

УДК 021.8 + 025.1 - ББК 78.34

ПОДХОД К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ НА КОГНИТИВНОЙ МОДЕЛИ СИТУАЦИИ ДЛЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА¹

Авдеева З.К.², Коврига С.В.³

(ФГБУН Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН, Москва)

Предложены постановки задач управления развитием системы в условиях влияния внешней среды с использованием SWOT-анализа на когнитивной модели ситуации и общая схема их решения. Представлена схема стратегического мониторинга развития системы с включением данных задач. Демонстрируется пример решения проблемы развития предприятия с экологически опасным производством, связанной с дефицитом производственного персонала.

Ключевые слова: когнитивная карта, стратегический мониторинг, диагностирование проблем, постановка задач управления

1. Введение

В цикле поддержки формирования, реализации и коррекции стратегии развития социально-экономической системы (СЭС) одну из ключевых ролей играет стратегический мониторинг, основное назначение которого состоит в отслеживании достижения стратегических целей развития системы в условиях изменяющейся внешней среды.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-07-00821

² Зинаида Константиновна Авдеева, с.н.с. ИПУ РАН, доцент НИУ ВШЭ (avdeeva@ipu.ru).

³ Светлана Вадимовна Коврига, н.с. (kovriga@ipu.ru).

При этом стратегический мониторинг ориентирован на своевременное выявление (1) благоприятных и негативных изменений среды и (2) изменений свойств самой системы (ее преимуществ и недостатков), которые могут повлиять на реализацию принятой стратегии развития.

Современные ситуации существенно усложнились, они характеризуются быстрой изменчивостью, взаимодействием множества разнородных и междисциплинарных факторов (гео- и внутривнутриполитических, социально-экономических, научно-технических и технологических и др.). Существенная часть таких факторов трудно формализуема, т.к. их измерение является сложной проблемой, а их взаимодействие в ситуации зачастую носит неочевидный характер (такие ситуации мы относим к слабоструктурированным).

Учитывая сложность, трудную формализуемость современных ситуаций, с одной стороны, специалисты в области стратегического управления отмечают необходимость расширения соответствующего научно-методического обеспечения. С другой стороны, зарекомендовали себя методы анализа и прогнозирования развития систем на основе моделирования ситуаций, представимых в виде когнитивных карт⁴ (см. например, недавний обзор методов моделирования и прогнозирования [1, стр. 154]). Популярность и спектр приложений когнитивных карт постоянно возрастает (недавний обзор [2]), в том числе в сфере государственного управления [3-6].

На основе анализа прикладных зарубежных и российских публикаций в области стратегического управления, нашего опыта решения практических задач управления СЭС предлагается схема организации стратегического мониторинга слабоструктурированной ситуации с поддержкой отдельных этапов мониторинга развиваемыми нами подходами и методами на основе когнитивных карт, включая

⁴ *Когнитивная карта некоторой ситуации – это модель, представляющая знания экспертов о ситуации в виде структуры причинно-следственных влияний.*

– подход к диагностированию проблем развития системы [7], результатом которого является диагностическая карта проблемной ситуации, в которой определены проблемные факторы ситуации и факторы-причины проблем, а также активные субъекты⁵, связанные с проблемной ситуацией (АСС);

– подход к SWOT-анализу на когнитивной модели ситуации [8,9]. SWOT-анализ стал одним из популярных инструментов ситуационного анализа в стратегическом планировании и управлении развитием СЭС, его разновидности (в плане методической поддержки) расширяются [10].

В рамках данной статьи предложены постановки задач управления развитием СЭС с учетом влияния внешней среды (с включением этих задач в предлагаемую схему стратегического мониторинга), а также общая схема их решения.

2. Стратегический мониторинг ситуации

Общая схема стратегического мониторинга слабоструктурированной ситуации с поддержкой его отдельных этапов подходами и методами на основе когнитивных карт приведена на рис. 1. В основе предложенной процедуры лежит когнитивная модель ситуации (описание приведено в разд. 3), в которой ситуация представлена в виде структуры причинно-следственных влияний между факторами внутренней среды СЭС, X^{int} (с выделением целевых факторов развития системы и желательным направлением их изменения, $C = (X^C, R(X^C))$) и факторами внешней среды, X^{ext} . Модель строится и корректи-

⁵ *Активный субъект ситуации (stakeholders) – субъект, влияющий на направленность изменения ситуации через реализацию своих интересов и противодействие интересам других субъектов ситуации благодаря имеющимся у него рычагам управления (активное управление ситуацией) либо благодаря использованию возможностей вне поля его активности (пассивное управление ситуацией). Различные точки зрения, убеждения и интересы АСС приводят к разному видению направлений развития системы.*

руется в ходе наблюдения и анализа ситуации с учетом значимых изменений в ней.

