Система корректирующих коэффициентов для количественного учёта отраслевых рисков при инженерном прогнозировании эффективности внедрения технических решений в судостроительной промышленности России

Кох Лариса Вячеславовна
доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, lkokh@mail.ru,

Тепляшина Александра Михайловна
аспирант, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет; заместитель директора Центра управления программами инновационного развития и координации НИОКР АО «ЦТСС», a.teplyshina@icloud.com

В статье представлена разработанная авторами система корректирующих коэффициентов (К-факторов) для количественного учёта отраслевых рисков при инженерном прогнозировании эффективности внедрения технических решений в судостроении. На основе адаптированного FMEA-анализ выделены пять групп рисков: регуляторные, технологические, рыночные, кадровые и производственные. Предложен математический аппарат расчёта индивидуальных и агрегированных К-факторов, позволяющий раздельно учитывать вероятность и силу влияния каждого риска на доходы и затраты. Приведён расчёт К-факторов на примере типового инвестиционного проекта, выполнен анализ чувствительности. Показано, что в отличие от традиционной корректировки ставки дисконтирования, система обеспечивает более точную корректировку прогнозных денежных потоков и выявление критических рисков. Статья является продолжением исследования, посвящённого развитию теоретических и методологических положений инженерного прогнозирования эффективности внедрения технических решений в судостроительной промышленности России.

Ключевые слова: инженерное прогнозирование, технические решения, отраслевые риски, К-факторы, судостроение, FMEA-анализ, оценка эффективности, корректировка денежных потоков, анализ чувствительности.

Введение

В условиях санкционного давления и курса на развитие технологического суверенитета судостроительные предприятия России вынуждены принимать инвестиционные решения в условиях высокой неопределённости [1,2]. Ключевой проблемой становится достоверная оценка эффективности внедрения новых технических решений (ТР), особенно тех, которые связаны с импортозамещением, длительным циклом разработки и высокими технологическими рисками.

Под инженерным прогнозированием эффективности внедрения технических решений (ТР) понимается комплексный процесс, объединяющий прогноз технико-эксплуатационных параметров нового решения с его экономической оценкой [3]. Традиционные методы экономического блока такого прогнозирования (NPV, IRR, DPP) не позволяют учесть специфические отраслевые риски [4,5]. Обычно учёт рисков сводится к субъективной корректировке ставки дисконтирования –добавлению «премии за риск». Такой подход имеет существенные недостатки:

не отражает вероятностной природы рисков;

не позволяет раздельно оценить их влияние на доходы и затраты;

не даёт возможности идентифицировать наиболее опасные риски и разрабатывать упреждающие меры;

не поддерживает полноценный сценарный анализ.

Современные исследования в области управления рисками в судостроении [6-9] подтверждают необходимость перехода от качественных оценок к количественным моделям. Однако большинство из них остаются на уровне идентификации факторов риска или предлагают локальные методы, не интегрированные в экономическую оценку эффективности конкретных инвестиционных проектов.

В статье [3] авторами была предложена классификация ТР и двухконтурная архитектура интегрированной инженерно-экономической модели (ИИЭ-модель) прогнозирования. Настоящая статья посвящена разработке системы корректирующих коэффициентов (К-факторов, позволяющей перевести качественные экспертные оценки отраслевых рисков в количественные корректировки прогнозных денежных потоков.

Методология исследования

В основе исследования лежат методы системного анализа, теории вероятностей, экономико-математического моделирования и экспертных оценок. Идентификация отраслевых рисков выполнена с использованием адаптированного для судостроения FMEA-анализа, дополненного количественными шкалами. Для перевода балльных оценок в числовые значения использована линейная интерполяция. Расчёт К-факторов выполнен по авторским формулам. Апробация проведена на примере типового инвестиционного проекта по внедрению ТР категории ключевое техническое решение (КТР) в судостроении, структура которого основана на реальных отраслевых данных.

