

И. Г. МАЛЫГИН, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 149); директор Института проблем транспорта им. Н. С. Соломенко РАН (Россия, 199178, г. Санкт-Петербург, 12-я линия В. О., 13; e-mail: malygin_com@mail.ru)

О. Г. ТРУДОВ, начальник отдела научно-технических программ Департамента технической политики, ОАО "Российские железные дороги" (Россия, 107174, г. Москва, ул. Новая Басманная, 2; e-mail: joss@mail.ru)

УДК 004.94.656.078.656.25

МЕТОД МОДИФИКАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СТОИМОСТЬЮ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Дается анализ отраслевого использования метода оценки стоимости жизненного цикла изделий. Приводится метод модификационного управления стоимостью жизненного цикла технических систем, разрабатываемый путем интеграции метода оценки стоимости жизненного цикла изделий и модификационного подхода к созданию новых видов изделий. Впервые вводятся понятия вектора стоимостного регулирования жизненным циклом и вектора модификации технической системы; приводится методика их определения. Для оценки эффективности управления стоимостью жизненного цикла технических систем вводится коэффициент дисконтированной стоимостью модификации; дается методика расчета плановой экономии и коэффициента рентабельности модификаций. Приводится разработанная применительно к организационной структуре ОАО "РЖД" логико-алгоритмическая модель функциональной структуры модификационного управления стоимостью жизненного цикла технических систем. Демонстрируется ее работоспособность на примере автоматических систем пожаротушения. Даются рекомендации по дальнейшему развитию и практическому использованию разработанного метода.

Ключевые слова: экономика предприятия; управление затратами; метод стоимости жизненного цикла; инвестиционное планирование; автоматические системы пожаротушения; управление пожарной безопасностью; методы создания новых видов изделий; оценка жизненного цикла; железнодорожный транспорт.

DOI: 10.18322/PVB.2016.25.05-17

Введение

В настоящее время одним из ключевых направлений совершенствования систем управления корпоративным финансовым планированием в ОАО "Российские железные дороги" (ОАО "РЖД") на долгосрочную перспективу является переход ценообразования от системы *издержки плюс* к системе *стоимости жизненного цикла* (СЖЦ) с учетом отраслевой специфики приобретаемой и эксплуатируемой продукции [1].

Совершенствование операционно-хозяйственной деятельности и оптимизация затрат легли в основу структурного реформирования государственной транспортной монополии ОАО "РЖД" [2]. Использование новых методов в структуре ценообразования, помимо повышения фондоотдачи и снижения совокупных затрат, должно дать толчок развитию инновационной продукции, поскольку в границах существующей методологии создания новых изде-

лий [3] позволит сформировать обоснованную цену на более функциональную, совершенную и востребованную продукцию.

В данном случае применение единой методологии производителями и потребителями даст возможность получать прогнозируемые результаты расчетов, принимать экономически обоснованные решения и более уверенно планировать свою деятельность.

Анализ предметной области

Разработкой современных методов финансового контроллинга заняты многие отечественные и западные научные коллективы. Среди последних работ в этой области хочется отметить следующие. В работах [4, 5] метод СЖЦ хорошо зарекомендовал себя применительно к объектам железнодорожного транспорта (локомотивы, подвижной состав и др.). В публикации [6] предложены новые оценки производственной себестоимости и затратно-рыночных опти-

мальных цен интеллектуально-инновационной бренд-продукции, реализуемой новатором-монополистом на патентном рынке с использованием индекса монопольной власти. В работе [7] раскрывается влияние формирования и функционирования вертикально-интегрированных компаний в России на межрегиональное перераспределение финансовых ресурсов и рассматриваются основные пути и методы такого воздействия. В публикации [8] рассмотрены системы калькулирования “директ – костинг”, “абсорпшен – костинг”, “жесткий директ – костинг” и определена специфика использования каждого из методов. В работе [9] на основе гипотезы неоднородности инновационного процесса представлены стратегии и методы разработки новых изделий, дано понимание единства процессов формирования и реализации мотиваций участников хозяйственных и общественных взаимодействий. Последнее позволяет концептуально выстраивать и верифицировать стратегии и проекты инновационной деятельности любого уровня.

Постановка проблемы

К настоящему времени метод оценки стоимости жизненного цикла уже прошел апробацию при расчете подвижного состава и сложных технических систем (ТС) железнодорожного транспорта [10]. К сожалению, метод СЖЦ не изучался применительно к иным видам деятельности ОАО “РЖД”, и, как следствие, не было предложено инструментария, в границах которого можно было бы совершенствовать приобретаемые сложные технические изделия. Настоящая работа посвящена разработке метода модификационного управления стоимостью жизненного цикла применительно к сложным пожарно-техническим системам (СПТС) [11].

Основная часть

Любая техническая система требует определенных капиталовложений с момента ее проектирования до утилизации. С введением понятия жизненного цикла и его стоимости функционирование приобретаемого объекта или системы стало рассматриваться как совокупность взаимосвязанных процессов, происходящих в период с момента создания объекта и до его утилизации [12, 13]. Расчет стоимости жизненного цикла [14, 15] предполагает определение суммарной стоимости затрат на объект, складывающейся из затрат на каждом из пяти этапов: разработки (I), приобретения (II), установки (III), владения (IV) и утилизации (V). Метод СЖЦ хорошо зарекомендовал себя применительно к объектам железнодорожного транспорта и логистики [16, 17].

Автоматические системы пожаротушения (АСП) являются сложными пожарно-техническими системами [11].

Стоимость жизненного цикла СПТС определяется по методике [5], адаптированной к АСП:

$$LCC = C_p + \sum_{t=0}^T (C_t^I + \Delta C_t^E - C_t^L) \alpha_t, \quad (1)$$

где LCC — стоимость жизненного цикла СПТС;
 C_p — стоимость приобретения АСП (первоначальная стоимость), тыс. руб.;
 t — текущий год эксплуатации; $t = 0, \dots, T$;
 T — конечный год эксплуатации АСП (горизонт планирования), который устанавливается в соответствии с техническими требованиями или иной документацией (в том числе с учетной политикой предприятия, на балансе которого числится АСП);
 C_t^I — годовые эксплуатационные расходы, связанные с АСП, тыс. руб.;
 ΔC_t^E — сопутствующие единовременные затраты, связанные с введением АСП в эксплуатацию, тыс. руб.;
 C_t^L — ликвидационная стоимость компонентов АСП, тыс. руб.;
 α_t — коэффициент дисконтирования.

На стадии разработки концепции новой АСП (I стадии жизненного цикла) в качестве цены ее приобретения может выступать ее лимитная цена*.