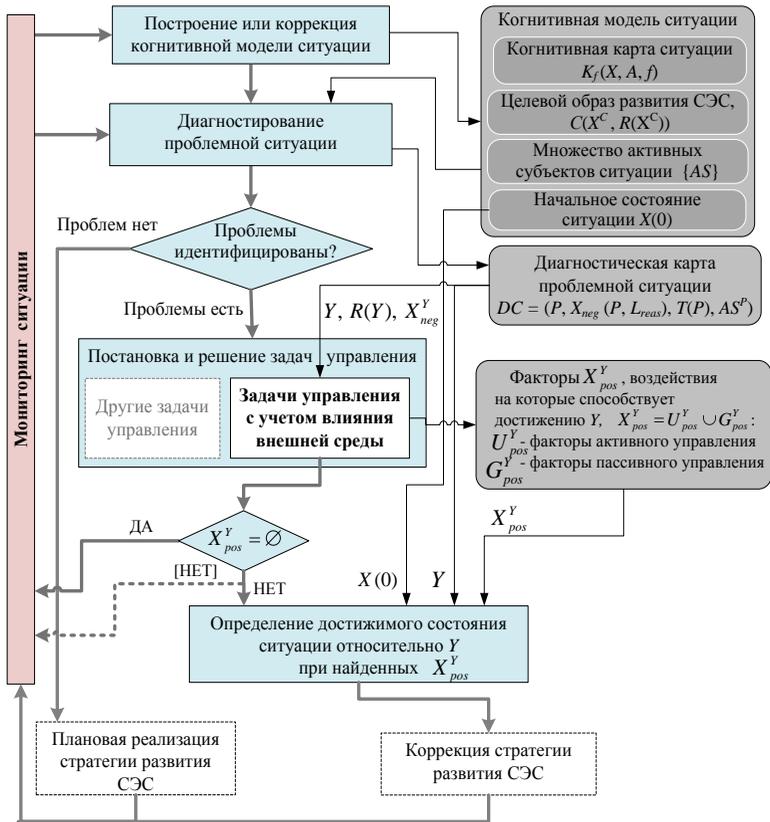


Рис. 1. Общая схема стратегического мониторинга при реализации стратегии развития СЭС

Процесс мониторинга ситуации включает следующие этапы.

- Идентификация и диагностирование проблемной ситуации на базе предложенного подхода к диагностированию [7].
В соответствии с этим подходом на модели ситуации

(1) идентифицируется проблемная ситуация, которая представляется набором проблемных факторов $P = \{p_i\}$, $P \subseteq X^C \subset X^{int}$, по которым наблюдается отклонение от целенаправленного развития (посредством моделирования развития ситуации из состояния $X(0)$);

(2) диагностируются факторы-причины проблем, X_{neg} , из числа факторов внутренней среды X^{int} и внешней среды X^{ext} ;

(3) уточняется тип проблем, связанных с взаимодействием АСС, неблагоприятным влиянием внешней среды, негативными свойствами внутренней среды системы; при этом проблемная ситуация является однородной, если обусловлена причинами одного типа, или разнородной – при их сочетании;

(4) определяется структура проблемной ситуации с учетом структуры когнитивной карты ситуации, связывающей прямыми и опосредованными (косвенными) влияниями проблемные факторы между собой и факторами-причинами проблем.

В результате формируется диагностическая карта проблемной ситуации, в которой сводятся результаты (1)-(4) этапа идентификации и диагностирования.

При отсутствии проблем проводится плановая реализация стратегии развития СЭС и продолжают наблюдения и анализ ситуации с целью выявления значимых изменений и коррекции модели ситуации.

- В зависимости от типа выявленных проблем могут ставиться разные задачи управления.

В данной работе представлены постановки задач управления развитием СЭС при решении проблем, связанных с внешней и внутренней средой системы (разд. 4). (Другие типы постановок задач являются предметом дальнейших исследований.)

Независимо от вида решаемой задачи общая схема постановки состоит в следующем: в зависимости от типа проблемной ситуации найти такие факторы позитивного влияния X_{pos}^Y на выделенный локальный вектор непротиворечивых целевых факторов $Y \subseteq P$, чтобы совокупное влияние X_{pos}^Y на Y превышало негативное совокупное влияние X_{neg} на Y .

В общем случае допускается, что X_{pos}^Y может частично способствовать достижению целей ситуации или $X_{pos}^Y = \emptyset$, что свидетельствует о невозможности достижения Y (более подробно рассмотрено в разд. 4.2).

- Следующий этап состоит в определении достижимого состояния ситуации относительно Y при найденных X_{pos}^Y (посредством моделирования). Полученные результаты передаются в блок коррекции стратегии развития СЭО, а также на новый цикл процедуры стратегического мониторинга.

