

ОЦЕНИВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ В ЗАДАЧАХ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОСТРОЙКИ СУДОВ

В статье рассмотрено применение сценарного планирования при оценке эффективности стоимостных показателей при постройке судов. Рассмотренные в работе методы оценивания сценариев могут составить информационно-аналитическое обеспечение систем поддержки принятия решений в судостроительной отрасли.

Ключевые слова: сценарии, метод анализа иерархий, нелинейная схема компромиссов, целевое оценивание сценариев.

У статті розглянуто застосування сценарного планування при оцінці ефективності вартісних показників у суднобудуванні. Розглянуті в роботі методи оцінювання сценаріїв можуть скласти інформаційно-аналітичне забезпечення систем підтримки ухвалення рішень в суднобудівельній галузі.

Ключові слова: сценарії, метод аналізу ієрархій, нелінійна схема компромісів, цільове орієнтування галузі.

In the article application of the scenario planning is considered at an estimation cost indexes at building of courts. The methods of evaluation of scenarios considered in-process can make the информационно-аналитическое providing of the systems of support of making a decision in shipbuilding industry.

Key words: scenarios, method of analysis of hierarchies, nonlinear chart of compromise, having a special purpose evaluation of scenarios.

ВВЕДЕНИЕ

Стоимость постройки судов в наиболее концентрированном виде характеризует оптимальность конструкции, технологии и организации труда. Как и любая модель сложного процесса, модель стоимости постройки судна является прогнозом результирующего фактора, а моделирование – прежде всего информационная задача. В связи с этим достоверность стоимости определяется потенциалом информации о параметрах проекта судна. Следует отметить, что расчеты стоимости постройки судна производятся на ранних стадиях в рамках разработки коммерческого предложения (или предконтрактного проекта) [4, 5]. Применение на стадии разработки коммерческого предложения упрощенных математических моделей формирования цены, базирующихся на параметрических методах сопоставления характеристик предлагаемого к постройке судна и характеристик судна – прототипа не всегда имеет место вследствие отсутствия в последний период времени серийных заказов на постройку судов.

В этой связи анализ стоимости на ранних этапах создания судна может быть проведен на основе генерации и оценивания вариантов-сценариев, целью которых является формирование множества возможных событий и условий будущего с учетом вероятных изменений внутренних и внешних факторов, влияющих на рассматриваемую предметную область.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью работы является рассмотрение подходов к анализу и оцениванию различных сценариев формирования стоимостных показателей постройки судов с применением методов многокритериального оценивания альтернатив.

1. ОЦЕНКА СЦЕНАРИЕВ СТОИМОСТИ ПОСТРОЙКИ КОРАБЛЕЙ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Расчеты стоимости постройки корабля в практике судостроения, как правило, производится на ранних стадиях. Они фактически являются моделями стоимости и строятся на основе действующих нормативных документов. Оценка стоимости может быть сведена к сумме следующих укрупненных составляющих [4]: собственных затрат судостроительного предприятия, зависящих от объема работ (трудоемкости); материальных затрат; затрат на конкретные поставки и работы. Модель стоимости (C) на этой основе имеет вид:

$$C = P + M + K \tag{1}$$

где P – собственные затраты предприятия; M – материальные затраты; K – затраты на поставки и работы сторонних организаций. Все составляющие измеряются в денежных единицах.

Основным недостатком такой модели является то, что она не учитывает временную динамику процессов, протекающих на предприятии, а также инфляционные процессы в экономике. Поэтому удельный вес каждой из составляющих модели (1) аналитически определить достаточно сложно. Вместе с тем может быть выполнен качественный анализ стоимости постройки судна посредством построения ряда сценариев с привлечением экспертов и последующего их оценивания.

В качестве современного «инструмента» для такого анализа может выступать метод анализа иерархий (МАИ), получивший в последние годы достаточно широкое применение в задачах планирования и прогнозирования. Рассмотрим основные положения МАИ. Прежде всего выполняется структуризация задачи, в рамках которой определяются цели, критерии и альтернатива, а также устанавливаются связи между ними (рис. 1).

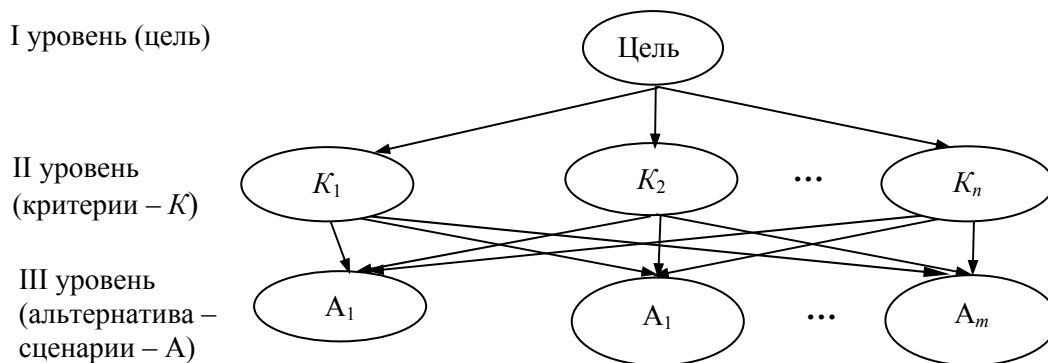


Рис. 1. Иерархия «цель» – «критерии» – «альтернативы»

