

А. В. ШАХОВ, д-р техн. наук, профессор кафедры «Судоремонт»,
ОНМУ, Одесса;
М. О. БОКАРЕВА, аспирантка ОНМУ, Одесса

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В СУДОРЕМОНТНЫХ ПРОЕКТАХ

Предлагается энтропийная модель управления рисками в процессе реализации проектов ремонта судна. Наибольшая сложность судоремонтных проектов состоит в соблюдении договорных сроков при том, что на момент подписания контракта объем ремонта окончательно не определен. Разработанная модель позволит увеличить вероятность выполнения договорных сроков контракта на стадии согласования контракта.

Ключевые слова: энтропийная модель, проектно-ориентированное управление, компромисс, функция коллективного благосостояния.

Введение. Проведенный статистический анализ судоремонтной отрасли и аналитический обзор современных взглядов на развитие методологии управления проектами, программами и портфелями позволил сформулировать ряд выводов [1-3]:

- развитие морского судоходства в последние десятилетия идёт по пути повышения сложности и нагруженности судовых технических средств и судовых конструкций, одновременно с сокращением численности экипажа. Это приводит к увеличению необходимого объёма ремонтных работ, выполняемых на специализированных предприятиях;

- несмотря на очевидные конкурентные преимущества отечественных судоремонтных заводов (высокая квалификация рабочих и инженерных специалистов, наличие значительного опыта судоремонтных работ, а также основных фондов и технологий) на протяжении последних десятилетий отрасль находится в состоянии глубокого экономического и финансового кризиса;

- главной причиной кризиса, по мнению большинства учёных и специалистов практиков, является несовершенство системы управления предприятием. Исторически, заводы строились и управлялись по аналогии с судостроительными предприятиями и не учитывали особенности единичного типа судоремонтного производства. Пока развитие флота шло по пути постройки серий из десятка одинаковых судов, их закрепление за базами ремонта позволяло достаточно эффективно выполнять ремонтные работы;

- наиболее эффективной формой управления предприятиями единичного характера производства считается проектно-ориентированное управление, эффективность которого доказана многими примерами из бизнеса;

- методология управления проектно-ориентированными организациями - наука, бурно развивающаяся в последние десятилетия. Большое количество публикаций в данном направлении свидетельствует не столько о значительном интересе к данной проблеме со стороны ведущих мировых специалистов в области управления проектами, сколько иллюстрирует отсутствие действенных механизмов (моделей, методов и методик) решения практических задач менеджмента.

- главной проблемой исследуемого направления по нашему мнению является сложность разрешения конфликтов, возникающих между интересами судовладельца и ремонтного предприятия на стадии заключения договора при определении его основных параметров (объема и номенклатуры работ, стоимости и продолжительности ремонта).

В данной статье предлагается метод определения этих параметров на основе теории рисков, с успехом применяемой в последние годы в методологии проектно-ориентированного управления.

Анализ основных достижений и литературы. С целью повышения эффективности функционирования сложных технических систем в последние годы активно используется комплексный подход к оптимизации полного жизненного цикла системы от проектирования до ее утилизации. При этом на этапе ремонта системы с успехом применяется методология проектно-ориентированного управления [1]. В последнее время управление проектами как отрасль знаний, методов, средств и технологий менеджмента переживает фазу активного развития. При этом наибольшего успеха проектное управление достигло в организациях с единичным типом производства, к которым в частности относится судоремонт. Основой взаимоотношений судовладельца и ремонтного предприятия является контракт.

Договорные отношения в управлении проектами являются системообразующим и институализирующим фактором, позволяющим участникам проекта регламентировать и осуществлять согласованную с внешним окружением деятельность по достижению конечного результата.

Результаты анализа специфики договорных отношений в управлении проектами и возможности использования известных механизмов управления активными системами позволяют сделать вывод, что актуальным является решение следующих теоретических задач управления договорами:

- определение параметров договора;
- планирование;
- выбор контрагентов;
- оперативное управление [4].