3. Когнитивная модель ситуации

Когнитивная модель ситуации – это когнитивная карта, дополненная начальными условиями и некоторыми другими параметрами.

Когнитивная карта ситуации. Для решения практических задач анализа и прогнозирования динамики слабоструктурированных ситуаций, как правило, применяются так называемые формальные когнитивные карты. Эти карты вычислимы и позволяют использовать формальные методы (имитационное моделирование, аналитические методы). Когнитивными они являются, потому что это продукт когнитивных преобразований первичного (внутреннего) представления людей на формальный язык. Значимое представление среди них образуют функциональные карты [11]. Функциональная когнитивная карта – модель ситуации в виде графа причинно-следственных влияний между факторами ситуации, где все факторы представлены переменными и всем зависимым факторам приписаны функции агрегирования влияний. Вид этой функции различен в разных моделях, но во всех случаях параметрами функции являются веса влияний. Среди зависимых факторов выделяют (i) пассивные – подверженные только причинно-следственному влиянию и (ii) смешанные – подверженные причинно-следственному влиянию и внешнему воздействию. Также карта может включать входные факторы, которые подвержены только внешнему воздействию [11]. По сути входными и смешанными факторами ограничивается исследуемая ситуация. На

рис. 2 представлен фрагмент когнитивной карты развития предприятия с экологически опасным производством (ЭОП). Пунктирными стрелками обозначены границы выделенного фрагмента. Входные факторы выделены прямоугольниками. Факторы с входящими пунктирными стрелками отнесем к смешанным.

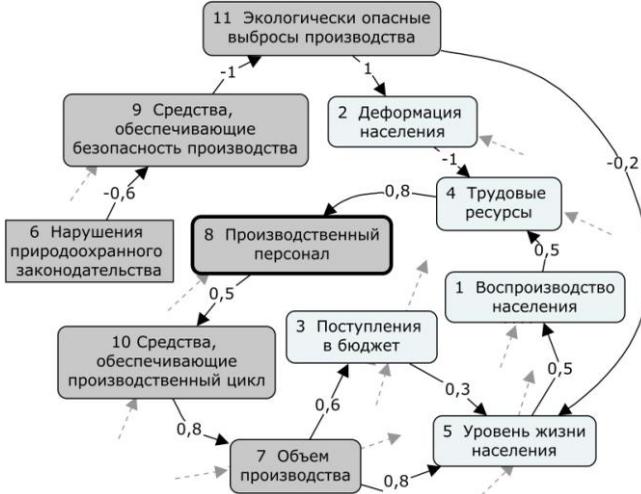


Рис. 2. Фрагмент когнитивной карты развития ЭОП

Когнитивная модель ситуации включает кортеж параметров:

$$M_S = \langle K_f(X, A, f); C(X^C, R(X^C)); \{AS^p(H^p_c, H^p_u)\}; X(0); G(0) \rangle,$$

где $K_f(X, A, f)$ – когнитивная карта ситуации, в которой $X = (x_1, \dots, x_n) = (X^{int} \cup X^{ext})$ – множество факторов внутренней (X^{int}) и внешней среды (X^{ext}) системы; $A = [a_{ij}]$ – матрица $N \times N$ взаимовлияний факторов, в которой $a_{ij} \in [-1; 1]$ – вес влияния фактора x_i на фактор x_j ; f – функция, определяющая правило изменения значений факторов.

$C = (X^C, R(X^C))$ – целевой образ системы, характеризующий желательные направления изменения системы, где X^C – подмножество целевых факторов, $X^C \subseteq X^{int}$; $R(X^C)$ – вектор оценок динамики факторов (ОДФ), определяющий желательные на-

правления изменения целевых факторов с позиции субъекта управления и формально представляется как:

$$(1) \quad R(x_i^C) = \begin{cases} +1, & \text{если желателен рост значения } x_i^C \\ -1, & \text{если желательна падение значения } x_i^C \end{cases}$$

AS_i – множество активных субъектов, влияющих на ситуацию; каждый AS_i задан на подмножестве факторов X , включая факторы $H_{AS_i}^C$, характеризующие область его интересов, и факторы $H_{AS_i}^U$, которыми он управляет.

$X(0)$ – начальное состояние ситуации, в котором

$$x_i(0) = \begin{cases} \neq 0, & \text{если } x_i \in X', X' \subset X \\ = 0, & \text{если } x_i \in X', X' \subset X \end{cases},$$

где X' – подмножество факторов с наблюдаемым начальным изменением (посредством управления и/или воздействия внешней среды). В $X(0)$ задаются начальные условия только для тех факторов, (i) которые относятся к входным (X^{inp}) и/или смешанным факторам карты (X^{mix}): $x_i \in X'$, $X' \subset X^{inp} \cup X^{mix}$, $X^{inp} \subset X$, $X^{mix} \subset X$, и (ii) в которых наблюдается изменения. Остальные факторы равны 0. В простейшем случае в карте могут отсутствовать смешанные факторы, тогда для моделирования достаточно определить начальную динамику на входных факторах.