Далее с использованием табл. 1 выполняется попарное сравнение критериев (табл. 2) и альтернатив относительно каждого из критериев (табл. 3).

Таблиця 1

Градация предпочтений для попарного сравнения альтернатив

Количественная оценка	Степень преимущества одного объекта в сравнении с другими	Количественная оценка	Степень преимущества одного объекта в сравнении с другими
9	Несравнимо лучше	1/9	Несравнимо хуже
7	Значительно лучше	1/7	Значительно хуже
5	Лучше	1/5	Хуже
3	Умеренно лучше	1/3	Умеренно хуже
1	Равная приоритетность	1	Равная приоритетность
2,4,6,8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	

Формой представления результатов попарных сравнений является обратнo-симметричная матрица вида [7]:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

Таблиця 2

Попарное сравнение критериев

Критерии	K_1	K_2	...	K_n	d	ω
K_1	1				d_1	ω_1
K_2		1			d_2	ω_2
...			1	
K_n				1	d_n	ω_n

Таблиця 3

Попарное сравнение альтернатив относительно каждого из критериев

K_1	A_1	A_2	...	A_m	d	V_1	K_n	A_1	A_2	...	A_m	d	V_n
A_1						V_1^1	A_1						V_n^1
A_2						V_1^2	A_2						V_n^2
...					
A_m						V_1^m	A_m						V_n^m

где $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, и $i = \overline{1, n}$ и $j = \overline{1, n}$ относятся соответственно к строке и столбцу, а n – число

сравниваемых элементов; a_{ij} – числа, взятые из табл. 1 и соответствующие определенным градациям предпочтения.

По данным этой матрицы формируется набор локальных приоритетов посредством вычислений значений собственного вектора и последующей нормализацией его компонент по следующей схеме:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sqrt[n]{a_{11} \cdot a_{12} \cdot a_{13} \cdot \dots \cdot a_{1n}} = d_1 \\ \sqrt[n]{a_{21} \cdot a_{22} \cdot a_{23} \cdot \dots \cdot a_{2n}} = d_2 \\ \dots \\ \sqrt[n]{a_{n1} \cdot a_{n2} \cdot a_{n3} \cdot \dots \cdot a_{nn}} = d_n \end{array} \right\} \Rightarrow d_1 + d_2 + \dots + d_n = D =$$

$$\Rightarrow \frac{d_1}{D} = \omega_1; \quad \frac{d_2}{D} = \omega_2, \dots, \frac{d_n}{D} = \omega_n \Rightarrow (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) - \text{вектор приоритетов}$$

Согласованность значений вектора приоритетов (весовых коэффициентов) следует проводить, используя рекомендации той же работы [7]. Для этого необходимо подсчитать индекс согласованности (ИС) как $ИС = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1}$,

где $\lambda_{\max} = \left(\sum_{j=1}^{n_1} a_j \right) \cdot \omega_1 + \left(\sum_{j=1}^{n_2} a_j \right) \cdot \omega_2 + \dots + \left(\sum_{j=1}^{n_n} a_j \right) \cdot \omega_n$ – максимальное собственное число

матрицы (2). Отношения величины ИС к случайному индексу (СИ), значения которого приведены в [7], позволяют получить отношение согласованности (ОС). Значение $ОС \leq 10\%$ считается приемлемым.

На последнем этапе МАИ выполняется расчет эффективности (S) рассматриваемых сценариев-альтернатив в соответствии со следующими выражениями:

$$S_1 = (\omega_1 \cdot V_1^1) + (\omega_2 \cdot V_2^1) + \dots + (\omega_n \cdot V_n^1)$$

$$S_2 = (\omega_1 \cdot V_1^2) + (\omega_2 \cdot V_2^2) + \dots + (\omega_n \cdot V_n^2)$$

$$S_m = (\omega_1 \cdot V_1^m) + (\omega_2 \cdot V_2^m) + \dots + (\omega_n \cdot V_n^m)$$

Здесь «веса» альтернатив относительно критериев V, которые подсчитываются аналогично весам критериев ω .

