

Бричеева Н.Н.,
старший преподаватель Таганрогского Технологического Института Южного
Федерального Университета

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ BSC

В статье представлена комплексная методика интеллектуальной поддержки процесса стратегического планирования на основе концепции BSC (Balanced Score Card) в основу которой положен Метод Анализа Иерархий. В рамках данной теории формализована модель BSC, предложены подходы к ее построению и использованию на этапе мониторинга деятельности организации при реализации стратегического управления на основе концепции BSC. Отличительной особенностью предлагаемой методики является использование на всех этапах наряду с экспертными оценками результатов обработки первичной и вторичной статистической информации нейросетевыми методами.

ВВЕДЕНИЕ

Информационные системы BSC предполагают соответствие поддерживающего программного обеспечения функциональным стандартам (BSC Functional Standards) и реализуют различные модели BSC, отличающихся возможностями аналитической обработки информации при их построении, использовании и модификации. Целью настоящих исследований является формирование модели BSC, позволяющей автоматизировать стратегическое планирование при управлении на всех его этапах. В основу положен Метод Анализа Иерархий – МАИ (Analytic Hierarchy Process- АНП), развитый Т. Саати. Представляя иерархию стратегических целей и характеризующих степень их достижимости как холархическую структуру, данный метод позволяет определить на основе суперматрицы для КРІ причинно-следственные связи стратегических целей и показателей, задавая их взвешенными графами. Учитывая требования связности графов, может быть решена и дополнительная задача, состоящая в выборе из предварительных множеств ключевых показателей эффективности КРІ для каждой стратегических целей тех из КРІ, которые имеют наибольшее влияние друг на друга, т.е. наибольшие Предельные Абсолютные Приоритеты ПАП и Предельные Относительные Приоритеты ПОП (в терминах МАИ).

Стратегическое планирование на основе МАИ предполагает решение обратной задачи, состоящей в построении сценариев и в выборе тех из них, которые дают лучшие значения ключевых показателей эффективности КРІ по прошествии периода планирования. Такой подход позволяет сформировать целевые значения ключевых показателей эффективности КРІ, учитывая лучшие из планируемых значений.

Реализация описанного подхода предполагает первоначальное формирование парных сравнений критериев МАИ, которыми для системы сбалансиро-

ванных показателей BSC являются стратегические цели и соответствующие им ключевые показатели эффективности KPI. Наличие первичной и вторичной статистической информации, собираемой по всем организациям-конкурентам, позволяет полностью или частично отказаться от экспертных оценок при парных сравнениях, что должно значительно способствовать объективности управленческих решений. Возникающая при этом вспомогательная задача по формированию парных сравнений на основе статистической информации может быть решена с использованием нейросетевого подхода. Он оказывается полезным и при решении некоторых других вспомогательных задач, что позволяет говорить о формировании комплексной методики интеллектуальной поддержки процесса стратегического планирования с целью его автоматизации.

1. ФОРМАЛИЗОВАННАЯ МОДЕЛЬ BSC

Формализованная модель BSC включает в себя следующие элементы:

1. Существенные параметры – K ключевых показателей эффективности KPI (Key Performance Indicator) P_1, P_2, \dots, P_K , характеризующих степень достижимости N стратегических целей C_1, C_2, \dots, C_N . Причем для каждой стратегической цели C_k заданы соответствующие ей показатели $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k}$, где n_k - их число и $\sum_{k=1}^N n_k = K$, и их целевые значения $P_1^{opt}, P_2^{opt}, \dots, P_K^{opt}$.
2. Причинно-следственные связи между ключевыми показателями эффективности P_1, P_2, \dots, P_k и стратегическими целями C_1, C_2, \dots, C_N , представленные холархическими структурами и задаваемые:
 - a) результирующими приоритетами стратегических целей $\omega^{C_j} = (\omega_1^{C_j}, \omega_2^{C_j}, \dots, \omega_{N_j}^{C_j})$, $j = \overline{1, N}$;
 - b) взвешенной соответствующими результирующими приоритетами стратегических целей $\omega^{C_j} = (\omega_1^{C_j}, \omega_2^{C_j}, \dots, \omega_{N_j}^{C_j})$, $j = \overline{1, N}$ суперматрицей приоритетов показателей вида:

$$\begin{array}{cccccccc}
 & & C_1 & & & C_2 & & & C_N \\
 & & P_{11} & P_{12} & L & P_{1n_1} & P_{21} & P_{22} & L & P_{2n_2} & L & P_{N1} & P_{N2} & L & P_{Nn_N} \\
 & & P_{11} & & & & & & & & & & & & & \\
 C_1 & & P_{12} & & & & & & & & & & & & & \\
 & & M & & & & & & & & & & & & & \\
 & & P_{1n_1} & & & & & & & & & & & & & \\
 & & P_{21} & & & & & & & & & & & & & \\
 W = C_2 & & P_{22} & & & & & & & & & & & & & \\
 & & M & e & & & & & & & & & & & & \\
 & & P_{2n_2} & & & & & & & & & & & & & \\
 & & M & & & & & & & & & & & & & \\
 & & P_{N1} & & & & & & & & & & & & & \\
 C_N & & P_{N2} & & & & & & & & & & & & & \\
 & & M & & & & & & & & & & & & & \\
 & & P_{Nn_N} & & & & & & & & & & & & & \\
 \end{array}
 \quad
 \begin{bmatrix}
 W_{11} & W_{12} & L & W_{1N} \\
 W_{21} & W_{22} & L & W_{2N} \\
 M & M & M & M \\
 W_{N1} & W_{N2} & L & W_{NN}
 \end{bmatrix}$$