Обозначим дисконтированные затраты на обслуживание, эксплуатацию и утилизацию ТС, как $DMC = \sum_{t=0}^T (C_t^I + \Delta C_t^E - C_t^L) \alpha_t$. Тогда формула (2)

примет вид:

$$LCC = C_p + DMC. \quad (2)$$

Коэффициент дисконтирования для постоянной нормы дисконта определяется из следующего выражения:

$$\alpha_t = 1 / (1 + \varepsilon)^t, \quad (3)$$

где ε — норма дисконта (ставка дисконтирования);

$\varepsilon = d_{\text{бр}} + r$;

$d_{\text{бр}}$ — безрисковая ставка доходности;

r — премия за риск.

При изменяющейся по годам норме дисконта ε_k коэффициент дисконтирования определяют по формуле

$$\alpha_t = 1 / \prod_{k=1}^t (1 + \varepsilon_k). \quad (4)$$

Таким образом, стоимость жизненного цикла АСП определяется суммированием индивидуального оттока денежных средств (расходов) на каждом временном этапе (шаге расчета) срока службы техники.

* Лимитная цена — устанавливаемый в проектах расчетный предельный уровень цен на будущую продукцию.

К сожалению, методика [5] не дает возможности осуществлять регулирование СЖЦ на вновь приобретаемую продукцию и сводится лишь к оценке совокупных дисконтированных затрат в рамках конкретной продукции.

Данную проблему предлагается решать посредством интеграции в методику [5] модификационного подхода к созданию новых видов изделий.

Отталкиваясь от первоначальной стоимости ТС и учитывая по требованию заказчика повышение показателей надежности, функциональности и улучшение эксплуатационных характеристик, можно достичь последовательного снижения стоимости жизненного цикла противопожарной ТС и, как следствие, затрат со стороны заказчика. Таким образом, происходит производственный переход от более затратной (индекс 1) к менее затратной (индекс 2) для заказчика СПТС посредством стоимостного регулирующего ($\bar{R}$) и модифицирующего ($\bar{M}$) воздействий согласно следующим выражениям:

$$\bar{P}_M^2 = \bar{P}^1 + \bar{M}; \quad (5)$$

$$\bar{LCC}_R^2 = \bar{LCC}^1 - \bar{R}, \quad (6)$$

где $\bar{P}_M^2$ — вектор, характеризующий СПТС после модификации;

$\bar{P}^1$ — вектор, характеризующий СПТС до модификации;

$\bar{LCC}_R^2$ — вектор стоимости жизненного цикла модифицированной СПТС после стоимостного регулирующего воздействия;

$\bar{LCC}^1$ — вектор стоимости жизненного цикла СПТС до модификации и стоимостного регулирующего воздействия;

1, 2 — индексы, характеризующие СПТС соответственно до и после модификации.

Процедура определения вектора стоимостного регулирующего воздействия для АСП состоит из двух этапов.

На первом этапе при помощи оператора сравнения f_{com} производится анализ эксплуатируемых систем АСП P_i и определяются наиболее оптимальные из них P_α^{opt} по показателям стоимости (C) и надежности (H):

$$\begin{cases} \{P_i\} \xrightarrow{f_{com}} P_\alpha^{opt}(C; H); \\ \{LCC_i\} \xrightarrow{f_{com}} LCC_\alpha^{opt}(C; H) = \\ = [\min(C_p; C_t^I; \Delta C_t^E) \wedge \max(C_t^L; \max H)], \end{cases} \quad (7)$$

где LCC_i — стоимость жизненного цикла анализируемых СПТС; $i = 1, \dots, N_i$;

$LCC_\alpha^{opt}(C; H)$ — стоимость жизненного цикла СПТС, оптимальной по стоимости и надежности;

α — количество оптимальных СПТС;

$\alpha = 1, \dots, N_\alpha$.

На втором этапе при помощи экспертной процедуры f_{exp} выявленная в процессе первого этапа ТС P_α^{opt} с $LCC_\alpha^{opt}(C; H)$ совершенствуется до уровня P_M^2 с LCC_R^2 с улучшением стоимостных и надежных характеристик:

$$\begin{cases} P_\alpha^{opt} \xrightarrow{f_{exp}=(\bar{R}; \bar{M})} P_M^2; \\ LCC_\alpha^{opt}(C; H) \xrightarrow{f_{exp}=(\bar{R}; \bar{M})} LCC_R^2(C; H), \end{cases} \quad (8)$$

где $f_{exp} = (\bar{R}; \bar{M})$ — оператор экспертной модификации;

$LCC_R^2(C; H)$ — стоимость жизненного цикла модифицированной СПТС, стоимость и надежность которой лежат в допустимых экспертами пределах $LCC_R^2(C; H) \leq LCC_{доп}^{exp}(C; H)$.

Создание новой СПТС протекает при этом в рамках модификационного подхода [6, 7], укладывающегося в границы теории потребления [18, 19].

Последнее представляет собой метод модификационного управления СЖЦ, формальная интерпретация которого имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \bar{LCC}_R^2 &= \bar{LCC}^1 - \bar{R} = (C_p + C_p^R) + \\ &+ \sum_{i=1}^T ([C_t^I - C_t^{RI}] + [\Delta C_t^E - C_t^{RE}] - [C_t^L + C_t^{RL}]) \alpha_i; \end{aligned} \quad (9)$$

$$\bar{P}_M^2 = \bar{P}^1 + \bar{M} = \sum_i^P f_i + \sum_m^M f_m; \quad (10)$$

$$LCC_R^2 < LCC^1, \quad (11)$$

где LCC_R^2 — стоимость жизненного цикла СПТС $\bar{P}_M^2$ после модификации, тыс. руб.;

LCC^1 — стоимость жизненного цикла СПТС $\bar{P}^1$ до модификации, тыс. руб.;

$\bar{R}$ — вектор стоимостного регулирования жизненным циклом, тыс. руб.;

$\bar{R} = (C_p^R; C_t^{RI}; C_t^{RE}; C_t^{RL})$;

C_p^R — модификатор цены приобретения, тыс. руб.;

C_t^{RI} — модификатор эксплуатационных расходов, тыс. руб.;

C_t^{RE} — модификатор сопутствующих единовременных затрат, связанных с введением АСП в эксплуатацию, тыс. руб.;

C_t^{RL} — модификатор ликвидационной стоимости АСП, тыс. руб.;

$\bar{P}^1$ — СПТС со стоимостью жизненного цикла LCC^1 ;

$\bar{M}$ — вектор-модификатор СПТС;

f_i — характеристики ТС $\bar{P}^1$, $i = 1, \dots, P$;

f_m — модификаторы характеристик СПТС $\bar{P}^1$, $i = 1, \dots, M$.