Научная новизна статьи

Научная новизна результатов данного исследования заключается в разработке системы К-факторов для количественного учёта отраслевых рисков при инженерном прогнозировании эффективности ТР в судостроении. В отличие от традиционного подхода, ограничивающегося субъективной корректировкой ставки дисконтирования, предложенная система впервые обеспечивает раздельный учёт вероятности и силы влияния каждого риска на доходы и затраты, что позволяет более достоверно корректировать прогнозные денежные потоки, выявлять наиболее критические риски и принимать обоснованные управленческие решения для стратегически значимых проектов.

Идентификация отраслевых рисков

На основе анализа отраслевой специфики и экспертных опросов выделены пять ключевых групп рисков (табл. 1), согласующихся с результатами исследований [6,7,8].

Таблица 1
Ключевые группы отраслевых рисков

№	Группа риска	Описание риска
1	Регуляторный (R1)	Изменение требований классификационных обществ (РМРС, РКО), пересертификация, изменения нормативно-правовой базы. Усиливается из-за отзыва иностранных сертификатов.
2	Технологический (R2)	Недостаточная отработанность технологии, нестабильность свойств материалов, сложности масштабирования лабораторных разработок.

№	Группа риска	Описание риска
3	Рыночный (R3)	Конкуренция, ценовое давление, изменение спроса. Частично снижается гособоронзаказом, но высок для гражданского судостроения.
4	Кадровый риск (R4)	Дефицит инженеров, технологов, сварщиков, ИТ-специалистов. Старение кадров, низкая привлекательность профессий.
5	Производственный риск (R5)	Сбои в цепочках поставок, логистические проблемы, срывы кооперационных связей. Усиливается санкционными ограничениями.

Источник: составлено авторами

Шкалы для количественной оценки рисков

Для оценки вероятности и влияния разработаны пятибалльные шкалы (1 балл соответствует практически невозможной вероятности и незначительному влиянию, 5 баллов – высокой вероятности и тотальному влиянию). Числовые значения коэффициентов, соответствующие каждому баллу, приведены в таблице 2.

Ввиду разнонаправленного влияния рисков (увеличение балла ведёт к снижению доходов и росту затрат) интерполяция проводилась единообразно по формуле линейной интерполяции (1), что обеспечило корректные значения для обоих типов статей денежных потоков.

$$X = X_{нижн} + (B - B_{нижн}) * \frac{X_{верх} - X_{нижн}}{B_{верх} - B_{нижн}}, \quad (1)$$

где B - средний балл экспертной оценки, $B_{верх}$, $B_{нижн}$ – границы балльного интервала, $X_{верх}$, $X_{нижн}$ – соответствующие числовые значения соответствующих коэффициентов из таблицы 2.

Таблица 2
Перевод балльных оценок в числовые значения параметров рисков

Балл	Коэффициент вероятности риска (Pj)	Коэффициент влияния на доходы (Ij.дох)	Коэффициент влияния на затраты (Ij.затр)
1	*0,05*	*0,975*	*1,025*
2	*0,20*	*0,875*	*1,100*
3	*0,40*	*0,700*	*1,225*
4	*0,60*	*0,500*	*1,400*
5	*0,85*	*0,300*	*1,600*

Источник: составлено авторами

Математический аппарат системы К-факторов

Индивидуальный корректирующий коэффициент (К-факторы) для j-го риска по каждой статье денежного потока (под построчным индексом «статья» подразумевается статья «доходы» или «затраты») по формуле (2):

$$K_{j.статья} = 1 + (I_{j.статья} - 1) \times P_j, \quad (2)$$

где $K_{j.статья}$ - индивидуальный корректирующий коэффициент (К-фактор) для j-го риска; P_j –вероятность реализации j-го риска (числовое значение из таблицы 2); $I_{j.статья}$ - коэффициент влияния j-го риска на соответствующую статью денежного потока (доходы или затраты), (из таблицы 2).