Основным параметром договора является номенклатура ремонтных работ, которая до последнего времени определялась при помощи принятой в отрасли системы непрерывного освидетельствования судов в эксплуатации, регламентирующей периодичность работ по отдельным судовым

техническим средствам и судовым конструкциям. В последние годы с целью повышения эффективности использования судов все чаще применяется стратегия ремонта по состоянию, базирующаяся на рискоориентированном подходе у обеспечению безопасности судоходства.

В 2001 г. Международной Морской Организацией (ИМО) в рамках создания единой научной методологии управления безопасностью судоходства было разработано «Руководство по формализованной оценке безопасности (ФОб) для использования в процессе нормотворчества». Формализованная оценка безопасности (ФОб) представляет собой систематизированный метод повышения безопасности мореплавания судов и эксплуатации морских стационарных платформ путем использования оценок рисков с целью выбора наиболее эффективных и экономичных средств повышения безопасности.

ФОб призвана охватывать проектные, эксплуатационные и ремонтные аспекты и обеспечивать получение корректной информации об опасностях, рисках, вариантах управления рисками, а также о связанных с этим затратах и выгодах в рациональной, структурированной и проверяемой форме. ФОб позволяет совершенствовать решения, касающиеся управления выявленными рисками отказов для снижения частоты их возникновения и тяжести возможных последствий.

По своей сути, ФОб - это подход, основанный на оценке риска возникновения нежелательной ситуации и направленный на выявление опасностей до того, как они вызовут аварийные ситуации [12]. Использование методологии ФОб позволяет оптимизировать номенклатуру и объем ремонтных работ по критерию минимума эксплуатационных затрат с учетом влияния фактического состояния судна на изменения эксплуатационных расходов и риска возникновения аварийных ситуаций [5].

Цель исследования. Целью данной статьи является разработка метода определения основных параметров договора на выполнение судоремонтных работ на основании модели управления рисками в проектах.

Результаты исследований. Проект ремонта судна в условиях специализированного предприятия характеризуются следующими основными показателями:

- объем работ;
- сроки выполнения;
- качество работ;
- необходимые финансовые и материальные ресурсы.

Рассмотрим модель проекта ремонта судна, в основе которого лежит договор между двумя сторонами – заказчиком (судовладельцем) и подрядчиком (судоремонтным предприятием). Предметом договора является изменение состояния системы судно, то есть ее перевод из текущего

состояния S_T в конечное согласованное состояние S_K . При этом состояние S_K должно принадлежать множеству допустимых (рабочеспособных) состояний системы. В свою очередь, состояние судно после ремонта определяется содержанием проекта - объемом ремонтных работ W_P , качеством K_P , продолжительностью T_P и стоимостью C_P ремонта. Таким образом, договор между двумя фиксированными сторонами – заказчиком и исполнителем – может описываться короткем:

$$D = \{S_T; S_K; W_P; K_P; T_P; C_P\}.$$

Очевидно, что в случае ремонта судна, почти всегда имеет место конфликт интересов сторон – судовладелец пытается минимизировать объем работ, стоимость и сроки, что противоречит целям и интересам подрядчика. Данная проблема решается сегодня путем переговоров и не базируется на какой-либо научно-обоснованной модели. Нами предлагается определять оптимальное содержание проекта ремонта судна на основании использования функции коллективного благосостояния (Social Welfare Function). Задача принятия решений заключается в выборе распределения полезностей, максимизирующих функцию коллективного благосостояния.

В рамках предлагаемой теоретико-игровой модели аналогом функции коллективного благосостояния является сумма целевых функций заказчика и исполнителя, следовательно, решением задачи оптимизации содержания проекта является набор работ, максимизирующий сумму прибылей, получаемую заказчиком и исполнителем:

$$E = (Pr_{CB} + Pr_{CP}) \xrightarrow{W_P; T_P} \max.$$

где Pr_{CB} – прибыль судовладельца от эксплуатации судна за межремонтный период времени;

Pr_{CP} – прибыль судоремонтного завода от реализации проекта ремонта.

Величину E можно интерпретировать как «прибыль» системы в целом – максимальный суммарный результат (в единицах полезности), который может быть достигнут при взаимодействии данных заказчика и исполнителя.