И наконец, $G(0)$ – вектор дополнительных внешних воздействий (например, управлений), подаваемых на некоторый набор факторов из числа входных или смешанных, в случае моделирования различных вариантов изменения ситуации в состоянии $X(0)$.

В карте K_f функция f задает правило изменения произвольного фактора x_i в любой дискретный момент времени $t \geq 0$:

$$(2) \quad f : x_i(t+1) = x_i(t) + \sum_{j \in I_i} a_{ij} x_j(t) - x_j(t-1) + g_i(t),$$

где $g_i(t) = g_i(0)$ при $t = 0$ и $g_i(t) = 0$ при $t > 0$; $x_j(t) = 0$ при $t \leq 0$; $x_i(0), g_i(0) \in [-1, 1]$.

С учетом заданной функции (2) состояние ситуации в любой дискретный момент времени $t \geq 0$ описывается следующим образом:

$$X(t+1) = Q \cdot X(t) + G(t),$$

где $Q(t) = E_N + A + A^2 + \dots + A^t$.

Ограничимся рассмотрением таких карт, у которых собственные значения матрицы A содержатся внутри окружности единичного радиуса на комплексной плоскости, тогда

$$(3) \quad Q = \lim_{t \rightarrow \infty} Q(t) = (E_N - A)^{-1}.$$

Матрицу Q назовем матрицей интегральных влияний, так как ее элементы характеризуют все прямые и опосредованные влияния, которым подвержен каждый фактор когнитивной карты с функцией вида (2).

4. Постановка задач управления развитием системы на основе SWOT-анализа когнитивной модели ситуации

4.1. ИСХОДНЫЕ ПОНЯТИЯ SWOT-ПОДХОДА

В общем виде SWOT-анализ (Strengths – сильные стороны, Weaknesses – слабые стороны, Opportunities – возможности, Threats – угрозы) сводится к экспертному определению сильных и слабых сторон СЭС, возможностей и угроз (опасностей) внешней среды и формированию матрицы “Окно возможностей”. В этой матрице на пересечении строк и столбцов экспертно оценивается значимость каждого сочетания возможностей и сильных сторон, угроз и сильных сторон и т.д. На основании полученных оценок вырабатывается комплекс стратегических мероприятий по развитию СЭС.

SWOT-анализ проводится как на основе неформальных процедур (мозговых штурмов), так и поддерживается формальными методами с привлечением теории экспертного оценивания, fuzzy set theory и т.д. Методология SWOT-анализа постоянно развивается, что подтверждается недавним обширным обзором [10]. При этом практики и исследователи отмечают ряд недостатков этой методологии.

С нашей точки зрения существенные недостатки SWOT-анализа для целей стратегического планирования и управления состоят в следующем:

– результатом ситуационного анализа являются статические характеристики, когда как для формирования и коррекции стратегии развития объекта в цикле управления важен анализ динамических характеристик ситуации;

– как правило, SWOT-матрица включает множество различных факторов, однозначно оценить природу связей между которыми разнопрофильным специалистам, привлекаемых к анализу, затруднительно;

– стандартная процедура SWOT-анализа предполагает, что внешняя среда влияет на объект, но не учитывает (i) возможность влияния самого объекта на среду; (ii) опосредованное влияние объекта самого на себя через внешнюю среду; (iii) взаимодействие между факторами внешней среды (возможностями и угрозами) в интересах развития объекта.

Для преодоления указанных недостатков мы предлагаем проводить SWOT-анализ на когнитивной модели ситуации, включающей факторы внешней и внутренней среды системы [8,9]. Данный подход опирается на анализ структурных свойств когнитивной карты ситуации. В основе этого анализа лежит (i) определение интегральных (непосредственных и все возможных опосредованных) влияний изменения одних факторов на изменения других факторов в карте (матрица Q (3)); (ii) выявление характера (благоприятного или негативного) интегрального влияния текущей динамики факторов (в состоянии $X(0)$), на желательную динамику факторов для выделения strengths-, weaknesses-, opportunities-, threats-факторов и веса интегрально-го влияния факторов из различных групп друг на друга.

В результате возможно формирование разных вариантов достижения желательной динамики по факторам, определяющим цели развития системы, путем сочетания факторов из разных групп (strengths, weaknesses, opportunities, threats) с наибольшим весом интегрального влияния на достижение целей развития.