Из формулы (2) следуют частные случаи:

- при $P_j = 0$ (риск отсутствует), $K_{j.статья} = 1$ – корректировка не требуется;
- при $P_j = 1$ (риск реализуется обязательно), $K_{j.статья} = I_{j.статья}$ – статья изменится ровно в $I_{j.статья}$ раз.

Таким образом, К-фактор принимает значение от 0 до 1 для доходов (чем меньше, тем сильнее снижение) и значение ≥ 1 для затрат (чем больше, тем сильнее рост).

Пример:

Риск с вероятностью 0,4 (P_j=0,4) и влиянием на доходы 0,7 ($I_{j.доходы}$ = 0,7) даёт

$$K_{j.доходы} = 1 + (0,7 - 1) \times 0,4 = 0,88$$

т.е. доходы составят 88% от базовых.

Риск с вероятностью 0,6 (P_j=0,6) и влиянием на затраты 1,4 ($I_{j.затраты}$ =1,4) даёт

$$K_{j.затраты} = 1 + (1,4 - 1) \times 0,6 = 1,24$$

т.е. затраты вырастут на 24 %.

Для учёта совместного влияния всех идентифицированных рисков рассчитываются агрегированные К-факторы по формулам (3) и (4):

$$K_{дох} = \prod_{j \in J_{дох}} K_{j.дох}, \quad (3)$$

$$K_{затр} = \prod_{j \in J_{затр}} K_{j.затр}, \quad (4)$$

где $J_{дох}$ и $J_{затр}$ – множество рисков, влияющих соответственно на доходы и затраты.

В рамках настоящего исследования риски считаются независимыми, что является первым этапом разработки ИИЭ-модели. Учёт корреляции между рисками (например, кадровый риск – дефицит квалифицированных инженеров – усиливает технологический риск – рост брака) требует применения имитационного моделирования (метод Монте Карло) и является перспективным направлением дальнейших исследований. В современной зарубежной практике для анализа взаимовлияния рисков в судостроении активно развиваются методы машинного обучения и байесовские сети [12,13].

Далее проводится корректировка прогнозных денежных потоков. Скорректированный чистый денежный поток периода ($CF_t^{скор}$) рассчитывается по формуле (5):

$$CF_t^{скор} = \sum_{доходы} (Доход_t^{баз} \times K_{дох}) - \sum_{затраты} (Затраты_t^{баз} \times K_{затр}), \quad (5)$$

Под «затратами» понимается совокупные денежные оттоки периода.

Скорректированная чистая приведённая стоимость ($NPV_{скор}$) рассчитывается с учётом скорректированных чистых денежных потоков по стандартной формуле дисконтирования (6):

$$NPV_{скор} = \sum_{t=0}^{T} \frac{CF_t^{скор}}{(1+d)^t}, \quad (6)$$

где d – ставка дисконтирования (в настоящем исследовании принята равной 12%, что соответствует средневзвешенной стоимости капитала (WACC) для судостроительной отрасли, полученной кумулятивным методом).

Условные примеры расчёта К-факторов (три сценария)

Рассмотрим типовой инвестиционный проект по внедрению нового ТР категории КТР в судостроении (далее ИП), основанный на реальных отраслевых данных. Анализ проводится в трёх сценариях: безрисковый (риски не реализуются), рискованный (полный учёт отраслевых рисков на основе усреднённых экспертных оценок) и нейтральный (умеренный) (управление рисками с их снижением на 30%). Такой подход позволяет количественно оценить влияние рисков на эффективность проекта и обосновать необходимые управленческие решения.

Исходные данные для всех сценариев: выручка – 140,00 млн. руб. (ежегодно, в течение 5 лет); затраты – 35,00 млн. руб. (ежегодно, без учёта инвестиций); инвестиции – 150,00 млн. руб. (единовременные в нулевом году); ставка дисконтирования (d) – 12%.