Опираясь на выражение (9) и опуская для простоты изложения индексы 1 и 2, введем коэффициент K_R дисконтированной стоимостной модификации продукции:

$$K_R = \frac{LCC}{LCC_R} = \begin{cases} \geq 1 & \text{— эффективное управление;} \\ < 1 & \text{— неэффективное управление.} \end{cases} \quad (12)$$

Тогда процесс функционально-стоимостной модификации СПТС в границах условий (7)–(12) в общем виде можно формально записать через $F(M; R)$:

$$F(M; R) = \begin{cases} LCC \times R \rightarrow LCC_R; \\ P \times M \rightarrow P_M, \end{cases} \quad (13)$$

где $F(M; R)$ — оператор модификационного управления СЖЦ СПТС;

P — СПТС со стоимостью жизненного цикла LCC ;

M — модификатор ТС;

P_M — модифицированная СПТС со стоимостью жизненного цикла LCC_R .

Разница между СЖЦ существующей и модифицированной СПТС определит величину плановой экономии СЖЦ:

$$LCC_i - LCC_R^j = ELC_{i,j}, \quad (14)$$

где LCC_i — СЖЦ i -й существующей СПТС;

LCC_R^j — СЖЦ j -й модифицированной СПТС;

$ELC_{i,j}$ — плановая экономия СЖЦ при внедрении j -й модифицированной СПТС вместо существующей i -й.

Таким образом, общая плановая экономия СЖЦ ELC по всем СПТС при их модификации может быть представлена в виде

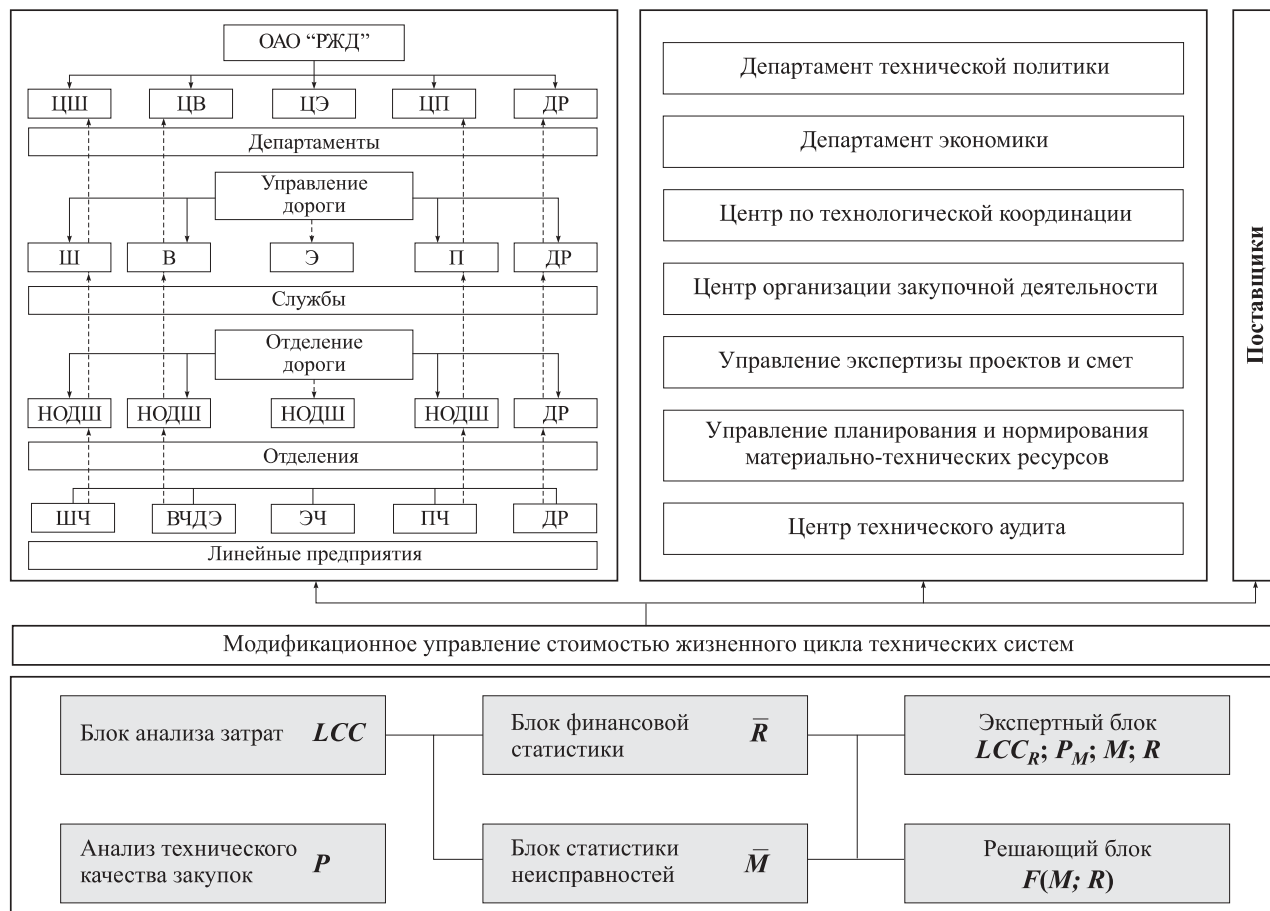
$$ELC = \sum_{i,j} ELC_{i,j}. \quad (15)$$

Для оценки эффективности управления финансовым планированием целесообразно ввести коэффициент рентабельности модификаций:

$$K_{ELC} = \frac{\sum_{i,j} ELC_{i,j}}{\sum_i LCC_i} \cdot 100\%. \quad (16)$$

Система коэффициентов (12)–(16) позволяет оценить эффективность управления финансовым планированием в границах метода модификационного управления стоимостью жизненного цикла технических систем.