4.2. ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧ

Пусть дано

Q – матрица интегральных влияний факторов когнитивной карты (разд. 3);

Y – вектор целей, $Y \subseteq P \subseteq X^C \subseteq X^{int}$;

$R(Y)$ – вектор ОДФ (разд. 3);

X_{neg}^Y – факторы-причины негативного влияния на Y ,
 $X_{neg}^Y \subset X$;

Определение 1. Фактор $x_{neg_i} \in X_{neg}^Y$ – это фактор, изменение (рост или снижение) которого в $X(0)$ приводит к нежелательному изменению хотя бы одного фактора y_j из Y , т.е. $sign(x_{neg_i}(0) \times q_{ij}) \neq r(y_j)$.

При этом фактор $x_{neg_i}^T$ – угроза внешней среды, если $x_{neg_i}^T \in X_{neg}^{ext} \subset X_{neg}^Y$, или фактор $x_{neg_i}^W$ – слабая сторона системы, если $x_{neg_i}^W \in X_{neg}^{int} \subset X_{neg}^Y$.

Требуется найти такие факторы $X_{pos}^Y \subset X$, воздействия на которые могут противодействовать нежелательным изменениям факторов-причин X_{neg}^Y и/или способствовать изменению Y в желательном направлении (в соответствии с $R(Y)$).

Определение 2. Фактор $x_{pos_i} \in X_{pos}^Y$ – это фактор, воздействие на который в некотором направлении (рост или снижение) приводит к благоприятному изменению хотя бы одного фактора y_j из Y , т.е. $sign(x_{pos_i}(0) \times q_{ij}) = r(y_j)$, и при этом не наблюдается негативного изменения остальных факторов из Y .

При этом фактор $x_{pos_i}^O$ – возможность внешней среды, если $x_{pos_i}^O \in X_{pos}^{ext}$, или $x_{pos_i}^S$ – сильная сторона системы, если $x_{pos_i}^S \in X_{pos}^{int}$.

В зависимости от используемого механизма достижения целей: противодействие и/или компенсация, – могут уточняться постановки задач управления развитием системы в условиях выявленных негативных факторов влияния внешней среды.

При механизме противодействия находятся такие факторы $X_{coun}^{pos} \subseteq X_{pos}^Y$, воздействие на которые способствует желательному изменению Y путем устранения негативного воздействия

факторов X_{neg}^Y на Y , т.е. X_{com}^{pos} являются факторами прямого влияния на X_{neg}^Y .

При механизме компенсации возможно лишь нивелирование действия негативных факторов. В этом случае находятся такие факторы $X_{com}^{pos} \subseteq X_{pos}^Y$, воздействие на которые способствует желательному изменению Y в условиях сохраняющегося негативного изменения факторов-причин X_{neg}^Y .

Смешанный вариант предполагает сочетание обоих механизмов достижения целей при нахождении X_{pos}^Y .

Задача считается решенной, если находится такое множество факторов X_{pos}^Y , воздействия на которые способствует изменению все Y в желательном направлении, и при этом суммарный вес интегральных влияний X_{pos}^Y превышает суммарный вес интегральных влияний X_{neg}^Y .

В общем случае допускается, что X_{pos}^Y может частично способствовать достижению целей ситуации или $X_{pos}^Y = \emptyset$, что свидетельствует о невозможности достижения Y . Это может быть обусловлено как наличием противоречий между целевыми факторами⁶, так и слабым влиянием или отсутствием в когнитивной карте факторов, способных (i) противодействовать X_{neg}^Y или (ii) компенсировать своим влиянием на Y негативное влияние X_{neg}^Y . (Принципиально, возможность достижения вектора целей при наличии противоречий допускается под действием механизма компенсации.)

⁶ Вектор целей Y непротиворечив, если изменение любого целевого фактора из Y в желательном направлении не приводит к нежелательному изменению остальных целевых факторов в Y . Формально, для любой пары из $y_i, y_j \in Y$ выполняется $sign(r(y_i) \times q_{ij}) = r(y_j)$.

Если возможность достижения целей не найдена ($X_{pos}^Y = \emptyset$), то полученные результаты включаются в диагностическую карту для последующего анализа с целью поиска дополнительных факторов в проблемной ситуации в соответствии с предложенным подходом к диагностированию [7]. При частичной возможности достижения целей либо проводится дополнительное диагностирование проблемной ситуации (как в первом случае), либо могут приниматься компромиссные решения с позиции субъекта управления системой. Например, в случае ограниченных ресурсов управления можно принять стратегию частичного достижения целей с последующим анализом и диагностированием ситуации уже в новых условиях. Соответствующие выходы из блока решения задач управления приведены на рис. 1, где выход [НЕТ] означает возможный переход, когда X_{pos}^Y частично способствует достижению Y .