Ниже представлен расчёт $NPV_{базовый}$ без учёта рисков соответствующий безрисковому сценарию:

$$NPV_{базовый} = -150,00 + \frac{140,00 - 35,00}{1,12} + \frac{140,00 - 35,00}{1,12^2} + \frac{140,00 - 35,00}{1,12^3} + \frac{140,00 - 35,00}{1,12^4} + \frac{140,00 - 35,00}{1,12^5} \approx -150,00 + 378,50$$

$$= 228,50 \ млн. \ руб. \ (положительный)$$

Данный ИП находится в рамках окупаемости и демонстрирует положительную эффективность в безрисковых условиях. Однако при учёте отраслевых рисков оценка может существенно измениться.

Сценарий 1. Безрисковый сценарий (риски не реализуются). Данный сценарий предполагает, что ни один из идентифицированных рисков не реализуется ($K_{безрис}^{дох} = 1,0$ и $K_{безрис}^{затр} = 1,0$). Денежные потоки остаются базовыми, $NPV_{безриск} = 228,50 \ млн. \ руб.$ – проект эффективен. Этот результат служит точкой отсчёта для оценки влияния рисков.

Сценарий 2. Рискованный сценарий (полный учёт отраслевых рисков). ИП реализуется с учётом отраслевых рисков в полном объёме и используются агрегированные К-факторы на основе усреднённых экспертных оценок (табл. 3,4).

Таблица 3
Экспертные оценки рисков для типового инвестиционного проекта (средние баллы)

Группа риска	Вероятность риска (P_j)	Влияние риска на доходы ($I_{j\ доходы}$)	Влияние на затраты ($I_{j\ затраты}$)
R1	3	3	2
R2	2	4	4
R3	4	3	3
R4	3	2	3
R5	3	3	4

Таблица 4
Расчёт индивидуальных К-факторов для типового инвестиционного проекта

Группа риска	P_j	$I_{j\ доходы}$	$I_{j\ затраты}$	$K_{j\ доходы}$ по формуле (2)	$K_{J\ затраты}$ по формуле (2)
R1	0,40	0,700	1,100	0,880	1,040
R2	0,20	0,500	1,400	0,900	1,080
R3	0,60	0,700	1,225	0,820	1,135
R4	0,40	0,875	1,225	0,950	1,090
R5	0,40	0,700	1,400	0,880	1,160

Агрегированные К-факторы:

$$K_{доходы.риск} = 0,880 \times 0,900 \times 0,820 \times 0,950 \times 0,880 = 0,544,$$

$K_{затраты.риск} = 1{,}040 \times 1{,}080 \times 1{,}135 \times 1{,}090 \times 1{,}160 = 1{,}614$.

Скорректированная ежегодная выручка: 140,00×0,544= 76,16 млн. руб.

Скорректированные ежегодные затраты: 35,00×1,614= 56,49 млн. руб.

Скорректированный денежный поток в год: 76,16 − 56,49= 19,67 млн. руб.

$$NPV_{скор.риск} = -150{,}00 + \sum_{t=1}^{5} 19{,}67/(1{,}12)^5 \approx -150{,}0 + 70{,}90$$

$$= -79{,}10 \ млн. \ руб. \ (отрицательный)$$

Проект становится резко убыточным с отрицательной эффективностью. Игнорирование отраслевых рисков может привести к принятию ошибочного инвестиционного решения.

Сценарий 3. Нейтральный (умеренный) сценарий (управление отраслевыми рисками). В данном сценарии в результате управленческих мер влияние рисков снижено на 30% по сравнению с сценарием 2.

Агрегированные К-факторы в этом сценарии:

$$K_{доходы.нейтрал} = 0{,}544 + 0{,}3 \times (1 - 0{,}544) = 0{,}681,$$

$$K_{затраты.нейтрал} = 1{,}614 - 0{,}3 \times (1{,}614 - 1) = 1{,}430.$$

Скорректированная ежегодная выручка: 140,00×0,681= 95,34 млн. руб.

