

*Сбитнева А.А.,
Гурьянова Е.О.,
Веркнер А.С.*

МИРЭА-Российский технологический университет

[DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10704](https://doi.org/10.24411/2520-6990-2019-10704)

ПРИМЕНЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ КАРТ И МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

*Sbitneva A.A.,
Guryanova E.O.,
Verkner A.S.*

MIREA – Russian technological university

APPLICATION OF STRATEGIC CARDS AND METHODS OF EXPERTS EVALUATION IN TASKS OF MANAGEMENT OF ENGINEERING

Аннотация

В данной работе представлены два метода анализа деятельности на наукоёмком промышленном предприятии: метод построения стратегических карт и метод экспертных оценок. Представлена стратегическая карта в среде моделирования бизнес-процессов ARIS. Проведены необходимые статистические расчёты и отражены результаты выбора цели на уровне одного из научно-технических подразделений с помощью методов экспертных оценок.

Abstract

This article presents two methods of analyzing activities in a high-tech industrial enterprise: the method of constructing strategic maps and the method of expert assessments. A strategic map is presented in the ARIS business process modeling environment. The necessary statistical calculations have been carried out and the results of target selection at the level of one of the scientific and technical units using the methods of expert estimates are reflected.

Ключевые слова: *методы экспертных оценок, метод ранга, управление промышленным предприятием, стратегические карты, бизнес-процессы, ARIS, бизнес-процессы проектирования автомобиля.*

Key words: *expert assessment methods, rank method, industrial enterprise management, strategic maps, business processes, ARIS, automobile design business processes.*

Введение. В управлении процессами промышленных предприятий необходимо применять специальные инструменты анализа. Одним из которых являются стратегические карты. Стратегические карты (далее по тексту: СК) предназначены для определения и наглядного описания стратегических целей, задач и показателей, а также путей их достижения и решения. СК позволяет донести до отдельных подразделений и сотрудников предприятия их роль в реализации стратегий. СК могут быть созданы на любом уровне управления, и каждый уровень будет иметь возможность видеть свое место на общей СК. Такие свойства как «качество», «важность», «полезность» трудно исследовать количественными измерениями. Для таких случаев в инженерной и управленческой деятельности успешно используются методы экспертных оценок.

Варианты решения конструкторских решений, результаты НИР могут быть обсуждены специалистами-экспертами. По итогам таких «обсуждений», выносятся то или иное решение, способное повлиять на цели верхнего уровня, например, стратегические.

Построение стратегической карты целей.

Стратегическая карта целей для процесса проектирования автомобиля отображена на рисунке 1. Все цели были распределены по пяти направлениям: финансы, клиенты, технологии, инновации и материально-техническая база (МТБ). Так как цели взаимосвязаны между собой, но в разной степени, были применены два типа стрелок. Таким образом, наглядно представлены связи целей между задачами финансово-экономических подразделений и инженерных.