4.3. ОБЩАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Решение представленных задач опирается на предложенный подход к SWOT-анализу на когнитивной модели ситуации [8,9]. Основная идея состоит в нахождении X_{pos}^Y на основе анализа матрицы Q (разд. 4.1) с учетом введенных определений 1 и 2.

При этом решение задач не сводится к формальной процедуре, т.к. важная роль отводится субъекту управления, с чьих позиций исследуется ситуация, его предпочтениям и/или наличию ресурсов воздействия на ситуацию через найденные точки воздействия X_{pos}^Y .

Этап 1. Выявление факторов X_{coun}^{pos} и/или X_{com}^{pos} .

В рамках обоих механизмов достижения целей выявление таких факторов проводится из групп позитивного влияния: возможности внешней среды и/или сильные стороны системы, а также при механизме противодействия – из групп негативного влияния: угрозы внешней среды и слабые стороны системы, при выполнении условия 1.

Условие 1. Входные и смешанные факторы из числа X_{neg}^Y включаются в X_{coun}^{pos} , если изменение нежелательной дина-

мики таких факторов для достижения Y может быть обеспечено путем изменения направленности внешнего воздействия на эти факторы.

Рассмотрим более подробно возможные сочетания факторов при разных механизмах достижения целей. В соответствии с определениями 1, 2 при механизме противодействия из матрицы Q может быть выделена подматрица, представленная на рис. 3а, а при механизме компенсации – подматрица на рис. 3б.

На пересечениях каждой строки и столбца указан соответствующий интегральный вес влияния.

В обеих подматрицах в строках перечислены opportunities внешней среды X_{pos}^O и strengths системы X_{pos}^S , воздействие на которые может (i) ликвидировать причины противодействия достижению Y : X_{neg}^T – threats внешней среды, X_{neg}^W – weaknesses системы (рис. 3а), или (ii) способствовать желательному изменению Y (рис. 3б) в условиях сохраняющегося негативного изменения X_{neg}^Y .

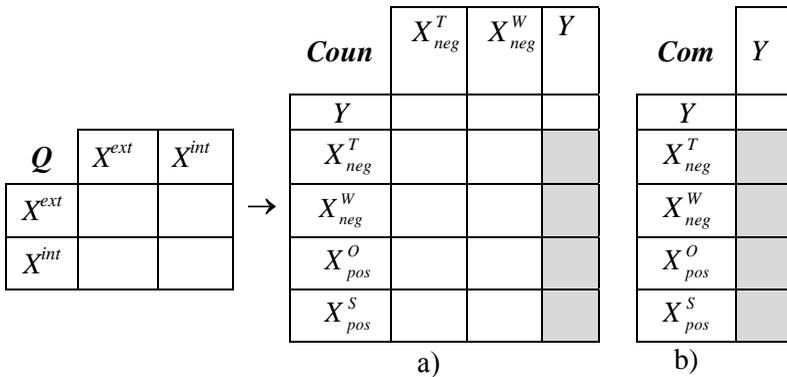


Рис. 3. Возможные варианты формирования X_{pos}^Y при разных механизмах достижения целей

На пересечении каждой строки и столбца в подматрицах указывается соответствующий интегральный вес влияния.

Этап 2. Ранжирование факторов, относящихся к X_{neg}^Y , X_{coun}^{pos} и X_{com}^{pos} . Ранжирование факторов проводится (i) для X_{neg}^Y по суммарному весу противодействия достижению Y ; (ii) для X_{coun}^{pos} и X_{com}^{pos} – по суммарному весу содействия достижению Y .

Суммарный вес некоторого фактора x_i из X_{neg}^Y , X_{coun}^{pos} или X_{com}^{pos} рассчитывается как модуль суммы интегральных весов влияний этого фактора на Y (суммирование по i строке в соответствующем сегменте подматриц (на рис. 3 сегменты окрашены серым цветом)). Чем больше суммарный вес фактора, тем больший его эффект для достижения либо противодействия достижению Y .

Вектор целей Y потенциально достижим, если суммарный вес интегральных влияний X_{pos}^Y на Y превышает и суммарный вес интегральных влияний X_{neg}^Y на Y . Формально
$$\sum |q_{ij}^{pos}| > \sum |q_{ij}^{neg}|.$$

Таким образом, X_{pos}^Y может включать факторы активного управления $U_{pos}^Y = X_{pos}^S$ (сильные стороны системы) и факторы пассивного управления $G_{pos}^Y = X_{pos}^O$ (возможности внешней системы), $X_{pos}^Y = U_{pos}^Y \cup G_{pos}^Y$.