Внедрение метода (формулы (1)–(16)) в системы поддержки принятия решений инвестиционно-финансовым планированием может быть реализовано с использованием логико-алгоритмической модели функциональной структуры модификационного управления стоимостью жизненного цикла технических систем, представленной на рисунке. На нем использованы следующие обозначения: ЦШ — де-



Логико-алгоритмическая модель функциональной структуры модификационного управления стоимостью жизненного цикла технических систем

партамент сигнализации, централизации и блокировки; ЦВ — департамент вагонного хозяйства; ЦП — департамент путей и сооружений; ЦЭ — дирекция электрификации и электроснабжения; Ш — служба сигнализации и связи; В — вагонная служба; Э — дорожная служба электрификации и энергоснабже-

ния; П — служба пути; ШЧ — дистанция сигнализации, централизации и блокировки; НОДШ — отделение сигнализации и связи; НОДВ — отдел вагонного хозяйства (подвижного состава) отделения дороги, начальник отделения; НОДП — отдел пути отделения дороги, начальник отделения; Д — служ-

Таблица 1а. Стоимостные данные автоматической системы пожаротушения АСП1, расположенной на объекте O_1

№ п/п	Показатель	Срок эксплуатации, лет					
		0	1	2	3	4	5
1	Цена приобретения C_p, руб.	4544537,05					
1.1	Проект	227803,50	0	0	0	0	0
1.2	Оборудование	168650,05	0	0	0	0	0
1.3	Материалы	2104980,44	0	0	0	0	0
1.4	Монтаж насосной станции пожаротушения	240397,49	0	0	0	0	0
1.5	Монтаж спринклерной системы и внутреннего пожарного водопровода	1365287,20	0	0	0	0	0
1.6	Монтажные работы электротехнической части	437418,37	0	0	0	0	0
2	Единовременные затраты, связанные с введением АСП в эксплуатацию, ΔC_t^E, руб.	239336,43	0	0	0	0	0
2.1	Пусконаладочные работы	239336,43	0	0	0	0	0
3	Годовые эксплуатационные расходы АСП C_t^I, руб.	600000		600000	600000	600000	600000
3.1	Штатный персонал	240000		240000	240000	240000	240000
3.2	Внешнее обслуживание	360000		360000	360000	360000	360000
4	Ликвидационная стоимость C_t^L, руб.	10524,90		12629,88	14734,86	16839,84	420996,08
4.1	Ликвидационная стоимость компонентов АСП	10524,90		12629,88	14734,86	16839,84	420996,08

Таблица 1б. Расчет стоимости жизненного цикла автоматической системы пожаротушения АСП1, расположенной на объекте O_1

Показатель	Итого	Срок эксплуатации, лет					
		0	1	2	3	4	5
Коэффициент дисконтирования		1	0,30278	0,11138	0,04097	0,01507	0,00554
Дисконтированная стоимость обслуживания АСП, руб.		828811,52	177844,76	65425,43	23982,41	8790,90	992,69
Стоимость жизненного цикла обслуживания АСП нарастающим итогом, руб.		828811,52	1006656,29	1072081,72	1096064,14	1104855,04	1105847,73
Стоимость жизненного цикла АСП нарастающим итогом, руб.:							
– без НДС	5650384,79	5373348,58	5551193,34	5616618,78	5640601,19	5649392,10	5650384,79
– с НДС	6667454,05						

Таблица 2а. Стоимостные данные автоматической системы пожаротушения АСП2, расположенной на объекте О₂

№ п/п	Показатель	Срок эксплуатации, лет					
		0	1	2	3	4	5
1	Цена приобретения C_p, руб.	4304313,22					
1.1	Проект	215257,36	0	0	0	0	0
1.2	Оборудование	156304,20	0	0	0	0	0
1.3	Материалы	2022215,29	0	0	0	0	0
1.4	Монтаж насосной станции пожаротушения	219054,74	0	0	0	0	0
1.5	Монтаж спринклерной системы и внутреннего пожарного водопровода	1286631,13	0	0	0	0	0
1.6	Монтажные работы электротехнической части	404850,30	0	0	0	0	0
2	Единовременные затраты, связанные с введением АСП в эксплуатацию, ΔC_t^E, руб.	216456,43	0	0	0	0	0
2.1	Пусконаладочные работы	216456,43	0	0	0	0	0
3	Годовые эксплуатационные расходы АСП C_t^I, руб.	78000		90000	96000	102000	108000
3.1	Штатный персонал	0		0	0	0	0
3.2	Внешнее обслуживание	78000		90000	96000	102000	108000
4	Ликвидационная стоимость C_t^L, руб.	2022,21		2628,88	2831,10	3033,32	424665,21
4.1	Ликвидационная стоимость компонентов АСП	2022,21		2628,88	2831,10	3033,32	424665,21

Таблица 2б. Расчет стоимости жизненного цикла автоматической системы пожаротушения АСП2, расположенной на объекте О₂

Показатель	Итого	Срок эксплуатации, лет					
		0	1	2	3	4	5
Коэффициент дисконтирования		1	0,30278	0,11138	0,04097	0,01507	0,00554
Дисконтированная стоимость обслуживания АСП, руб.		292069,08	26454,35	9732,01	3817,78	1491,88	–1756,10
Стоимость жизненного цикла обслуживания АСП нарастающим итогом, руб.		292069,08	318523,43	328255,45	332073,23	333565,11	331809,00
Стоимость жизненного цикла АСП нарастающим итогом руб.:							
– без НДС	4636122,22	4596382,30	4622836,66	4632568,67	4636386,45	4637878,33	4636122,22
– с НДС	5470624,22						

ба движения; ВЧДЭ — заместитель начальника вагонного депо по эксплуатации; НОДЭ — отделение дороги по электрификации и энергоснабжению, начальник отделения; ПЧ — дистанция пути, начальник дистанции пути; ЭЧ — дистанция электроснабжения, начальник дистанции электроснабжения.

В представленных в нижней части рисунка блоках протекают следующие процессы.

Блок анализа затрат рассчитывает стоимость жизненного цикла эксплуатируемых технических сис-

тем согласно (1)–(4) и передает эту информацию в экспертный блок.

Блок финансовой статистики на основании информации из экспертного блока рассчитывает вектор стоимостного регулирования жизненным циклом технической системы (9) и передает информацию в решающий блок.

Блок анализа технического качества закупок совместно с блоком статистики неисправностей определяет качество и уровень надежности эксплуатиру-

Таблица 3а. Вектор стоимостного регулирующего воздействия $\bar{R}$

Показатель	Значение				
Модификатор цены приобретения C_p^R, руб.	570851,96				
Проект	27398,68				
Оборудование	13187,59				
Материалы	167235,28				
Монтаж насосной станции пожаротушения	22997,46				
Монтаж спринклерной системы и внутреннего пожарного водопровода	271670,48				
Монтажные работы электротехнической части	68362,47				
Модификатор единовременных затрат введения в эксплуатацию C_t^{RE}, руб.	4520,31				
Пусконаладочные работы	4520,31				
Модификатор эксплуатационных расходов C_t^{RI}, руб.					
Показатель	Срок эксплуатации, лет				
	1	2	3	4	5
Внешнее обслуживание	6000	18000	24000	30000	36000
Модификатор ликвидационной стоимости C_t^{RL}, руб.					
Ликвидационная стоимость	-1094,72	-1144,89	-976,12	-807,34	39079,79