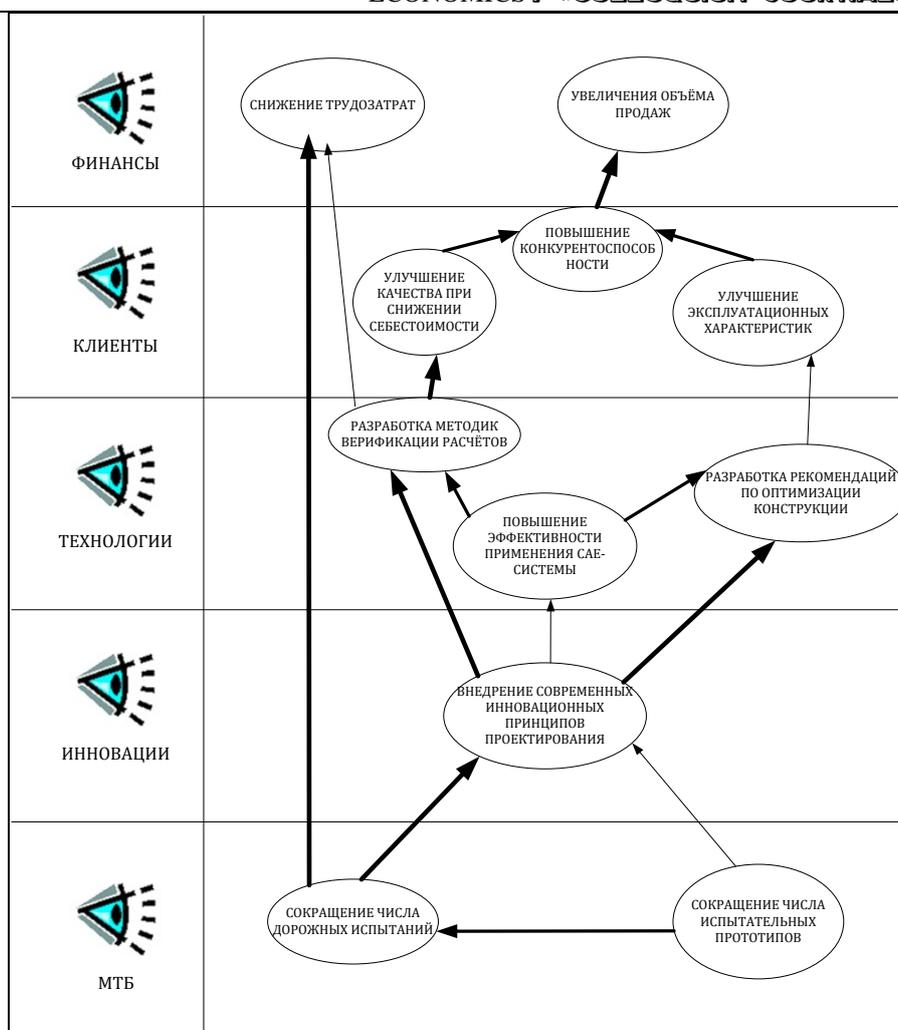


Рисунок 1 – Стратегическая карта целей

Применение метода ранга. Если рассматривать управление в организационных технических системах на уровне инженерных подразделений, то для выявления их целей, необходимо воспользоваться таким аппаратом как методы экспертных оценок [1]. Потребности меняются во времени в зависимости от состояния среды и субъекта. Таким образом, в каждый момент времени субъект характеризуется набором своих потребностей.

Задачей субъекта, таким образом, является эффективно сформулировать цель управления. Он должен отличать «хорошие» цели от «плохих». Для этого необходимо иметь функцию меры качества цели (функцию некомфортности) $\mu(Z^*)$. Выбор оптимальной цели сводится к минимизации функции некомфортности $\mu(Z^*) \rightarrow \min_{Z^* \in \{Z^*\}} \Rightarrow Z^{**}$, т.е. следует минимизировать функцию $\mu(\cdot)$, варьируя аргумент Z^* в пределах заданного множества целей $\{Z^*\}$, результатом чего является наилучшая цель Z^{**} [2]. Актуальность потребности не может принимать отрицательных значений, но может быть $a_i = 0$.

Субъект располагает системой управления (СУ), его поведение сводится к формулировке цели управления и её достижению, т.е. к осуществлению равенства $Z = Z^*$ с помощью управления U .

Где Z – состояние объекта, описанное как множество целей $\{Z^*\}$. Переход от множества целей к состоянию объекта осуществляется функцией:

$$\Psi(\cdot): Z = \Psi(Y) \quad (2)$$

$\Psi(\cdot)$ – заданная функция, определенная на результирующих состояниях Y объекта.

Если субъект располагает СУ, то он выступает как датчик целей, обрабатываемых СУ, при этом потребности субъекта удовлетворяются через канал Y (рис. 2).

Субъектом управления является организационное подразделение, которое занимается совершенствованием конструкции автомобиля. У группы сотрудников имеется три потребности:

- z_1^* – эффективность применения функциональных моделей
- z_2^* – снижение трудоёмкости разработки моделей;
- z_3^* – улучшение эксплуатационных характеристик;
- z_1 – количество виртуальных экспериментов ;
- z_2 – нормативы трудоёмкости (чел/час);
- z_3 – количество предложенных рекомендаций по улучшению конструкции.