Скорректированные ежегодные затраты: 35,00×1,430= 50,05 млн. руб.

Скорректированный денежный поток в год: 95,34 - 50,05= 45,29 млн. руб.

$$NPV_{скор.нейтрал} = -150{,}00 + \sum_{t=1}^{5} 45{,}29/(1{,}12)^5 \approx -150{,}0 + 163{,}30$$

$$= 13{,}30 \ млн. \ руб. \ (положительный)$$

ИП становится эффективным, хотя и существенно менее прибыльным, чем в безрисковом сценарии. Целенаправленное управление отраслевыми рисками позволяет восстановить экономическую привлекательность проекта.

Таблица 5
Результаты сценарного анализа для типового инвестиционного проекта

Сценарий	$K_{дох}$	$K_{затр}$	Денежный поток, млн. руб.	$NPV_{скор}$, млн. руб.
Безрисковый	1,000	1,000	105,00	+228,50
Рискованный	0,544	1,614	19,67	-79,10
Нейтральный (умеренный)	0,681	1,430	45,29	+13,30

Представленный пример наглядно иллюстрирует, что в безрисковом сценарии проект эффективен NPV > 0 ($NPV_{безриск} = +228{,}50 \ млн. \ руб.$); в рискованном сценарии учёт отраслевых рисков (через применение системы К-факторов) делает проект убыточным NPV < 0 ($NPV_{скор.риск} = -79{,}10 \ млн. \ руб.$). Традиционный подход (субъективная корректировка ставки дисконтирования) не позволил бы выявить какие именно риски приводят к такому результату; в нейтральном (умеренном) сценарии снижение рисков на 30% позволяет проекту выйти на положительный NPV ($NPV_{скор.нейтрал} = +13{,}30 \ млн. \ руб.$), хотя и значительно ниже значения, полученного в безрисковом сценарии. Система К-факторов даёт количественную оценку необходимого уровня управленческих воздействий для достижения уровня безубыточности.

Анализ чувствительности

На основе рискованного сценария (NPV = -79,10 млн. руб.), поскольку именно он отражает наиболее полный и консервативный учёт отраслевых рисков на основе усреднённых экспертных оценок, проведён анализ чувствительности к изменению агрегированных К-факторов (табл.6).

Варьирование осуществлялось на уровне агрегированных корректирующих коэффициентов ($K_{доход}$, $K_{затраты}$), аккумулирующих влияние всех идентифицированных рисков на доходы и затраты соответственно. Это позволило оценить совокупную чувствительность ИП к ошибкам в оценке рисков по пяти группам, без детализации по каждой группе риска, что соответствует общепринятой практике сценарного анализа (вариации ключевых параметров в пределах ±20-30% от базового значения) [6-9].

Изменение $K_{доход}$ на 20% приведёт к изменению NPV на 27-33% (строки 1-2), что указывает на высокую чувствительность проекта к точности оценки доходной части денежного потока. Изменение $K_{затраты}$ на 20% изменило NPV на 19% (строки 3-4). Одновременное ухудшение обоих К-факторов на 20% (строка 5) приведёт к росту убытка на 50,80% (с −79,10 до −119,30 млн. руб.). Кумулятивный эффект рисков сильнее, чем влияние каждого риска в отдельности, и подтверждает необходимость комплексного управления всеми группами рисков. Все рассмотренные изменения оставляют ИП убыточным в рискованном сценарии, что подчёркивает необходимость системных мер для выхода на положительный NPV (как показано в нейтральном (умеренном) сценарии (управление отраслевыми рисками)).