Рассмотрим пример использования МАИ для анализа модели (1). Структуризация задачи представлена на рис. 2, где сценариям-альтернативам соответствуют следующие качественные градации: А1 – стоимость постройки судна ниже мировых цен; А2 – соответствует мировым ценам; А3 – превышает мировые цены. Подсчет значений весовых коэффициентов для критериев и альтернатив дан в таблицах 4÷7.

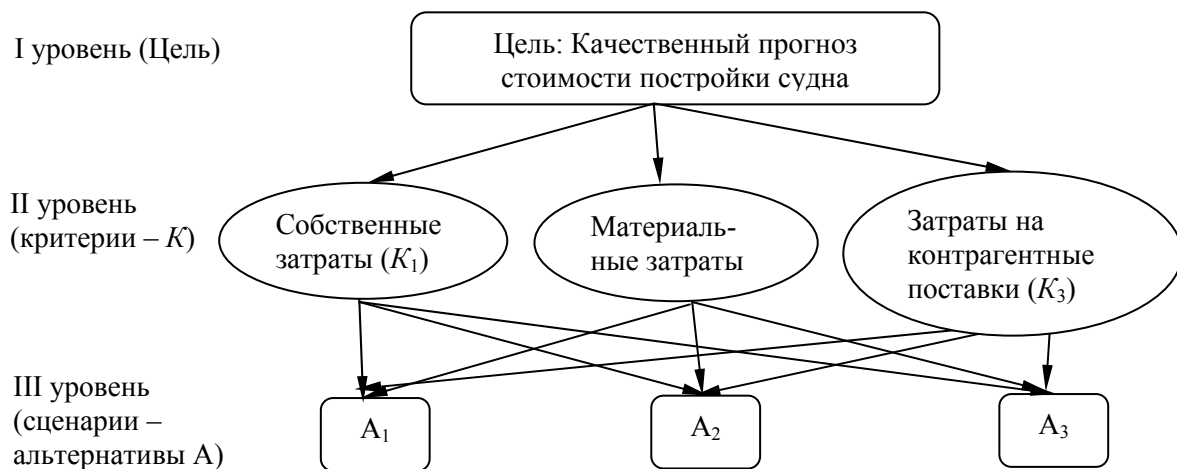


Рис. 2. Иерархия качественного анализа модели постройки судна

Таблиця 4

Результаты попарного сравнения критериев

Критерий	K_1	K_2	K_3	ω
K_1	1	5	1/7	0,26
K_2	1/5	1	1/3	0,10
K_3	7	3	1	0,64

$$\lambda_{\max} = 3,18$$

Таблиця 5

Результаты сравнения альтернатив относительно критерия (K)

	K_1	A_1	A_2	A_3	V
A_1		1	5	3	0,42
A_2		1/5	1	1/7	0,28
A_3		1/3	7	1	0,3

$$\lambda_{\max} = 3,07$$

Таблиця 6

Результаты сравнения альтернатив относительно критерия (K_2)

K_2	A_1	A_2	A_3	V
A_1	1	3	3	0,54
A_2	1/3	1	1/5	0,26
A_3	1/3	5	1	0,2

$$\lambda_{\max} = 2,98$$

Таблиця 7

Результаты сравнения альтернатив относительно критерия (K_3)

K_3	A_1	A_2	A_3	V
A_1	1	5	9	0,18
A_2	1/5	1	1/7	0,14
A_3	1/9	7	1	0,68

$$\lambda_{\max} = 3,09$$

Расчет эффективности каждого из сценариев дает следующие результаты:

$$S_{A_1} = 0,26 \cdot 0,42 + 0,10 \cdot 0,28 + 0,64 \cdot 0,3 = 0,22$$

$$S_{A_2} = 0,26 \cdot 0,54 + 0,10 \cdot 0,26 + 0,64 \cdot 0,2 = 0,294$$

$$S_{A_3} = 0,26 \cdot 0,18 + 0,10 \cdot 0,14 + 0,64 \cdot 0,68 = 0,495$$

Полученные результаты говорят о том, что сценарий S_{A_3} получил наибольшую оценку, что характеризует прогнозируемую стоимость постройки судна превышающую мировые цены.

2. ОЦЕНИВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПОСТРОЙКИ КОРПУСА СУДНА ПО НЕЛИНЕЙНОЙ СХЕМЕ КОМПРОМИССОВ

В рамках данного подхода решаются следующие задачи [1,6]:

- формирование системы критериев и разработка на этой основе форм-анкет для опроса экспертов;
- формализованная аналитическая и качественная оценка сценариев по частным (локальным) и агрегированным критериям;
- выбор на основе полученных оценок наиболее эффективных альтернатив.

Одной из основных составляющих оценивания альтернативных сценариев является формирование системы критериев, которые должны по возможности полно отражать их свойства и характеристики. При этом общая совокупность частных (локальных) критериев может быть агрегирована (кластеризована) по различным группам (рис. 3) [6].