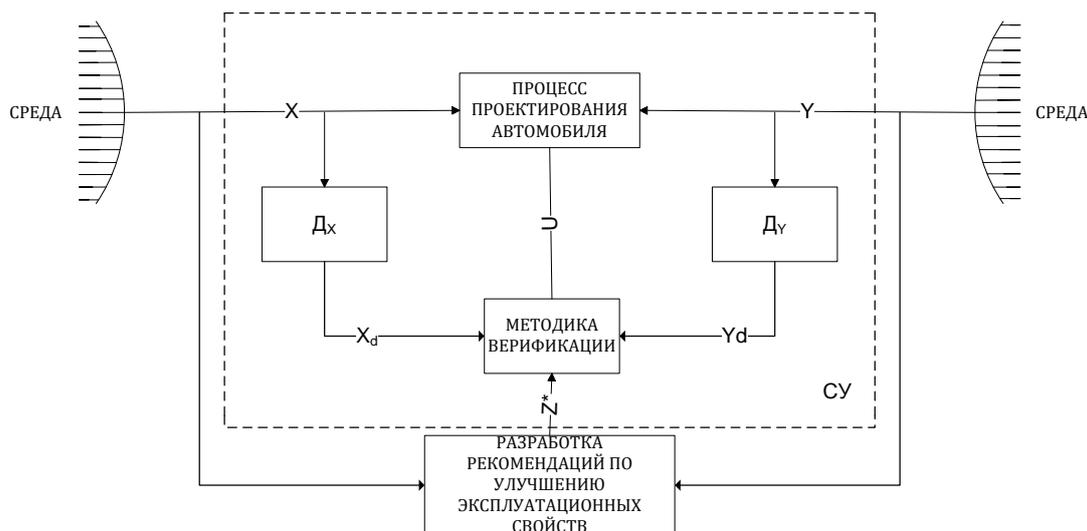


Рисунок 2– Схема взаимодействия субъекта с системой управления

Они характеризуются числом a_i — степень выраженности потребности, насущности, актуальности. Потребности изменяются во времени, в каждый момент времени субъект характеризуется вектором своих потребностей:

$$A = (a_1, \dots, a_i, \dots, a_k) \quad (3)$$

Будем считать, что:

$$a_i \geq 0, i = 1, \dots, k, \quad (4)$$

Это можно сравнить с набором потребностей предприятия, стремящегося повысить конкурентоспособность или достичь новых экономических показателей.

Субъект умеет достигать поставленных целей с помощью системы реализации (системы управления). Тогда его поведение будет сводиться к формулировке цели, т.е. функция **Ошибка!** **Источник ссылки не найден.** с помощью управления U.

$$Z = Z^* \quad (5)$$

Задача субъекта состоит в том, чтобы эффективно сформулировать цель. Субъект должен иметь специальную функцию меры качества цели $\mu(Z^*)$, т.е. своеобразную функцию дискомфорта на множестве всех возможных целей $\{Z^*\}$. Эта функция позволяет сравнивать две цели.

$$\mu(Z_1^*) = \mu(Z_2^*) \quad (6)$$

$$Z_1^* > Z_2^* \quad (7)$$

то цель Z_1^* предпочтительнее Z_2^*

Выбор минимизации цели сводится к решению задачи:

$$\mu(Z^*) \rightarrow \min_{Z^* \in \{Z^*\}} \quad (8)$$

Функция μ определяется как взвешенная

сумма произведений потребностей и их весов.

$$\mu = \sum_{i=1}^k b_i \cdot a_i \quad (9)$$

Где $b_i > 0$ ($i = 1, \dots, k$) — «веса» потребностей, характеризующие значимость потребности для жизнедеятельности субъекта. Эти величины определяются методом экспертных оценок.

Компетентность — степень квалификации эксперта в определенной области знаний. Для количественной оценки компетентности используется коэффициент компетентности, с учётом которого взвешивается мнение эксперта. Используем метод оценки относительных коэффициентов компетентности по результатам высказывания специалистов о составе экспертной группы. Ряд специалистов высказывает мнение о включении лиц в экспертную группу. По результатам проведённого опроса составляется матрица, в ячейках которой проставляются переменные x_{ij} , равные

$$x_{ij} = 1, \text{ если } j\text{-й эксперт назвал } i\text{-го эксперта}$$

$$x_{ij} = 0, \text{ если } j\text{-й эксперт не назвал } i\text{-го эксперта}$$

Каждый эксперт может включать и не включать себя в группу

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij}} \quad (i = \overline{1, m}), \quad (10)$$

Где k_i — коэффициент компетентности i -го эксперта, m — количество экспертов (размерность матрицы $\|x_{ij}\|$). Коэффициенты компетентности нормированы так, что их сумма равна единице:

$$\sum_{i=1}^m k_i = 1 \quad (11)$$

Матрица оценок экспертов для трёх целей

J	I						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0	1	1	1	1	0
2	1	1	0	1	1	1	1
3	1	1	1	0	0	0	1
4	0	0	1	0	1	1	0
5	0	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	0	1	0	1
7	0	1	0	1	0	0	0

$$k_1 = 0,167$$

$$k_2 = 0,200$$

$$k_3 = 0,133$$

$$k_4 = 0,100$$

$$k_5 = 0,167$$

$$k_6 = 0,167$$

$$k_7 = 0,067$$

За пороговое значение будет взято $k_i \leq 0,08$. Таким образом, видно, что у 7-го эксперта самый низкий коэффициент компетентности, поэтому мы не будем его включать в экспертную группу.