Согласно схеме мониторинга, результаты передаются в блок определения достижимого состояния ситуации относительно Y при найденных $X_{pos}^Y = U_{pos}^Y \cup G_{pos}^Y$ (см. рис. 1).

При этом допускается, что какие-то факторы внешней среды из X_{pos}^O , $X_{pos}^{AS^Y} \subset X_{pos}^O$, равно как и из X_{neg}^T (угрозы внешней среды), $X_{neg}^{AS^Y} \subset X_{neg}^T$, могут быть связаны с другими АСС. В этом случае целесообразно уточнить постановки задач управления с учетом взаимодействия с другими активными субъектами ситуации. Такое уточнение является предметом дальнейших исследований.

5. Демонстрационный пример

При диагностировании проблем развития некоторого ЭОП было выявлен ряд проблем. ЭОП представляет собой градообразующее предприятие, оказывающее влияние на развитие всего административного образования (города и прилегающих поселений). Для облегчения понимания получаемых результатов мы ограничимся рассмотрением одной из них – проблемы дефицита производственного персонала ЭОП (для демонстрации используем фрагмент когнитивной карты ситуации из 11 факторов на рис. 2). На рис. 2 факторы в серых овалах относятся к внутренней среде ЭОП, остальные – к внешней среде; проблемный фактор 8 *производственный персонал* выделен жирным контуром.

Пусть даны

(i) матрица Q размерности 11×11 , сформированная в соответствии с (3),

(ii) целевой фактор 8. *Производственный персонал*, по которому наблюдаются отклонение (снижение численности); $r(8)=1$ – ОДФ фактора 8 (означает, что желателен рост численности);

(iii) фактор 6. *Нарушения природоохранного законодательства* – фактор (weaknesses системы) негативного влияния на целевой фактор 8, $X_{neg}^Y = X_{neg}^W = \{6\}$. Фактор 6 характеризует нарушение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду.

Решение задачи. Вектор целей $Y=\{8\}$ непротиворечив, $sign(r(8) \times 0,12) = r(8) = 1$, где 0,12 – интегральное влияние фактора 8 самого на себя.

Результаты двух этапов решения сведены в табл. 1.

Факторы указываются по номерам, индекс “+” означает рост значения фактора, а “-” означает снижение; $r(6) = -1$ – ОДФ фактора 6 (желательно падение значения фактора). Жирным шрифтом обозначены интегральные влияния между факторами, выделенные из Q ($q_{ij}=0$, если влияние между факторами в карте отсутствует). При этом $q_{ij} > 0$ означает, что рост (снижение)

фактора x_i приводит росту (снижению) фактора x_j ; $q_{ij} < 0$ – рост (снижение) x_i приводит снижению (росту) x_j .

Таблица 1. Результаты решения задачи

Этапы 1,2		$X_{neg}^W = \{6\}; r(6) = -1$	$Y = \{8\}; r(8) = 1$	$\sum q_{ij} $ на Y
$x_{neg}^W (0)$	6^+	0	-0,78	1,49 neg
Сопн	x_{pos}^S	6^-	0	-0,78
Сом	x_{pos}^O	2^-	0	-0,71
	x_{pos}^O	4^+	0	0,90

Рост фактора 8 возможен под воздействием следующих факторов $X_{pos}^Y = X_{coun}^{pos} \cup X_{com}^{pos}$, где $X_{coun}^{pos} = \{6^-\}$, $X_{com}^{pos} = \{2^-, 4^+\}$. Суммарный вес позитивного влияния X_{pos}^Y на $Y = \{8\}$ превышает суммарный вес негативного влияния X_{neg}^Y . Стратегия противодействия предполагает прямое воздействие на причину проблемы: фактор 6 (weakness) путем смены негативной направленности его изменения, в этом случае фактор внутренней среды 6 рассматриваются как strength. Стратегия компенсации предполагает воздействие на факторы внешней среды 2 и 4 (opportunity) для компенсации негативного влияния фактора 6.

Содержательная интерпретация результатов. Решение проблемы дефицита производственного персонала связано с обеспечением (i) снижения (в идеале отсутствием) нарушений природоохранного законодательства; (ii) снижения деформации населения (качественного изменения состава населения, вызванного экологическими причинами, например, критическая численность людей, страдающих врожденными хроническими заболеваниями); (iii) роста трудовых ресурсов административного образования, в котором функционирует ЭОП. Выбор вариантов (или их сочетаний) зависит от готовности и ресурсных возможностей руководства ЭОП

провести коррекцию стратегии развития предприятия в части экологической политики, от возможностей взаимодействия с другим активным субъектом ситуации (городской администрацией) по организации въезда специалистов из других регионов и наконец, от возможности улучшения системы здравоохранения в городе. Очевидно, что стратегия компенсации только нивелирует проблему, и в стратегической перспективе следует ожидать усиление негативных тенденции в ситуации.