Сравнение с традиционным подходом (корректировка ставки дисконтирования)

Традиционный подход к учёту рисков предполагает увеличение ставки дисконтирования на премию за риск. Например, при ставке 20% (вместо 12%) базовый NPV проекта (без учёта К-факторов) составил бы 163,00млн. руб. Это значение не отражает реальной структуры рисков и не позволяет выявить «узкие места». Повышение ставки дисконтирования не даёт возможности разработать адресные меры по снижению конкретных рисков, так как все риски «свёрнуты» в одну надбавку. Помимо этого, такой подход не позволяет раздельно учесть вероятности наступления рисков и их влияние на доходы и затраты.

Таблица 6
Анализ чувствительности $NPV_{скор}$ к изменению агрегированных К-факторов

№	Изменяемый параметр	Изменение	Новое $K_{доход}$	Новое $K_{затраты}$	Новый $NPV_{скор}$ млн. руб.	Отклонение от базового, %
Рискованный сценарий (базовый)		–	0,544	1,614	-79,10	0,0
1	$K_{доход}$	+20%	0,653	1,614	-57,80	-26,9
2	$K_{доход}$	-20%	0,435	1,614	-105,10	+32,9
3	$K_{затраты}$	+20%	0,544	1,937	-94,30	+19,20
4	$K_{затраты}$	-20%	0,544	1,291	-64,10	-19,00
5	$K_{доход}$ и $K_{затраты}$	одновременно ухудшение на 20%	0,435	1,937	-119,30	+50,80

Примечание: отклонение рассчитано как $\frac{|NPV_{новое} - NPV_{базовое}|}{|NPV_{базовое}|} \times 100\%$

Под традиционным подходом в данном сравнении понимается классическая практика инвестиционного анализа, в которой учёт рисков сводится к субъективной корректировке ставки дисконтирования (добавлению «премии за риск»). При этом идентификация и оценка рисков, как правило, осуществляется с использованием качественных или полуколичественных инструментов (например, карта рисков, матрица «вероятность-влияние»), однако эти оценки не интегрируются в расчёт денежных потоков и не влияют на итоговые показатели эффективности (NPV, IRR) напрямую. Риски «свёрнуты» в одну надбавку к ставке, что не позволяет оценить их раздельное влияние на доходы и затраты. В отличие от этого, система К-факторов обеспечивает прямую количественную связь между идентифицированными рисками и скорректированным денежным потоком проекта, что позволяет не только ранжировать риски, но и оценивать их влияние на итоговую эффективность и разрабатывать адресные меры по управлению каждым из них. Сравнение подходов к учёту рисков представлено в таблице 7.

Таблица 7
Сравнение подходов к учёту рисков

Параметр	Традиционный подход (корректировка ставки дисконтирования)	Система К-факторов
Учёт вероятности рисков	✘ неявно (через надбавку)	явно P_j ()
Раздельное влияние рисков на доходы и затраты	✘ нет	да ($I_{j.\ доходы}$ и $I_{j.\ затраты}$)
Идентификация наиболее опасных рисков	✘ нет	да (по индивидуальным К-факторам)
Возможность сценарного анализа	✘ ограниченная (изменение ставки дисконтирования)	да (изменение P_j и I_j)
Прозрачность и воспроизводимость	✘ низкая	высокая
Возможность разработки мер по снижению рисков	✘ нет	да (по каждому идентифицированному риску)

Обсуждение и выводы

Разработанная система корректирующих коэффициентов (К-факторов) для количественного учёта отраслевых рисков при инженерном прогнозировании эффективности внедрения ТР в судостроении обладает следующими преимуществами:

Раздельный учёт вероятности и влияния рисков. К-факторы позволяют оценить вероятность наступления каждого риска и степень его влияния на доходы и затраты, что повышает точность и обоснованность прогнозов.

Дифференцированное влияние на разные статьи денежного потока. Один и тот же риск может по-разному влиять на доходы и затраты. Система

К-факторов учитывает это через раздельные коэффициенты влияния $I_{j.доходы}$ и $I_{j.затраты}$.