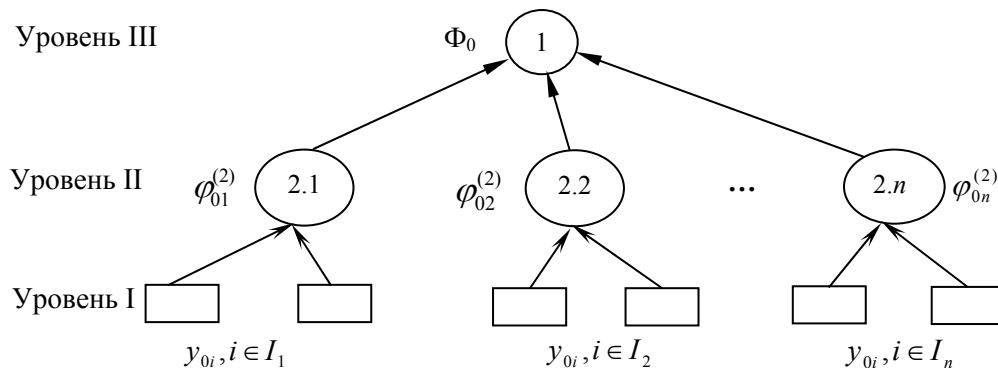


Рис. 3. Структуризация задачи иерархической схемой

Далее эксперты выставляют альтернативам оценки по локальным критериям в пределах 10-балльной шкалы, которые представляют совокупность чисел f_{jk} , где $j = 1, \dots, m$ – число экспертов, а $k = 1, \dots, l$ – число критериев.

Затем рассчитываются оценки, усредненные по числу экспертов:

$$f_k = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_{jk} \quad (3)$$

Нормированные оценки по локальным критериям определяются по формуле:

$$y_{ok} = 1 - 0,1f_k, y_{ok} \in [0,1], k = 1, \dots, l, \quad (4)$$

которым сопоставляется обращенная нормированная фундаментальная шкала (табл. 8) [6].

Таблица 8

Обращенная нормированная фундаментальная шкала

Критерии качества	Оценки по фундаментальной шкале (f_{ik})	Оценки по обращенной нормированной шкале (Y_{ok})
Неприемлемое	0-3	1,0-0,7
Низкое	3-5	0,7-0,5
Удовлетворительное	5-6	0,5-0,4
Хорошее	6-8	0,4-0,2
Высокое	8-10	0,2-0,0

Такая шкала позволяет поставить в соответствие количественным оценкам нечеткие качественные градации. Применение обращенной шкалы (когда альтернативы с высокой эффективностью получают оценки, близкие к нулю, а с неприемлемой – близкие к единице) необходимо для расчета обобщенных аналитических оценок сценариев путем свертки локальных оценок (3) по нелинейной схеме компромиссов [1]:

$$Y(y_o) = \sum_{k=1}^l \frac{1}{(1 - y_{ok})} \quad (5)$$

Как видно, в случае ограничений, если оценка по какому-то критерию близка к неприемлемому значению – знаменатель (5) уменьшается и в наихудшем случае приближается к нулю, схема «сигнализирует» об этой ситуации. Такой подход позволяет «штрафовать» альтернативы при приближении оценок по критериям к предельно допустимым значениям. Полученная интегральная оценка (5) нормируется по формуле:

$$Y_o = \frac{Y(y_o)}{Y_{\max}}, \quad \text{где } Y_{\max} = l \frac{1}{1 - y_{o \max}}, \quad (6)$$

$y_{o \max}$ – величина гранично допустимой оценки из интервала неприемлемых значений. В соответствии с обращенной шкалой (см. табл. 8) наиболее эффективной является альтернатива, для которой $Y_o = \min$.

Расчет оценок по агрегированным критериям проводится методом вложенных скалярных свертков по формуле [6]:

$$\varphi_i = \sum_{j=1}^{J_i} \frac{1}{[1 - y_{oij}]}, \quad i = 1, \dots, I. \quad (7)$$

Здесь φ_i – оценки по агрегированным критериям, I – количество групп критериев, J_i – количество локальных критериев в группах.

Обобщенная оценка рассматриваемой альтернативы вычисляется по формулам [6]:

$$\Phi_o = \sum_{i=2}^I \frac{1}{[1 - \varphi_{oi}]}, \quad \varphi_{oi} = \frac{\varphi_i}{B_i}, \quad B_i = J_i \cdot \frac{1}{(1 - y_{o \max})}, \quad i = 1, \dots, I \quad (8)$$

Здесь φ_{oi} – нормированные оценки сценария по агрегированным критериям, B_i – предельно допустимая оценка по агрегированным критериям, $y_{o \max}$ имеет тот же смысл, что и в (6). Результирующая нормированная оценка альтернативы равна:

$$\Phi_o = \frac{\Phi}{\Phi_{\max}}, \quad \text{где } \Phi_{\max} = I \cdot \frac{1}{1 - y_{o \max}} \quad (9)$$

Количественной оценке сценария Φ_0 можно сопоставить соответствующую качественную градацию, используя фундаментальную шкалу (см. табл. 8). Изложенная методика может использоваться как для оценки одного сценария, так и для сравнительной оценки ряда вариантов.