Таблица 3б. Вектор стоимостного регулирующего воздействия $\bar{R}$

Этап жизненного цикла	$\bar{P}^1 = \bar{P}_\alpha^{opt}$	$\bar{M}$	$\bar{P}_M^2$
Проектирование АСП	Компания-проектировщик АСП2	Выбор компании-проектировщика АСП3	Компания-проектировщик АСП3
Разработка проекта АСП	Проект АСП2	Разработка проекта АСП3	Проект АСП3
Производство АСП	Компоненты АСП2	Выбор компонентов АСП3	Компоненты АСП3
Установка АСП	Компания, осуществляющая монтаж АСП2	Выбор компании, осуществляющей монтаж АСП3	Компания, осуществляющая монтаж АСП3
Обслуживание АСП	Компания, обслуживающая АСП2	Выбор компании, обслуживающей АСП3	Компания, обслуживающая АСП3
Демонтаж и утилизация АСП	Компания, осуществляющая демонтаж АСП2	Выбор компании, осуществляющей демонтаж АСП3	Компания, осуществляющая демонтаж АСП3

емых технических систем, а с блоком анализа затрат — стоимость их эксплуатации. Он также определяет компоненты вектора модификации в выражениях (5), (7), (8) и (10).

Блок статистики неисправностей анализирует совместно с блоком анализа технического качества закупок надежность эксплуатируемых СПТС. На основании информации из экспертного блока он рассчитывает вектор модификации технической системы согласно (10) и передает информацию в решающий блок.

Экспертный блок анализирует информацию о существующих предложениях на рынке технических систем и соотносит ее с информацией, поступающей из блоков анализа затрат, анализа технического качества закупок и статистики неисправностей; определяет набор оптимальных СПТС согласно (7) и

формирует директиву по модификации оптимальных СПТС согласно (8).

Решающий блок утверждает информацию о модификации оптимальных СПТС согласно (13), осуществляет контроль за процедурой модификации по (5) и (6) и производит анализ эффективности управления финансовым планированием согласно (11), (12) и (14)–(16).

Поясним работу метода модификационного управления стоимостью жизненного цикла СПТС на следующем примере.

Практический пример

В компании ОАО “РЖД” на двух разных объектах O_1 и O_2 площадью соответственно 1750 и 1840 м² установлены автоматические системы водяного пожаротушения. Исходные данные по стоимости АСП1

и АСП2, расположенных на объектах O_1 и O_2 , представлены в табл. 1а и 2а. Срок эксплуатации систем составляет 5 лет. Требуется:

- 1) вычислить ставку дисконтирования с учетом ставки безрисковой доходности $d_{бр} = 6,6\%$ и премии за риск $r = 15\%$;
- 2) сравнить данные по АСП и определить оптимальную из них;
- 3) произвести модификацию оптимальной АСП методом модификационного управления стоимостью жизненного цикла СПТС;
- 4) рассчитать коэффициент дисконтированной стоимостной модификации;
- 5) рассчитать общую плановую экономию при внедрении модифицированной АСП;
- 6) рассчитать коэффициент рентабельности модификаций;
- 7) сделать выводы об эффективности или неэффективности управления финансовым планированием по методу модификационного управления стоимостью жизненного цикла АСП.

Решение.

1. Ставку дисконтирования вычислим из исходных условий следующим образом:

$$\varepsilon = d_{бр} + r = 6,6 + 15 = 21\%.$$

2. Определим оптимальную АСП в два этапа:

а) рассчитаем стоимость жизненного цикла АСП1 и АСП2 в соответствии с выражением (1). Данные

расчета стоимости жизненного цикла АСП1 сведем в табл. 1б.

Для пояснения приведем пример расчета стоимости жизненного цикла АСП1 за 2 года эксплуатации с нарастающим итогом:

$$\begin{aligned} LCC(АСП) &= C_p + \sum_{t=0}^1 (C_t^I + \Delta C_t^E - C_t^L) \alpha_t = \\ &= 4544537,05 + \frac{239336,43 + 600000 - 10524,9}{(1 + 0,21)^0} + \\ &+ \frac{0 + 600000 + 12629,88}{(1 + 0,21)^1} = 5551193,34 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

б) проведем сравнение стоимости жизненного цикла АСП1 и АСП2 и их составляющих и определим оптимальную АСП в соответствии с выражением (7):

$$\begin{aligned} &\left\{ \begin{array}{l} \{АСП1; АСП2\} \xrightarrow{f_{com}} P_a^{opt}(C; H) = АСП2; \\ \left\{ \begin{array}{l} LCC(АСП1) = 4636122,22 \\ LCC(АСП2) = 44062072,56 \end{array} \right\} \xrightarrow{f_{com}} \end{array} \right. \\ &\xrightarrow{f_{com}} LCC_{\alpha}^{opt}(C; H) \equiv LCC(АСП2) = \\ &= \left(\min \left[\begin{array}{l} C_p(АСП1) > C_p(АСП2) \\ C_t^I(АСП1) > C_t^I(АСП2) \\ \Delta C_t^E(АСП1) > \Delta C_t^E(АСП2) \end{array} \right] \wedge \right. \\ &\left. \wedge \max \left[\begin{array}{l} C_t^L(АСП1) < C_t^L(АСП2) \\ H(АСП1) \leq H(АСП2) \end{array} \right] \right). \end{aligned}$$

Принимаем АСП2 за оптимальную.

Таблица 4а. Стоимостные данные модифицированной АСП3

№ п/п	Показатель	Срок эксплуатации, лет					
		0	1	2	3	4	5
1	Цена приобретения C_p, руб.	3733461,26					
1.1	Проект	187858,68	0	0	0	0	0
1.2	Оборудование	143116,61	0	0	0	0	0
1.3	Материалы	1854980,01	0	0	0	0	0
1.4	Монтаж насосной станции пожаротушения	196057,28	0	0	0	0	0
1.5	Монтаж спринклерной системы и пожарного водопровода	1014960,65	0	0	0	0	0
1.6	Монтажные работы электротехнической части	336488,30	0	0	0	0	0
2	Единовременные затраты, связанные с введением АСП в эксплуатацию, ΔC_t^E, руб.	211570,99	0	0	0	0	0
2.1	Пусконаладочные работы	211570,99	0	0	0	0	0
3	Годовые эксплуатационные расходы АСП C_t^I, руб.	78000		90000	96000	102000	108000
3.1	Штатный персонал	0		0	0	0	0
3.2	Внешнее обслуживание	78000		90000	96000	102000	108000
4	Ликвидационная стоимость C_t^L, руб.	927,49		1483,98	1854,98	2225,97	463745,00
4.1	Ликвидационная стоимость компонентов АСП	927,49		1483,98	1854,98	2225,97	463745,00