Следует обратить внимание, что стоимость проекта ремонта не влияет на значение функции коллективного благосостояния, и, следовательно, не является параметром управления целевой функции. Доход судовладельца определяется, в первую очередь, временем нахождения судна в эксплуатации, а рост эксплуатационных расходов – его фактическим состоянием, то есть объемом и качеством ремонтных работ. Кроме того, расходы судна должны включать величину увеличения (или уменьшения) риска причинения ущерба в связи с возникновением аварийной ситуации в процессе эксплуатации судна. Метод расчета данной величины, основанный на основании методологии общей теории рисков, представлен в работах [1, 2].

С точки зрения теории принятия решений данная задача торга заключается в нахождении такой альтернативы, которая обеспечивала бы

эффективное по Парето равновесие Нэша для участников договора, удовлетворяющее условиям индивидуальной рациональности. Множество таких равновесий может интерпретироваться как область компромисса – множество альтернатив (или распределений полезности), с которым априори согласны обе стороны договора. Конкретные параметры договора – точка компромисса, принадлежащая области компромисса, определяется в теории принятия решений аксиоматически, то есть – введением функции коллективного благополучия, удовлетворяющей тем или иным свойствам. Выбор точки компромисса может осуществляться на основании определенных (и иногда согласовываемых заказчиками и исполнителями заранее) правил и процедур – механизмов компромисса.

Базовым инструментом исследования является задача стимулирования [4], которая заключается в нахождение такой зависимости вознаграждения управляемого субъекта со стороны управляющего органа, которая побуждала бы первого предпринимать действия в интересах последнего. Аналогия с договорными отношениями прямая – заказчик назначает зависимость стоимости договора (размера вознаграждения исполнителя) от действий последнего, и оговаривает, каких действий от него следует ожидать.

Стратегией исполнителя является выбор действия $y \in A$, принадлежащего множеству допустимых действий A . В моделях договорных отношений действием является объем работ по договору. Стратегией заказчика является выбор функции стимулирования $\sigma(y) \in M$, принадлежащей допустимому множеству M и ставящей в соответствие действию исполнителя некоторое неотрицательное вознаграждение, выплачиваемое ему заказчиком. В моделях договорных отношений функция стимулирования отражает зависимость стоимости договора от объема работ, выполненных исполнителем.

Выбор действия $y \in A$ требует от исполнителя затрат $c(y)$ и приносит заказчику доход $H(y)$. Функцию затрат исполнителя $c(y)$ и функцию дохода заказчика $H(y)$ будем считать известными (проблемы их идентификации обсуждаются в [9, 49, 68]). Интересы участников (заказчика и исполнителя) отражены их целевыми функциями, которые обозначим соответственно F и f (функциями выигрыша, полезности и т.д., в записи которых зависимость от стратегии заказчика будет опускаться), представляющими собой: для исполнителя – разность между стимулированием и затратами

$$f(y) = s(y) - c(y),$$

а для заказчика – разность между доходом и затратами заказчика на стимулирование – вознаграждением, выплачиваемым исполнителю:

$$F(y) = H(y) - s(y).$$

Введем следующие предположения:

- множество возможных действий исполнителя составляет положительную полуось. Отказу исполнителя от заключения договора с заказчиком (бездействию) соответствует нулевое действие;

- функция затрат исполнителя неубывающая, непрерывная, а затраты от выбора нулевого действия равны нулю;

- функция дохода заказчика непрерывна, неотрицательна, и доход заказчика в случае отказа исполнителя от заключения договора равен нулю.

Рациональное поведение обеих сторон договора заключается в максимизации (выбором собственной стратегии) своей целевой функции с учетом всей имеющейся информации.

Предположим, что функция $H(y)$ дохода заказчика – возрастающая и вогнутая (свойство убывающей предельной полезности), а функция $c(y)$ затрат исполнителя – выпуклая (предельные затраты растут с увеличением объема работ). На рисунке изображены графики функций: $H(y)$ и $c(y)$. С точки зрения заказчика стимулирование не может превышать доход, получаемый им от деятельности исполнителя (так как, отказавшись от взаимодействия с исполнителем, заказчик всегда может получить нулевую полезность). Следовательно, допустимое решение лежит ниже функции $H(y)$. С точки зрения исполнителя стимулирование не может быть меньше, чем сумма затрат и резервная полезность (которую исполнитель всегда может получить, выбирая нулевое действие). Следовательно, допустимое решение лежит выше функции $c(y)$.