Рассмотрим пример. Пусть необходимо оценить один из сценариев возможной себестоимости постройки корпуса судна. Анализ публикаций по этой проблеме [2, 4, 5], а также проведение консультаций с экспертами позволили сформировать систему из 10 критериев, агрегированную в виде 3-х групп (рис. 4). $I = 3$ ($J_1 = 3, J_2 = 4, J_3 = 3$).

Необходимо получить оценки по отдельным критериям, агрегированные оценки и интегральную количественную и качественную оценку сценария. Информация, необходимая для данных расчетов, получена на основе экспертных оценок и представлена в таблице 9.

Таблица 9

Оценки по группам критериев

Оценки	Критерии 1-й группы			Оценки	Критерии 2-й группы				Оценки	Критерии 3-й группы		
	1	2	3		1	2	3	4		1	2	3
f_k	9	10	9	f_k	8	9	7	5	f_k	8	6	7
y_{ok}	0,1	0	0,1	y_{ok}	0,2	0,1	0,3	0,5	y_{ok}	0,2	0,4	0,3

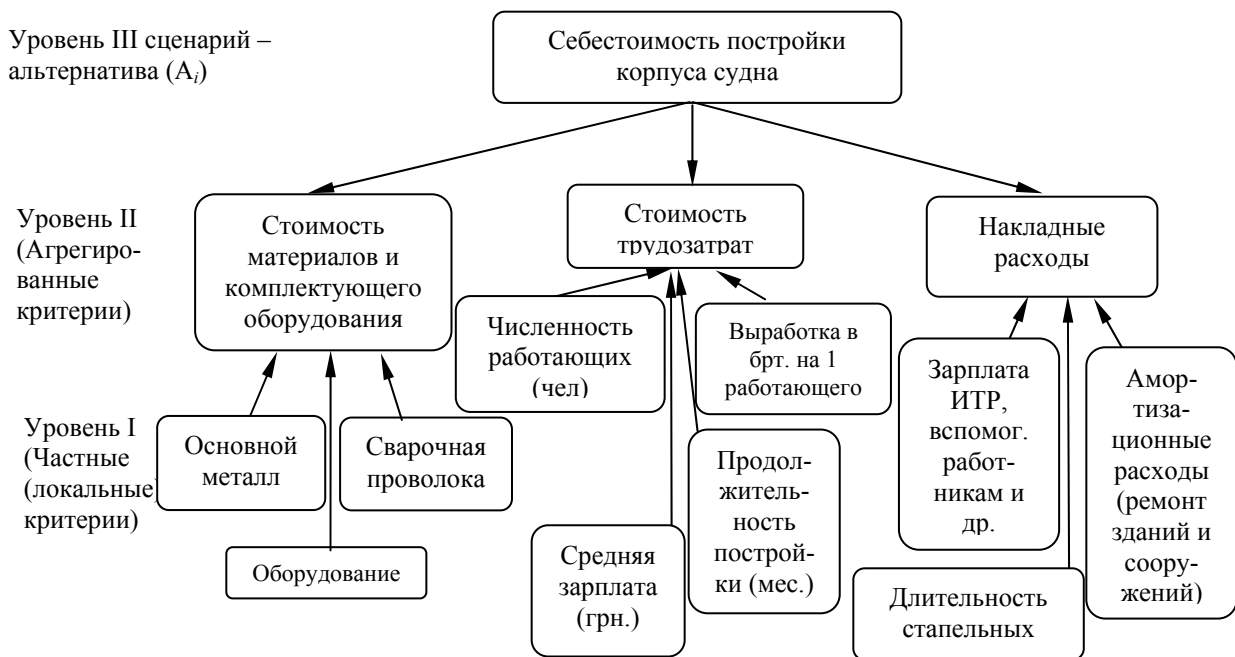


Рис. 4. Иерархическая структура для сценария «Себестоимость постройки корпуса судна»

Используя выражения (3) и (4), выполним необходимые расчеты:

$$Y(y_o) = \sum_{k=1}^{l=10} \frac{1}{(1-y_{ok})} = \left(\frac{1}{(1-0,1)} + \frac{1}{(1-0)} + \frac{1}{(1-0,1)} \right) + \left(\frac{1}{(1-0,2)} + \frac{1}{(1-0,1)} + \frac{1}{(1-0,3)} + \frac{1}{(1-0,5)} \right) + \left(\frac{1}{(1-0,2)} + \frac{1}{(1-0,4)} + \frac{1}{(1-0,3)} \right) = 13,36$$

Принимаем $Y_{0\max} = 0,75$, тогда $Y_{\max} = 10 \cdot \frac{1}{1-0,75} = \frac{10}{0,25} = 40$, $Y_o = \frac{13,36}{40} = 0,33$. Сопоставив

полученное значение $Y_o = 0,33$ таблице 8, определим, что этому значению нормированной оценки соответствует категория качества «хороше».