Прозрачность и воспроизводимость. Все исходные данные фиксируются в формализованных шкалах (таблица 2), что позволяет проводить независимую проверку расчётов и повторять их для любых проектов.

Возможность сценарного анализа и анализа чувствительности. Варьируя уровни вероятности и влияния отдельных рисков, можно оценить устойчивость проекта и выявить наиболее критичные риски.

Интеграция в двухконтурную модель. К-факторы являются ключевым элементом стратегического контура ИИЭ-модели [3].

Ограничения и перспективы развития

В рамках настоящего исследования предполагалась независимость рисков. Учёт корреляции требует применения имитационного моделирования (метод Монте-Карло) и является перспективным направлением дальнейших исследований. Также необходимы накопление ретроспективных данных для статистической калибровки уровней вероятностей и влияний рисков, а также адаптация шкал под специфику конкретных предприятий отрасли.

Заключение

В статье представлена система корректирующих коэффициентов (К-факторов) для количественного учёта отраслевых рисков при прогнозировании эффективности внедрения ТР в судостроении. Предлагаемый подход позволяет раздельно учитывать уровни вероятности и влияния каждого идентифицированного риска на доходы и затраты, обеспечивая тем самым более точную и прозрачную оценку по сравнению с традиционной корректировкой ставки дисконтирования. Апробация на условном типовом инвестиционном проекте показала, что система К-факторов может быть использована для обоснования инвестиционных решений и определения необходимого уровня управленческих воздействий. Дальнейшие исследования будут направлены на учёт корреляции между рисками, накопление эмпирических данных и автоматизацию расчётов.

Литература

1. Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2036 года и на дальнейшую перспективу до 2050 года, утв. распоряжением Правительства РФ от 28.10.2019 N 2553-р (в редакции, введенной в действие распоряжением Правительства РФ от 12.05.2025 №1181-р). [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL: http://government.ru/docs/54990/ (дата обращения: 07.06.2026).
2. Постановление Правительства РФ от 05.12.2025 N 1990 «О целевых показателях в области технологической политики в Российской Федерации».
3. Кох Л.В., Тепляшина А.М. Классификация технических решений как основа двухконтурного подхода инженерного прогнозирования эффективности их внедрения в судостроительной промышленности России// «Инновации и инвестиции». – 2026. №7, С.353-357.
4. Кох Л.В., Палкина Е.С., Трифонов В.А., Ходжаева А.М. Технические решения как инструмент инновационного развития судостроительных предприятий // «Инновации и инвестиции». – 2022. №10, С. 240-250.
5. Тепляшина А.М., Кох Л.В. От анализа отраслевых вызовов к методологии инженерного прогнозирования: развитие инструментария управления техническими решениями в судостроительной промышленности России // «Счисляевские чтения: актуальные проблемы экономики и управления» — 2026. №15 (15). С. 425-432.
6. Аминова Ф.И., Ляшенко Е.А. Некоторые вопросы анализа рисков в судостроительной промышленности // Экономика и предпринимательство. – 2023. № 3, С. 1220-1223.
7. Аминова Ф.И., Семковская А.В. Рискообразующие факторы в сфере судостроения // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. Т.1. №5, С. 10-15.
8. Сурина А.В., Сорокина Д.М. Концепция «риск-ресурс» в модели управления рисками диверсификации судостроительных предприятий ОПК // Металлообработка. – 2025. №1(145). С. 56-66.
9. Ильин С.М., Самарская Н.А., Симанович С.В. Вертикальный риск-профиль в судостроении и судоремонте: охрана труда в условиях многоуровневого производственного пространства // Экономика труда. – 2025. Т.12. №7, С. 1093-1110.
10. Татаринов Ю.Б. Проблемы оценки эффективности фундаментальных исследований. – М.: Наука, 1986. – 227 с.
11. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993 – 278 с.
12. Yan, A., Sohag, K., & Cherian, J. A Bayesian network based framework for ripple effect analysis in cross-tier shipbuilding supply chains // Expert Systems with Applications. – 2025. – Vol. 272. – Art. 126633.
13. Tian, Z., Park, S., & Lee, J. Advancing sustainable shipbuilding through a hybrid risk prioritization model: integrating FMEA and machine learning // Sustainable Production and Consumption. – 2025. – Vol. 45. – P. 150-165.
14. Михеева Т.А., Чибизова И.А. Управление рисками в судостроительных проектах с использованием сетевых графиков // Транспорт. Горизонты развития: Материалы Международного научно-практического форума. – ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2025. [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75157170 (дата обращения: 07.06.2026).
15. Паутова О.А. Автоматизация поддержки принятия решений при управлении производственными рисками на судостроительном предприятии: дис…. канд. тех. наук:2.3.3/ Паутова Оксана Алексеевна. - Н.Новгород, 2021.- 160с.