Таблица 46. Расчет стоимости жизненного цикла модифицированной АСПЗ

Показатель	Итого	Срок эксплуатации, лет					
		0	1	2	3	4	5
Коэффициент дисконтирования		1	0,30278	0,11138	0,04097	0,01507	0,00554
Дисконтированная стоимость обслуживания АСП, руб.		282643,5	21350,94	7854,57	2874,33	1051,81	–2172,47
Стоимость жизненного цикла обслуживания АСП нарастающим итогом, руб.		282643,5	303994,44	311849,01	314723,34	315775,16	313602,68
Стоимость жизненного цикла АСП нарастающим итогом, руб.:							
– без НДС	4047063,94	4016104,76	4037455,70	4045310,27	4048184,60	4049236,42	4047063,94
– с НДС	4775535,45						

3. Проведем модификацию АСП2 методом модификационного управления стоимостью жизненного цикла СПТС в соответствии с выражениями (8)–(11).

Составляющие векторов стоимостного регулирующего воздействия $\bar{R}$ (табл. 3а) и модификатора M (табл. 3б) определим экспертным путем, опираясь на логико-алгоритмическую модель функциональной структуры модификационного управления стоимостью жизненного цикла АСП (см. рис. 1).

Определив вектор стоимостного регулирующего воздействия $\bar{R}$ и вектор-модификатор СПТС, проведем модификацию АСП2 до уровня АСПЗ методом модификационного управления стоимостью жизненного цикла СПТС. Данные расчета сведем в табл. 4а и 4б.

Таким образом, нами была разработана АСПЗ со стоимостью жизненного цикла $LCC_R^2(C; H) = 4047063,94$ руб.

4. Рассчитаем коэффициент дисконтированной стоимостной модификации СПТС K_R согласно выражению (12):

$$K_R = \frac{LCC}{LCC_R} = \frac{LCC_{\alpha}^{opt}(C; H)}{LCC_R^2(C; H)} = \frac{4636122,22}{4047063,94} = 1,14 \geq 1.$$

Рассчитанный коэффициент дисконтированной стоимостной модификации СПТС больше единицы, что свидетельствует об эффективном финансовом управлении противопожарной безопасностью.

5. Общую плановую экономию при внедрении модифицированной АСП ELC рассчитаем в соответствии с выражениями (14) и (15):

$$ELC_{1,3} = LCC(АСП1) - LCC(АСП3) = 5650384,79 - 4047063,94 = 1603320,84 \text{ руб.};$$

$$ELC_{1,2} = LCC(АСП2) - LCC(АСП3) = 4636122,22 - 4047063,94 = 589058,28 \text{ руб.};$$

$$ELC = \sum_{i=1,2, j=3} ELC_{i,j} = 1603320,84 + 589058,28 = 2192379,12 \text{ руб.}$$

6. Рассчитаем коэффициент рентабельности модификаций K_{ELC} в соответствии с выражением (16):

$$K_{ELC} = \left[\frac{\sum_{i,j} ELC_{i,j}}{\sum_i LCC_i} \right] 100\% = \frac{2192379,12}{9304278,00} \cdot 100 = 23,56\%.$$

Таким образом, финансовое планирование, осуществляемое по методу модификационного управления стоимостью жизненного цикла технических систем, только на двух объектах позволит уменьшить расходы на переоснащение и обслуживание автоматических систем пожаротушения на 23 % и тем самым ощутимо сократить операционные расходы и капитальные затраты компании.

Выводы

Разработанный метод модификационного управления стоимостью жизненного цикла противопожарных технических систем позволяет управлять корпоративным финансовым планированием противопожарного обеспечения, начиная с анализа эксплуатируемых систем АСП и заканчивая разработкой новых АСП, и способствует качественному повышению уровня пожарной безопасности [20].

Система коэффициентов, введенная для оценки эффективности управления финансовым планированием в границах представленного метода, расширяет аналитический базис [21] оценки жизненного цикла [22].

Применение единой методологии производителями и потребителями позволяет получать предсказуемые результаты расчетов, принимать экономически обоснованные решения и более уверенно осуществлять стратегическое планирование финансово-хозяйственной и инновационной деятельности в области корпоративной пожарной безопасности.

Рассмотренная технология решения задач стратегического инвестиционного планирования с использованием метода модификационного управления стоимостью жизненного цикла обладает общностью и может быть с успехом использована в других отраслях транснациональной корпоративной экономики [1, 23].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Трудов О. Г., Кострикин К. О.* О применении методологии СЖЦ для определения перспективных направлений инновационного развития продукции // *Техника железных дорог.* — 2011. — № 2(14). — С. 37–40.
2. *Черемин Г. Д.* Проблемы государственной политики реформирования Российского железнодорожного транспорта // *Власть.* — 2014. — № 5. — С. 59–64.
3. *Шмелева Ю. А.* Принципы взаимодействия предприятия с потребителями на этапе разработки нового товара // *Проблемы современной экономики.* — 2011. — № 3(39). — С. 181–184.
4. *Четик Ю. Г.* Оценка старения транспортных средств // *Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого.* — 2002. — № 1. — С. 67–75.
5. *Симакова О. А.* Реформирование вагоноремонтного комплекса // *Известия Петербургского университета путей сообщения.* — 2008. — № 2(15). — С. 27–35.
6. *Фёдоров М. В., Леготин Ф. Я., Соколов Д. Н.* Теоретические аспекты затратно-рыночного ценообразования инновационной продукции // *Известия УрГЭУ.* — 2010. — № 5(31). — С. 63–72.
7. *Крюков В. А.* Российские вертикально-интегрированные компании и межрегиональное перераспределение финансовых ресурсов // *Проблемы прогнозирования.* — 2000. — № 2. — С. 101–110.
8. *Безбородова Т. И., Макеева Е. М.* Сравнение сочетания калькуляционных систем // *Никоновские чтения.* — 2010. — № 15. — С. 164–166.
9. *Малаховская М. В., Скрыльникова Н. А.* Формирование мотиваций к созданию инновационной экономики в России // *Вестник Томского государственного университета. Экономика.* — 2009. — № 1. — С. 24–38.
10. *Маскаев С. А.* Стоимость жизненного цикла и инвестиционная составляющая в тарифе за пользование грузовыми вагонами в международном сообщении // *Известия ТулГУ. Экономические и юридические науки.* — 2011. — № 1-1. — С. 181–190.
11. *Малыгин И. Г.* Методы принятия решений при разработке сложных пожарно-технических систем. — СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2007. — 288 с.
12. *Ковалев А. А., Микава А. В., Окунев А. В.* Определение стоимости жизненного цикла сложных технических систем // *Управление экономическими системами: электронный научный журнал.* — 2013. — № 2(50). — 15 с. URL: <http://uecs.ru/uecs50-502013/item/1968-2013-02-06-08-06-58> (дата обращения: 04.02.2016).
13. *Swarr T. E., Hunkeler D., Klöpffer W. et al.* Environmental life-cycle costing: a code of practice // *The International Journal of Life Cycle Assessment.* — 2011. — Vol. 16, No. 5. — P. 389–391. DOI: 10.1007/s11367-011-0287-5.
14. *Андреев А. В.* Влияние конструкции верхнего строения пути на стоимость жизненного цикла при различных климатических и эксплуатационных условиях // *Известия Петербургского университета путей сообщения.* — 2014. — № 3(40). — С. 36–39.
15. *Rebitzer G., Seuring S.* Methodology and application of life cycle costing // *The International Journal of Life Cycle Assessment.* — 2003. — Vol. 8, No. 2. — P. 110–111. DOI: 10.1007/bf02978436.
16. *Rebitzer G.* Integrating life cycle costing and life cycle assessment for managing costs and environmental impacts in supply chains // *Cost Management in Supply Chains.* — Berlin : Springer, 2002. — P. 127–146. DOI: 10.1007/978-3-662-11377-6_8.
17. *Spielmann M., Scholz R.* Life cycle inventories of transport services: background data for freight transport (10 pp) // *The International Journal of Life Cycle Assessment.* — 2004. — Vol. 10, No. 1. — P. 85–94. DOI: 10.1065/lca2004.10.181.10.
18. *Селиверстов Я. А.* Основы теории субъективных функциональных возможностей рационального выбора // *Науковедение: интернет-журнал.* — 2014. — № 4(23). — С. 90.