Используя выражения (7), (8), (9), определим агрегированные оценки по группам критериев и результирующую оценку альтернативы по вложенным скалярным сверткам. Имеем:

$\varphi_1 = 3,22$; $\varphi_2 = 5,79$; $\varphi_3 = 4,35$; при

$$y_{o\max} = 0,75 : B_1 = \frac{3}{0,25} = 12; B_2 = \frac{4}{0,25} = 16; B_3 = \frac{3}{0,25} = 12; \varphi_{01} = \frac{3,22}{12} = 0,268;$$

$$\varphi_{02} = \frac{5,79}{16} = 0,36; \varphi_{03} = \frac{4,35}{12} = 0,362;$$

$$\Phi = \left(\frac{1}{[1-0,268]} \right) + \left(\frac{1}{[1-0,36]} \right) + \left(\frac{1}{[1-0,362]} \right) = 4,495.$$

$$\Phi_{\max} = \frac{3}{0,25} = 12; \Phi_0 = \frac{4,495}{12} = 0,37.$$

Полученная оценка Φ_0 несколько отличается от оценки Y_o , однако находится в той же градации качества (см. табл. 8).

3. ЦЕЛЕВОЕ ОЦЕНИВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ СВАРКИ МОНТАЖНОГО СОЕДИНЕНИЯ СУДОВОГО НАБОРА

Одним из факторов, влияющих на стоимость постройки судов при блочном методе формирования корпусов является сварка монтажных стыков, количество которых в корпусах с продольной системой набора, наиболее характерной для современных судов, почти в три раза больше, чем при сборке корпусов, набранных по поперечной схеме. Это существенно повышает трудоемкость, а следовательно, и стоимость стапельных сварочных работ, что вызывает необходимость выбора наиболее экономичной технологии сварки уже на стадии технологической подготовки производства.

В работе [3] рассмотрен аналитический подход выбора варианта технологического процесса сварки стыкового соединения, в основе которого лежит метод многокритериальной оптимизации и используется ряд целевых функций, характеризующихся числовыми показателями. Тем не менее, при условии корректного определения основной цели и критериев, обеспечивающих экономичность технологических процессов, на ранних стадиях постройки судов может быть проведен качественный анализ указанной проблемы. В основу такого анализа может быть положена методика целевого оценивания сценариев-альтернатив, описанная в работах [6, 8]. В рамках этой методики выполняются следующие действия:

- строится иерархическая структура целей путем последовательной декомпозиции главной цели на подчиненные подцели;
- определение степени достижения целей и коэффициентов влияния подцелей на достижение непосредственных надцелей;
- расчет для элементов иерархии степени достижения целей и определяются на этой основе интегрального показателя эффективности сценариев.

Пример декомпозиции главной цели на подчиненные подцели представлен на рис. 5 [6]. Здесь главная цель обозначена символом «0» и может быть реализована путем выполнения совокупности подцелей (1, 2, 3) и (11, 12, 21, 22, 23, 31, 32, 33), опирающихся на проекты Пр1, Пр2, Пр3, выступающие в качестве альтернатив.

Связи отображаются стрелками, которые выходят из подцели и входят в надцели. Таким образом, в представленном графе всегда есть путь, который ведет из подцели в надцель, а главная цель является надцелью всех целей, входящих в иерархию.

Используются следующие обозначения: d_i – степень достижения i – цели; ω_j – коэффициент влияния j -й подцели на достижение i -й надцели.

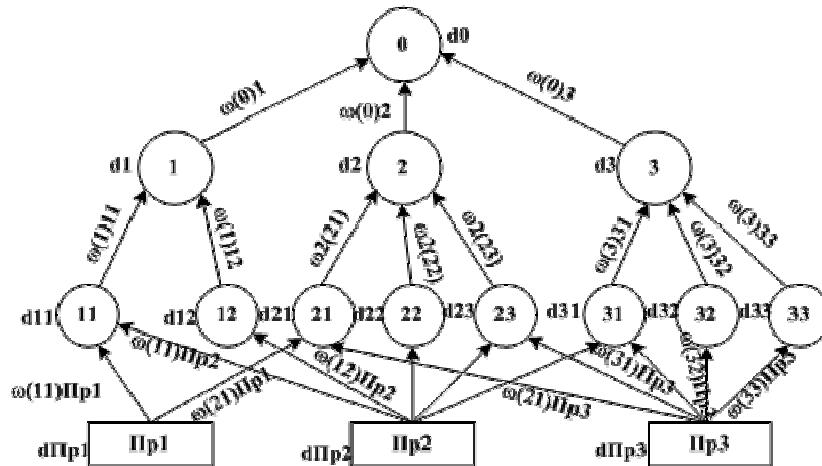


Рис. 5. Декомпозиция главной цели на подчиненные подцели

Показатель достижения цели определяется следующим образом:

$$d_i = \begin{cases} 0, & \text{если возможность достижения цели отсутствует,} \\ 1 & \text{при полном достижении цели} \\ 0 < d_i < 1 & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (10)$$

