] : сб. науч. пр. / В. О. Любченко // Методы та засоби управління розвитком транспортних систем. — Вип. 15. — Одеса: ОНМУ, 2009. — С. 152–168.
2. Любченко, В. О. Организация управления работы с поставщиками в деятельности классификационного общества [Текст] : тезисы докладов Первой международной научно-практической конференции «Проблемы развития транспортной логистики», Одесса 28 сентября — 3 октября 2009 / В. О. Любченко. — Одесса: ОНМУ, 2009. — С. 135–137.
3. Ефимов, С. Л. Морское страхование [Текст] / С. Л. Ефимов. — М.: РосКонсульт, 2001. — 448 с.
4. Королев, В. Ю. Математические основы теории риска [Текст] / В. Ю. Королев, В. Е. Бенинг, С. Я. Шоргин. — М.: Физматгиз, 2007. — 544 с.
5. Медведева, С. А. Модели и методы управления финансовыми рисками в деятельности морского порта [Текст] : дис. ... канд. экон. наук. / С. А. Медведева. — Одесса: ОНМУ, 2010. — 180 с.
6. Postan, M. Ya. Method of Evaluation of Insurance Expediency of Stevedoring Company's Responsibility for Cargo Safety [Text] / M. Ya. Postan, A. O. Balobanov; A. Weintrit and T. Neumann (eds.) // Methods and Algorithms in Navigation and Safety of Sea Transportation. — Boca Raton—London-N.Y.: CRC Press, 2011. — P. 33–36.
7. Топалов, В. П. Оценка риска при эксплуатации судов [Текст] / В. П. Топалов, В. Г. Торский. — Одесса: Астропринт, 2010. — 128 с.
8. Semenov, I. N. Risk-Managing in Marine Industry [Text] / I. N. Semenov // Risk-Managing in Maritime and Offshore Safety. — Vol. 1. — Szczecin: PS, 2003.
9. Барлоу, Р. Математическая теория надежности [Текст] : пер. с англ. / Р. Барлоу, Ф. Прошан; под ред. Б. В. Гнеденко. — М.: Советское радио, 1969. — 488 с.
10. Пашин, В. М. Оптимизация судов [Текст] / В. М. Пашин. — Л.: Судостроение, 1983. — 296 с.
11. Нарусбаев, А. А. Введение в теорию обоснования проектных решений [Текст] / А. А. Нарусбаев. — Л.: Судостроение, 1976. — 223 с.
12. Кокс, Д. Теория восстановления [Текст] : пер. с англ. / Д. Кокс, В. Смит; под ред. Ю. К. Беляева. — М.: Советское радио, 1967. — 299 с.
13. Ермольев, Ю. М. Математические методы исследования операций [Текст] / Ю. М. Ермольев, И. И. Ляшко, В. С. Михалевич, В. И. Тюптя. — Киев: Вища школа, 1979. — 312 с.

#### ПРО ОДИН МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПОСТАЧАЛЬНИКІВ, ВИЗНАНИХ КЛАСИФІКАЦІЙНИМ ТОВАРИСТВОМ

У статті наведена оцінка методів мінімізації ризиків класифікаційного товариства (КТ), пов'язаних з наданням неякісних послуг визнаними ним постачальниками. Вперше наведений метод оптимізації рівня якості надання послуг постачальниками, визнаними КТ, що дозволяє оцінити надійність і якість роботи постачальників, а також наведені методичні підходи оцінки доцільності (або недоцільності) страхування ризиків, викликаних відмовами підсистем судна в процесі його експлуатації.

**Ключові слова:** класифікаційне товариство, оцінка ризиків, постачальник, страхування ризиків, теорія надійності.

*Любченко Вікторія Олегівна, аспірант, кафедра «Менеджмент і маркетинг на морському транспорті», Одеський національний морської університет, Україна, e-mail: vikt-lyubchenko@yandex.ru.*

*Любченко Вікторія Олегівна, аспірант, кафедра «Менеджмент і маркетинг на морському транспорті», Одеський національний морський університет, Україна.*

*Lyubchenko Viktoria, Odesa National Maritime University, Ukraine, e-mail: vikt-lyubchenko@yandex.ru*