6. Заключение

1. Практическая значимость результатов. Возможности стратегического мониторинга не ограничиваются только выявлением и диагностированием проблем, вызванных текущими изменениями в ситуации. Допускается возможность анализа потенциальных проблем в достижении стратегических целей при различных предполагаемых вариантах изменений во внешней среде. В ходе решения рассмотренных задач можно искать не только способы разрешения проблемных ситуаций с учетом известных исходных данных, но выдвигать различные гипотезы о динамике факторов ситуации, по которым отсутствуют наблюдаемые данные. Исходя из этих предположений, расширяется диапазон анализа вариантов возникновения проблемной ситуации. Полученные решения целесообразно использовать при выявлении значимых изменений в ситуации при текущем мониторинге. Это открывает дополнительные возможности своевременного пересмотра и коррекции стратегии развития системы.

2. Дальнейшие исследования целесообразно вести по следующим направлениям:

– разработка средств поддержки с использованием когнитивных карт на этапе коррекции стратегии развития системы (рис. 1);

– расширение состава задач управления развитием системы в контексте взаимодействия различных активных субъектов, влияющих на изменение ситуации;

– разработка обучающих техник и программных средств поддержки решения задач с использованием когнитивных карт с целью снижения интеллектуальной нагрузки на человека при решении такого рода задач.

Последнее обусловлено тем, что диагностирование и решение проблем в слабоструктурированных ситуациях предполагает существенное участие человека, при этом когнитивная карта ситуации может представляться множеством факторов и связей, что делает процесс ее анализа трудоемким.

Литература

1. САДОВНИЧИЙ В.А., АКАЕВ А.А., КОРОТАЕВ А.В., МАЛКОВ С.Ю. *Моделирование и прогнозирование мировой динамики.* – М.: ИСПИ РАН. – 2012. – 359 с.
2. PAPAGEORGIOU E. *Review study on fuzzy cognitive maps and their applications during the last decade* / In M. Glykas (ed.), *Business Process Management, SCI444.*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2013. – P. 281-298.
3. РАЙКОВ А.Н. *Тенденции развития когнитивного моделирования* // Информационное общество. – 2004. – Выпуск 6. – С. 36-40.
4. ГОРЕЛОВА Г.В., ЗАХАРОВА Е.Н., РАДЧЕНКО С.А. *Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем. Когнитивный подход.* – Ростов н/Д.: Ростовский университет. – 2006. – 332 с.
5. МАКАРЕНКО Д.И., ХРУСТАЛЕВ Е.Ю. *Концептуальное моделирование военной безопасности государства.* – М.: Наука. – 2008. – 304 с.
6. ЛУЧКО О.Н., МАРЕНКО В.А. *Когнитивное моделирование как инструмент поддержки принятия решений: монография.* – Новосибирск: Изд. СО РАН. – 2014. – 119 с.
7. АВДЕЕВА З.К., КОВРИГА С.В. *Диагностирование проблемных ситуаций в развитии сложных систем на основе когнитивных карт* // Управление большими системами. – 2013. – Выпуск 42. – С.5-28.
8. AVDEEVA Z., KOVRIGA S., MAKARENKO D. *Cognitive approach to problem solving of social and economic object de-*

velopment / *Proc. 4th International conference on informatics in control, automation and robotics (ICINCO)*. Angers, France. – 2007. – P. 432-435.

9. КОВРИГА С.В. *Методические и аналитические основы когнитивного подхода к SWOT-analysis* // Проблемы управления. – 2005. – № 5. – С. 58-63.
10. GHAZINOORY S., ABDI M., AZADEGAN-MEHR M. *SWOT Methodology: A state-of-the-art review for the past. A framework for the future* // J. of business economics and management. – 2011. – №12(1). – P. 24-48.
11. ABRAMOVA N., AVDEEVA Z., FEDOTOV A. *An approach to systematization of types of formal cognitive maps* // Proc. 18th IFAC World Congress. Milano, Italy. – 2011. – 18(1). – P. 14246-14252.

Рубрика Сборника (окончательно выбирается редактором)

Подход к постановке задач управления
на когнитивной модели ситуации

ДЛЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

**APPROACH TO TASK STATEMENT ON COGNITIVE-
BASED MODEL SITUATION АНГЛ НАЗВАНИЕ**

Zinaida Avdeeva, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow,
Cand.Sc. (avdeeva@ipu.ru).

Svetlana Kovriga, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow,
(Moscow, Profsoyuznaya st., 65, (495)3347800).

Abstract:

Keywords:

Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии ...заполняется редактором...
Поступила в редакцию...заполняется редактором...
Опубликована ...заполняется редактором...