Коэффициенты влияния подцелей на достижение надцелей ω_{ij} могут быть определены экспертным путем. При этом выполняется операция их нормирования таким образом, чтобы сумма частных коэффициентов влияния подцелей на соответствующую надцель равнялась $\sum_{i=1}^n \omega_{ij} = 1$. Степень d_i достижения верхней цели определяется выражением:

$$d_i = \begin{cases} \sum_j \omega_{ij} d_j, & \text{если } \sum_o \omega_{ij} d_j \leq 1 \\ 1, & \text{если } \sum_o \omega_{ij} d_j > 1 \end{cases} \quad (11)$$

Потенциальная эффективность S_k сценария определяется интегральным показателем вида:

$$S_k = \sum_{l^{(k)} \in L_{ok}} \prod_{h \in l^k} \omega_h, \quad (12)$$

где L_{ok} – множество простых путей $l(k)$ между элементом иерархии, который обозначает главную цель и элементом, который обозначает базовый проект ПРк k -й альтернативы, символ h обозначает путь; $\prod \omega_h$ – произведение частных коэффициентов влияния вдоль этого пути.

Для иерархии представленной на рис. 5 можно записать следующие выражения для S_k :

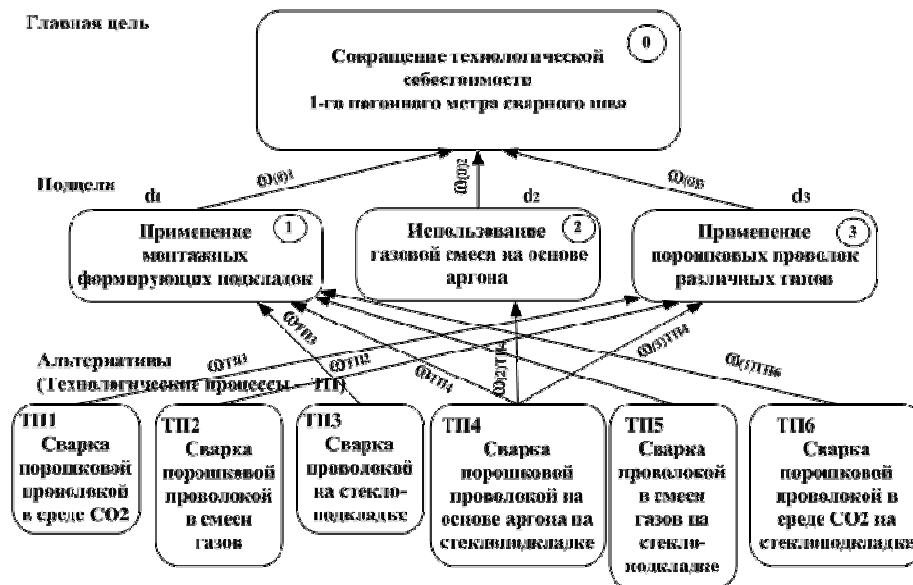
$$\begin{aligned}
 S_1 &= \omega_{(0)1} \cdot \omega_{(1)11} \text{Пр}_1 + \omega_{(0)2} \cdot \omega_{(2)21} \text{Пр}_1; \\
 S_2 &= \omega_{(0)2} \cdot \omega_{(1)11} \omega_{(1)1} \text{Пр}_2 + \omega_{(0)1} \cdot \omega_{(1)12} \omega_{(1)2} \text{Пр}_2 + \omega_{(0)2} \cdot \omega_{(2)22} \omega_{(2)2} \text{Пр}_2 + \\
 &+ \omega_{(0)2} \cdot \omega_{(2)23} \omega_{(2)3} \text{Пр}_2 + \omega_{(0)3} \cdot \omega_{(3)31} \omega_{(3)1} \text{Пр}_2; \\
 S_3 &= \omega_{(0)2} \cdot \omega_{(2)1} \text{Пр}_3 + \omega_{(0)2} \cdot \omega_{(2)23} \omega_{(2)3} \text{Пр}_3 + \omega_{(0)3} \cdot \omega_{(3)31} \omega_{(3)1} \text{Пр}_3 + \\
 &+ \omega_{(0)3} \cdot \omega_{(3)32} \omega_{(3)2} \text{Пр}_3 + \omega_{(0)3} \cdot \omega_{(3)33} \omega_{(3)3} \text{Пр}_3
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Подстановка числовых значений ω_{ij} позволяет получить количественные оценки эффективности сравниваемых альтернатив.