19. Селиверстов Я. А., Селиверстов С. А. Формальная аксиоматика теории “функционального” субъективного потребительского поведения // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. — 2014. — № 4(199). — С. 34–48.
20. Катцын Д. В., Малыгин И. Г., Таранцев А. А. Математические закономерности пожаров на железнодорожном транспорте // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 3. — С. 15–21.
21. Kayrbekova D., Markeset T., Ghodrati B. Activity-based life cycle cost analysis as an alternative to conventional LCC in engineering design // International Journal of System Assurance Engineering and Management. — 2011. — Vol. 2, No. 3. — P. 218–225. DOI: 10.1007/s13198-011-0064-7.
22. Norris G. A. Integrating life cycle cost analysis and LCA // The International Journal of Life Cycle Assessment. — 2001. — Vol. 6, No. 2. — P. 118–120.
23. Белый О. В., Малыгин И. Г., Цыганов В. В., Еналеев А. К., Савушкин С. А. Принципы научной экспертизы крупномасштабных транспортных проектов // Транспорт: наука, техника, управление. — 2015. — № 3. — С. 3–11.

Материал поступил в редакцию 11 февраля 2016 г.

Для цитирования: Малыгин И. Г., Трудов О. Г. Метод модификационного управления стоимостью жизненного цикла противопожарных технических систем // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 5. — С. 5–17. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.05.5-17.

English

METHOD OF THE MODIFICATION CONTROL OF THE LIFE CYCLE COST OF FIRE TECHNICAL SYSTEMS

MALYGIN I. G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Fire Fighting Organization and Carrying out Rescue Operations, University of State Fire Service of Emercom of Russia (Moskovskiy Avenue, 149, Saint Petersburg, 196105, Russian Federation); Director of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences (12-ya Liniya Vasilyevskogo ostrova, 13, Saint Petersburg, 199178, Russian Federation; e-mail address: malygin_com@mail.ru)

TRUDOV O. G., Head of the Department of Scientific and Technical Programs of Technical Policy Department, OJSC “Russian Railways” (Novaya Basmannaya St., 2, Moscow, 107174, Russian Federation; e-mail address: joss@mail.ru)

ABSTRACT

The article is devoted to development of a new method of financial planning. To date, the method of assessment of the life cycle cost has already been tested in the calculation of the rolling stock and the complex technical systems rail transport. Unfortunately, life cost cycle method is not considered in relation to other types of activity of JSC “Russian Railways”, and in the review of activities was not proposed instruments, within the boundaries of which would be carried out improvement of the acquired complex technical products. The method of the modification of management of the life cycle cost of fire technical systems developed in several stages.

Using the method of valuation “life cycle cost” of products is analyzed here. The method of the modification control of the life cycle cost of technical systems is developed here with integrating assessment method “life cycle cost” of products and “the modification approach of creating new types of products”. To solve this problem using methods of discrete mathematics, formal logic and mathematical statistics. For the first time notions and definitions: vector of regulation of life cycle cost and vector of modification of technical system are introduced and are given the technique of their definition. Effectiveness of management of the life cycle cost of technical systems was evaluated with a coefficient of discounted of cost modification, net profit ratio modifications, and the method of calculating the planned economy. Logical-algorithmic model of the functional structure of the modification control of the life cycle cost of technical system are developed in accordance with the organizational structure of JSC “Russian Railways”. Description of each of the circuit blocks are given here. On the example of evaluation of various of automatic fire extinguishing systems is

demonstrated its reliability. Recommendations for further development and practical use of this method are given here. Methods of solution of problems of strategic investment planning with the use method of the modification management of the life cycle cost has generality and can be successfully used in other branches of transnational corporate economy. The use of a single methodology allows producers and consumers to obtain predictable results of calculations, to make economically sound decisions and more confident to carry out strategic planning, financial and business and innovation in the field of corporate fire safety.

Keywords: enterprise economics; cost management; life cycle costs; investment planning; automatic fire extinguishing systems; fire safety management; methods of creating new kinds of goods; life cycle assessment; railway transport.