Множество действий исполнителя и соответствующих значений вознаграждений, удовлетворяющих как заказчика, так и исполнителя одновременно по всем перечисленным выше ограничениям (согласования, индивидуальной рациональности и др.) называется областью компромисса, которая и заштрихована на рис.

Условие оптимальности в рассматриваемой модели (в предположении дифференцируемости функций дохода и затрат, а также вогнутости функции дохода заказчика и выпуклости функции затрат исполнителя) имеет вид:

$$\frac{dH(y)}{dy} = \frac{dc(y)}{dy}$$

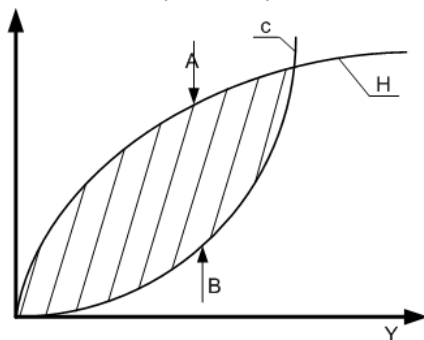


Рис. – Область компромисса

Левая часть равенства в экономике называется предельной производительностью исполнителя, а правая – его предельными затратами.

Найдя с помощью максимального значения функции коллективного благосостояния оптимальные стоимость и содержание проекта ремонта, можно составить WBS структуру и построить сетевую модель ремонта. Расчет временных параметров этой модели позволяет оценить продолжительность критического пути, то есть контрактное время ремонта.

Следует иметь в виду, что метод критического пути при решении данной задачи неэффективен, ввиду существования значительной неопределенности на стадии планирования проекта. Для того чтобы найти вероятность завершения проекта к определенному моменту времени или в определенном временном промежутке, возможно использование энтропийной модели управления рисками.

Энтропия является фундаментальным свойством любых систем с неоднозначным, или вероятностным, поведением. Величина энтропии как количественной меры неопределенности, непредсказуемости, беспорядка, хаоса, дезорганизованности вероятностных систем является всеобщей. Ученые в XX в. показали, что мы живем в мире макронеустойчивости и поэтому приняли энтропию в качестве универсального параметра – количественной меры неопределенности, или неупорядоченности [2]. Метод количественного определения энтропии достаточно полно разработан в теории информации. Пусть случайная величина x может принимать n различных значений с вероятностями $p(i)$, $i = 1, 2, \dots, n$. Тогда энтропия события x определяется выражением:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n [p(i) \cdot \ln p(i)]$$

Данное выражение определяет основные математические свойства энтропии:

- неотрицательность – $H(x) \geq 0 \quad \forall x$;
- ограниченность – $H(x) \leq \ln n$;
- аддитивность – $H(x \cdot y) = H(x) + H(y)$.

Кроме того, по аналогии с Марковской моделью первого порядка для взаимозависимых событий можно использовать понятия условной и взаимной энтропии.

Для каждой из операций ремонта можно рассчитать ее энтропию как функцию от вероятностей наступления следующих событий:

- времени окончания всех предшествующих операций – P_1 ;
- наличия необходимых материальных ресурсов и запасных частей к моменту начала работы – P_2 ;

- готовность к работе специалистов необходимой квалификации – P_3 и потребного технологического оборудования – P_4 ;
 - вероятность поддержания скорости выполнения операции – P_5 .
- Тогда энтропия j -ой операции составит:

$$H(j) = -\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^n \left[p(i)_j \cdot \ln p(i)_j \right].$$

Энтропия всего проекта составит сумму энтропий работ проекта:

$$H = \sum_j H(j).$$

По мере реализации проекта и свершения отдельных событий энтропия проекта будет снижаться. Тем самым будет повышаться вероятность выполнения контрактных обязательств. Анализ выполнения ремонтных проектов показал, что снижение энтропии с течением времени происходит скачкообразно по мере свершения наиболее неопределенных событий.