Вернемся к нашей задаче качественной оптимизации технологической себестоимости сварного шва. В отмеченной выше работе [3] в качестве главной (определяющей) цели выбрано сокращение технологической себестоимости 1-го погонного метра сварного шва, а подцелями, позволяющими реализовать главную цель являются:

- применение монтажных формирующих подкладок при выполнении односторонних швов;
- использование в качестве защитной среды газовой смеси на основе аргона;
- применение порошковых проволок различных типов.

В качестве альтернатив рассматривается ряд технологических процессов (ТП), позволяющих в той или иной мере достигать указанной цели. С учетом сказанного, структуризация задачи выглядит, как показано на рис. 6.



ТП – технологический процесс

Рис. 6 Структуризация задачи оптимизации технологической себестоимости сварного шва

Анализ связей данной иерархии позволяет записать выражения для показателей достижения целей d_i :

$$\begin{aligned}
 d_{\text{ТП1}} &= \begin{cases} d_1 = 0 \\ d_2 = 0 \\ d_3 = 0 \end{cases}, \quad d_{\text{ТП2}} = \begin{cases} d_1 = 0 \\ d_2 = 0 \\ d_3 = 1 \end{cases}, \quad d_{\text{ТП3}} = \begin{cases} d_1 = 1 \\ d_2 = 0 \\ d_3 = 0 \end{cases}, \quad d_{\text{ТП4}} = \begin{cases} d_1 = 1 \\ d_2 = 1 \\ d_3 = 1 \end{cases}, \quad d_{\text{ТП5}} = \begin{cases} d_1 = 1 \\ d_2 = 0 \\ d_3 = 0 \end{cases} \\
 d_{\text{ТП6}} &= \begin{cases} d_1 = 1 \\ d_2 = 0 \\ d_3 = 1 \end{cases}
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

Это позволяет выполнить предварительное ранжирование альтернатив (технологических процессов) в виде $ТП4 > ТП6 > (ТП1, ТП2, ТП3, ТП5)$.

Для более точной ранжировки необходимо записать и подсчитать значения интегральных показателей для технологий, заключенных в круглые скобки, а именно:

$$S_{ТП1} = \omega_{(0)3} \cdot \omega_{ТП1}; S_{ТП2} = \omega_{(0)3} \cdot \omega_{ТП2}; S_{ТП3} = \omega_{(0)1} \cdot \omega_{ТП3}; S_{ТП5} = \omega_{(0)1} \cdot \omega_{ТП5}$$

Подстановка численных значений ω , позволяет получить искомые количественные оценки эффективности S для рассматриваемых альтернатив.

ВЫВОДЫ

В настоящее время в условиях быстро меняющихся социально-экономической, технологической и политической ситуации складывается устойчивая тенденция управления развитием крупномасштабных социально-экономических объектов типа предприятие, отрасль, регион научными методами, основу которых составляет сценарный подход и процедуры принятия решений в условиях неопределенности.

Сценарный подход не является строгим математическим описанием проблемных ситуаций, однако позволяет формировать множество альтернативных вариантов развития ситуации и проводить качественный анализ вклада каждого из них в достижении цели. Рассмотренные в работе методы оценивания сценариев могут составить информационно-аналитическое обеспечение систем поддержки принятия решений в судостроительной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин А.Н. Сложные технические и эргатические системы: методы исследования. – К.: Наук. думка, 2002. – 382 с.
2. Горбачев С.А. Организационно-технологические пути снижения накладных расходов на постройку судов // Судостроение, 1999. – № 1. – С. 44-46.
3. Драган С.В. Расчетное определение оптимального варианта стапеля // Проблеми техніки, 2009. – № 1. – С. 71-80.
4. Здорнов В.А. Моделирование стоимости постройки в инвестиционных проектах кораблей // Судостроение, 2005. – № 5. – С. 60-61.
5. Исаев А.А. Обоснование стоимости постройки судов // Судостроение, 2003. – № 4. – С. 36-39.
6. Самойленко Л.И. Разработка методологии оценки сценариев в задачах планирования космической деятельности // Проблемы управления и информатики, 2005. – № 6. – С. 127-131.
7. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Мир, 1991. – 224 с.
8. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений. – К.: Наук. думка, 2002. – 382 с.

Рецензенты: д.т.н., проф. Кондратенко Ю.П.
д.т.н., проф. Фісун М.Т.

© Коваленко И.И., Гожий А.П., 2009

Стаття надійшла до редколегії 10.04.09