После формирования экспертной группы определим актуальности потребностей с помощью метода ранга. Каждый эксперт провёл оценку целей, пользуясь 10-балльной шкалой, причём оценки могли быть как целыми, так и дробными.

Составляется матрица оценок экспертов (Таблица 2):

Таблица 0

Матрица оценок экспертов

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	...	Z_n
\mathcal{E}_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
\mathcal{E}_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...
\mathcal{E}_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

$$0 \leq p_{ij} \leq 10 \quad (j = 1, m, i = 1, n)$$

Таблица 3

Матрица оценок экспертов для трёх целей

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
\mathcal{E}_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}
\mathcal{E}_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}
\mathcal{E}_4	a_{41}	a_{42}	a_{43}
\mathcal{E}_5	a_{51}	a_{52}	a_{53}
\mathcal{E}_6	a_{61}	a_{62}	a_{63}

Таблица 4

Матрица оценок экспертов

\mathcal{E}_i/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	5	7	10
\mathcal{E}_2	5	8	9
\mathcal{E}_3	6	8	8
\mathcal{E}_4	4	6	10
\mathcal{E}_5	5	8	9
\mathcal{E}_6	4	7	9

$$a_1 = 29;$$

$$a_2 = 44;$$

$$a_3 = 55.$$

Составляется матрица нормированных оценок:

$$p = \frac{p_{ji}}{\sum p_{ji}} \quad (j = 1, m; i = 1, n) \quad (12)$$

Матрица нормированных оценок

Ξ_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
Ξ_1	5/22	7/22	10/22
Ξ_2	5/22	8/22	9/22
Ξ_3	6/22	8/22	8/22
Ξ_4	4/20	6/20	10/20
Ξ_5	5/22	8/22	9/22
Ξ_6	4/20	7/20	9/20

Вычисляются искомые веса целей:

$$b_i = \frac{\sum b_{ij}}{\sum \sum b_{ij}} \quad (i = 1, n) \quad \sum b_i = 1 \quad (13)$$

Находим веса целей:

$$b_1 = \frac{\left(\frac{5}{22} + \frac{5}{22} + \frac{6}{22} + \frac{4}{20} + \frac{5}{22} + \frac{4}{20}\right)}{6} = 0,226$$

$$b_2 = 0,343$$

$$b_3 = 0,431$$

Определим степень согласованности мнений экспертов с помощью коэффициента конкордации. Для его выявления предложим экспертам проранжировать потребности по шкале от 1 до 3.

$$V = \frac{S}{S_{max}} \quad (14)$$

$$S_{max} = \frac{1}{2} nm^2(n^2 - 1) \quad (15)$$

Коэффициент конкордации удобно рассчитывать по формуле, предложенной Кендаллом:

$$V = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} \quad (16)$$

Таблица 6

Матрица оценок для определения согласованности

Ξ_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
Ξ_1	1	2	3
Ξ_2	1	2	3
Ξ_3	1	2	3
Ξ_4	2	1	3
Ξ_5	1	2	3
Ξ_6	1	3	2
$\sum x_i$	7	13	17
Отклонение от средней суммы $(x - \bar{x})$	-5,33	0,67	4,67
Квадраты отклонений сумм рангов	28,44	0,44	21,78

$$V = \frac{12 \cdot 50,67}{36(27 - 3)} = 0,694$$

Таким образом, можно считать, что мнения экспертов вполне согласованы.

Представим функцию меры качества цели $\mu(Z^*)$ следующим образом:

$$\mu(z_1) = b_1 + a_1 = 0,226 + 29 = 29,226$$

$$\mu(z_2) = b_2 + a_2 = 0,343 + 44 = 44,343$$

$$\mu(z_3) = b_3 + a_3 = 0,431 + 55 = 55,431$$

Так как для определения цели управления необходимо минимизировать функцию $\mu(Z^*)$, то цель z_3 является наиболее предпочтительной, чем z_1, z_2 .

Минимизировав функцию некомпортности $\mu(Z^*)$, мы нашли цель управления z_3 , – количество предложенных рекомендаций.

Заключение. В задаче управления целями промышленного предприятия была применена среда ARIS для моделирования бизнес-процессов, была построена стратегическая карта целей, на основе которой могут быть построены диаграммы окружения ключевых показателей. Для научно-технического подразделения были исследованы цели управления, была найдена сама приоритетная из них: количество предложенных рекомендаций по улучшению конструкции продукта.

Список литературы

1. Коробов, В.Б. Теория и практика экспертных методов. – Инфра-М, 2019. – 281 с.
2. Растрин, Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Советское радио, 1980. – 232 с.