Точки графика, соответствующие скачкообразному изменению энтропии следует считать вехами проекта. Именно эти точки следует считать контрольными для корректировки либо существенных условий проекта, либо способов его реализации (изменение технологии ремонта, используемого оборудования, ремонтных материалов, состава команды проекта). Еще одним методом управления рисками ремонтных проектов является увеличение объемов работ нулевого этапа, которые могут выполняться до подписания контракта на выполнение ремонтных работ. К таким работам следует отнести поиск поставщиков ремонтных материалов, проектирование средств технологической оснастки, выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту основных фондов и др. Это увеличит вероятности своевременного наступления отдельных событий проекта, что уменьшит величину общей энтропии на момент подписания договора.

Выводы. Эффективность морского судоходства во многом определяется совершенством используемой стратегии ремонта судов, выполняемой на специализированных ремонтных предприятиях.

Взаимоотношения судовладельца и завода регулируются контрактом на выполнение судоремонтных работ, при заключении которого каждая из сторон исходит из своих, зачастую конфликтующих между собой целей и интересов. Целью данного исследования является разработка научно-обоснованного метода определения основных параметров судоремонтного контракта, которые были бы взаимоприемлемыми.

Основными параметрами судоремонтного контракта являются номенклатура, стоимость и продолжительность ремонта. Предложенный в статье метод предлагает определять номенклатуру работ на основе принятой Международной морской организацией методологии формализованной оценки безопасности. При этом необходимо учитывать, что номенклатура

ремонта влияет на следующие показатели эффективности эксплуатации судна:

- затраты на ремонт;
- эксплуатационные затраты на горюче-смазочные материалы и работы

ТО;

- изменение риска возникновения аварийной ситуации.

Стоимость контракта ремонта рассчитывается исходя из условия равной рентабельности сторон на основе использования функции коллективного благосостояния (функция Нэша).

Особенностью проектов ремонта судна является большая неопределенность на этапе заключения контракта. Поэтому продолжительность стоянки судна в ремонте предлагается оценивать на основе энтропийной модели рисков, разработанной авторами.

Предложенное исследование может использоваться как техническими менеджерами судоходных компаний, так и специалистами судоремонтных заводов.

Список литературы. 1. Шахов А. В., Чимшир В. И. Проектно-ориентированное управление функционированием ремонтпригодных технических систем. – Одеса : Феникс, 2006. – 213 с. 2. Шахов А. В., Шапов А. В. Особенности стратегического управления ремонтными предприятиями // Проблеми техніки: Науково-виробничий журнал. – Одеса, 2005. – Вип. 3. – С. 62 – 71. 3. Шахов А. В., Шапов А. В. Определение миссии и целей судоремонтных предприятий // Проблеми техніки: Науково-виробничий журнал. – Одеса, 2006. – Вип. 1. – С. 62 – 71. 4. Лысаков А. В., Новиков Д. А. Договорные отношения в управлении проектами. М. : ИПУ РАН, 2004. – 100 с. 5. Александровская Н. И., Шахов В. И., Шахов А. В. РИСКООРИЕНТИРОВАННАЯ СТРАТЕГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СУДОВ. 36. науч. Праця Методи та засоби управління розвитком транспортних систем, № 17, Одеса, 2011. С. 7 – 17

Поступила в редколлегию 28.11.2013

УДК 621.431.74

Управление рисками в судоремонтных проектах / А. В. Шахов, М. О. Бокарева // Вісник НТУ «ХПІ». Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 2 (1045). – С. 81-86. – Бібліогр. : 5 назв.

Пропонується ентропійна модель управління ризиками в процесі реалізації проектів ремонту судна. Найбільша складність судноремонтних проектів полягає в дотриманні договірних термінів при тому, що на момент підписання контракту обсяг ремонту остаточно не визначений. Розроблена модель дозволить збільшити ймовірність виконання договірних термінів контракту на стадії узгодження контракту.

Ключові слова: ентропійна модель, проектно-орієнтоване управління, компроміс, функція колективного добробуту.

Entropy model for risk management implemented during the ship repair is proposed in this article. The greatest difficulty of ship repair projects is the one in compliance with the contractual terms, taking into account the fact that at the time of signing the contract, amount of repair is not completely defined. The developed model will increase the probability of performance of the contractual terms at the stage of negotiation of the contract.

Keywords: entropy model, project-oriented management, compromise, Social Welfare Function.