REFERENCES

1. Trudov O. G., Kostrikin K. O. O primeneniі metodologii SZhTs dlya opredeleniya perspektivnykh napravleniy innovatsionnogo razvitiya produktsii [Application of lifecycle cost approach for identification of perspective ways of innovative production development]. *Tekhnika zheleznykh dorog — Railway Equipment*, 2011, no. 2(14), pp. 37–40.
2. Cheremin G. D. Problemy gosudarstvennoy politiki reformirovaniya Rossiyskogo zheleznodorozhnogo transporta [Public policy problems of reforming the Russian railway transport]. *Vlast — The Authority*, 2014, no. 5, pp. 59–64.
3. Shmeleva Yu. A. Printsipy vzaimodeystviya predpriyatiya s potrebitelyami na etape razrabotki novogo tovara [The principles of enterprise interactions with customers in the development phase of a new product]. *Problemy sovremennoy ekonomiki — Problems of Modern Economics*, 2011, no. 3(39), pp. 181–184.
4. Chepik Yu. G. Otsenka stareniya transportnykh sredstv [Evaluation of aging vehicles]. *Vestnik GGTU im. P. O. Sukhogo — Bulletin of Gomel State Technical University named after Sukhoi*, 2002, no. 1, pp. 67–75.
5. Simakova O. A. Reformirovaniye vagonoremontnogo kompleksa [Reforming the railway car repair complex]. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya — Proceedings of Petersburg Transport University*, 2008, no. 2(15), pp. 27–35.
6. Fedorov M. V., Legotin F. Ya., Sokolov D. N. Teoreticheskiye aspekty zatratno-rynochnogo tsenoobrazovaniya innovatsionnoy produktsii [Theoretical aspects of innovation products cost-based market pricing]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta — Journal of the Ural State University of Economics*, 2010, no. 5(31), pp. 63–72.
7. Kryukov V. A. Rossiyskiye vertikalno-integrirovannyye kompanii i mezhregionalnoye pereraspredeleniye finansovykh resursov [Russian vertically integrated companies and inter-regional redistribution of financial resources]. *Problemy prognozirovaniya — Studies on Russian Economic Development*, 2000, no. 2, pp. 101–110.
8. Bezborodova T. I., Makeeva E. M. Sravneniye sochetaniya kalkulyatsionnykh sistem [Comparing the combination of calculation systems]. *Nikonovskiy chteniya — Nikonovskiy Readings*, 2010, no. 15, pp. 164–166.
9. Malakhovskaya M. V., Skrylnikova N. A. Formirovaniye motivatsiy k sozdaniyu innovatsionnoy ekonomiki v Rossii [The formation of motivation for creating innovative economy in Russia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika — Tomsk State University Journal of Economics*, 2009, no. 1, pp. 24–38.
10. Maskaev S. A. Stoimost zhiznennogo tsikla i investitsionnaya sostavlyayushchaya v tarife za polzovaniye gruzovymi vagonami v mezhdunarodnom soobshchenii [Life cycle cost and investment component in tariff for use of freight wagons in international traffic]. *Izvestiya TulGU. Ekonomicheskiye i yuridicheskiye nauki — News of the Tula State University. Economic and Legal Sciences*, 2011, no. 1-1, pp. 181–190.
11. Malygin I. G. *Metody prinyatiya resheniy pri razrabotke slozhnykh pozharo-tekhnicheskikh sistem* [Methods of decision-making in the development of sophisticated fire-technical systems]. Saint Petersburg, Saint Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia Publ., 2007. 288 p.
12. Kovalev A. A., Mikava A. V., Okunev A. V. Opredeleniye stoimosti zhiznennogo tsikla slozhnykh tekhnicheskikh sistem [Life cycle cost determination of complex technical systems]. *Upravleniye ekonomicheskimi sistemami. Elektronnyy nauchnyy zhurnal — Management of Economic Systems. Scientific Electronic Journal*, 2013, no. 2(50). 15 p. Available at: <http://uecs.ru/uecs50-502013/item/1968-2013-02-06-08-06-58> (Accessed 4 February 2016).

13. Swarr T. E., Hunkeler D., Klöpffer W. et al. Environmental life-cycle costing: a code of practice. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2011, vol. 16, no. 5, pp. 389–391. DOI: 10.1007/s11367-011-0287-5.
14. Andreev A. V. Vliyaniye konstruktivnoy verkhneye stroeniya puti na stoimost zhiznennogo tsikla pri razlichnykh klimaticheskikh i ekspluatatsionnykh usloviyakh [Railway superstructure design influence on the life-cycle cost in different types of climate and operational conditions]. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya — Proceedings of Petersburg Transport University*, 2014, no. 3(40), pp. 36–39.
15. Rebitzer G., Seuring S. Methodology and application of life cycle costing. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2003, vol. 8, no. 2, pp. 110–111. DOI: 10.1007/bf02978436.
16. Rebitzer G. Integrating life cycle costing and life cycle assessment for managing costs and environmental impacts in supply chains. *Cost Management in Supply Chains*. Berlin, Springer, 2002, pp. 127–146. DOI: 10.1007/978-3-662-11377-6_8.
17. Spielmann M., Scholz R. Life cycle inventories of transport services: background data for freight transport (10 pp). *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2004, vol. 10, no. 1, pp. 85–94. DOI: 10.1065/lca2004.10.181.10.
18. Seliverstov Ya. A. Osnovy teorii subyektivnykh funktsionalnykh vozmozhnostey ratsionalnogo vybora [Fundamentals of the theory of subjective functionalities of opportunities of rational choice]. *Naukovedeniye. Internet-zhurnal — Naukovedeniye. On-line Journal*, 2014, no. 4(23), p. 90.
19. Seliverstov Ya. A., Seliverstov S. A. Formalnaya aksiomatika teorii “funktsionalnogo” subyektivnogo potrebitelskogo povedeniya [Formal axiomatic of subjective “functional” theory of consumer behavior]. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskkiye nauki — St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 2014, no. 4(199), pp. 34–48.
20. Kattsyn D. V., Malygin I. G., Tarantsev A. A. Matematicheskiye zakonomernosti pozharov na zhelezno-dorozhnom transporte [Mathematical appropriateness of fires on the railway transport]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 3, pp. 15–21.
21. Kayrbekova D., Markeset T., Ghodrati B. Activity-based life cycle cost analysis as an alternative to conventional LCC in engineering design. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 2011, vol. 2, no. 3, pp. 218–225. DOI: 10.1007/s13198-011-0064-7.
22. Norris G. A. Integrating life cycle cost analysis and LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2001, vol. 6, no. 2, pp. 118–120.
23. Bely O. V., Malygin I. G., Tsyganov V. V., Enaleev A. K., Savushkin S. A. Printsipy nauchnoy ekspertizy krupnomasshtabnykh transportnykh proyektov [Principles of scientific expertise of large transport projects]. *Transport: nauka, tekhnika, upravleniye — Transport: Science, Technology, Management*, 2015, no. 3, pp. 3–11.

For citation: Malygin I. G., Trudov O. G. Metod modifikatsionnogo upravleniya stoimostyu zhiznennogo tsikla protivopozharnykh tekhnicheskikh sistem [Method of the modification control of the life cycle cost of fire technical systems]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 5, pp. 5–17. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.05.5-17.