The system of correction coefficients for quantitative accounting of industry risks in engineering forecasting the effectiveness of the implementation technical solutions in the Russian shipbuilding industry

Kokh L.Vy., Teplyashina A.M.
State Marine Technical University, JSC «SSTC»

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The article presents a system of correction coefficients (K-factors) developed by the authors, for quantitative accounting of industry risks in engineering forecasting the effectiveness of implementing technical solutions in shipbuilding. Based on the adapted FMEA-analysis, five groups of risks are identified: regulatory, technological, market, personnel and production. A mathematical apparatus for calculating individual and aggregated K-factors is proposed, which makes it possible to separately take into account the probability and strength of the impact of each risk on income and costs. The calculation of K-factors is given on the example of a typical investment project, and a sensitivity analysis is performed. It is shown that, unlike the traditional adjustment of the discount rate, the system provides a more accurate adjustment of protected cash flows and identification of critical risks.

Keywords: engineering forecasting, technical solutions, industry risks, K-factors, shipbuilding, FMEA analysis, efficiency assessment, cash flow adjustment, sensitivity analysis.

References

1. Strategy for the Development of the Shipbuilding Industry for the Period up to 2036 and for the Further Perspective up to 2050, approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 2553-r of October 28, 2019 (as amended by Decree of the Government of the Russian Federation No. 1181-r of May 12, 2025). – Available at: http://government.ru/docs/54990/ (accessed 20.05.2026).
2. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1990 of December 5, 2025. On Target Indicators in the Field of Technological Policy in the Russian Federation.
3. Koch L.V., Teplyashina A.M. Classification of technical solutions as the basis for a two-circuit approach to engineering forecasting of the effectiveness of their implementation in the Russian shipbuilding industry// Innovations and Investments. – 2026 (in print).
4. Kokh L.V., Palkina E.S., Trifonov V.A., Khodzhaeva A.M. Technical solutions as a tool for innovative development of shipbuilding enterprises // Innovations and Investments. – 2022. – No. 10. – P. 240–250.
5. Teplyashina A.M., Kokh L.V. From the analysis of industry challenges to the methodology of engineering forecasting: development of a toolkit for managing technical solutions in the shipbuilding industry of Russia // Schisljaevskie Readings: Current Problems of Economics and Management. – 2026. – No. 15 (15). – P. 425–432.
6. Aminova F.I., Lyashenko E.A. Some Issues of Risk Analysis in the Shipbuilding Industry // Economics and Entrepreneurship. – 2023. No. 3, pp. 1220-1223.
7. Aminova F.I., Semkovskaya A.V. Risk-Generating Factors in the Shipbuilding Industry // Economics and Management: Problems and Solutions. – 2023. Vol. 1. No. 5, pp. 10-15.
8. Surina A.V., Sorokina D.M. The concept of "risk-resource" in the risk management model of diversification of shipbuilding enterprises of the military-industrial complex // Metalworking. – 2025. No. 1(145). Pp. 56-66.