где i, j – блок задает влияние всех показателей стратегической цели C_i на показатели стратегической цели C_j :

$$W_{ij} = \begin{bmatrix}
 w_{i1}^{j1} & w_{i1}^{j2} & \dots & w_{i1}^{jn_j} \\
 w_{i2}^{j1} & w_{i2}^{j2} & \dots & w_{i2}^{jn_j} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 w_{in_i}^{j1} & w_{in_i}^{j2} & \dots & w_{in_i}^{jn_j}
 \end{bmatrix};$$

2. ПОСТРОЕНИЕ ФОРМАЛИЗОВАННОЙ МОДЕЛИ BSC

2.1. Исходная информация при построении формализованной модели BSC

При построении формализованной модели BSC в качестве исходной информации по данной организации могут быть даны:

- экспертные оценки, полученные при попарном сравнении показателей или стратегических целей и представленных соответственно матрицами A для каждого блока W_{ij} суперматрицы W и матрицами $A^{(i)}$ для взвешивания всех блоков W_{ij} j -го столбца;
- статистическая информация:
 - первичная, характеризующая динамику собираемых значений исходных показателей $\Pi_1^0, \Pi_2^0, \dots, \Pi_L^0$, связанных с ключевыми показателями деятельности $P_1^0, P_2^0, \dots, P_K^0$ функциональными отношениями $P_i^0 = f_i(\Pi_1^0, \Pi_2^0, \dots, \Pi_L^0)$, которые представляются соответствующими формулами;

или поэлементно

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \mathbf{L} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \mathbf{L} & a_{2n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ a_{n1} & a_{n2} & \mathbf{L} & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \mathbf{M} \\ \omega_n \end{bmatrix} = \lambda_{\max} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \mathbf{M} \\ \omega_n \end{bmatrix},$$

где элементы квадратной матрицы

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \mathbf{L} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \mathbf{L} & a_{2n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ a_{n1} & a_{n2} & \mathbf{L} & a_{nn} \end{bmatrix}$$

в случае точных измерений, когда все $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ известны, определяются как

$$a_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (1.2)$$

Поскольку количественные суждения о парах объектов будут совершены при всех сравнениях, то

$$a_{ik} = a_{ij} a_{jk} \quad (1.3)$$

для всех $i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, k = \overline{1, n}$, матрица A может быть представлена виде

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \mathbf{L} & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \mathbf{L} & a_{2n} \\ \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \mathbf{L} & 1 \end{pmatrix}$$

и будет положительно определенной, обратно-симметричной, согласованной, и $\lambda_{\max} = n$.

В случае, когда значения элементов a_{ij} формируются не на основе точных измерений, а, например, в результате субъективных суждений, Равенства (1.2) могут не выполняться и $\lambda_{\max} \neq n$.

Поскольку рассматриваемая матрица A остается положительной обратно-симметричной, то малые изменения ее элементов a_{ij} вызывают малые изменения $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, а отклонение λ_{\max} от n является мерой согласованности и позволяет оценить близость полученной шкалы к основной шкале отношений.

Если индекс согласованности

$$(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$$

имеет значение $\leq 0,1$, то можно быть удовлетворенными суждениями.

Каждая из матриц W_{ij} , $i = \overline{1, N}, j = \overline{1, N}$ является стохастической. Суперматрица W будет стохастической, если ее компоненты будут взвешены в соответствии с вкладом в систему стратегических целей C_1, C_2, \dots, C_N , т.е. с использованием результирующих приоритетов стратегических целей. Для их определения на основе парных сравнений выбираются только те стратегические цели C_i , кото-

рым не соответствуют i, j -ый блоки в j -м столбце, имеющие только нулевые элементы:

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

и, затем, каждый i, j -ый блок в j -м столбце, который соответствует стратегической цели C_j , взвешивается соответствующим компонентом собственного вектора $\omega^{C_j} = (\omega_1^{C_j}, \omega_2^{C_j}, \dots, \omega_{N_j}^{C_j})$, $N_j \leq N$, полученным при решении уравнения

$$A^{(j)} \omega^{C_j} = \lambda_{\max} \omega^{C_j},$$

где

$$A^{(j)} = \begin{bmatrix} a_{11}^j & a_{12}^j & \mathbf{L} & a_{1N_j}^j \\ a_{21}^j & a_{22}^j & \mathbf{L} & a_{2N_j}^j \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ a_{N_j1}^j & a_{N_j2}^j & \mathbf{L} & a_{N_jN_j}^j \end{bmatrix} -$$

матрица парных сравнений вклада соответствующих N_j стратегических целей $C_{j_1}, C_{j_2}, \dots, C_{j_N}$.

Получаемая в результате взвешивания стохастическая матрица

$$W^C = \begin{bmatrix} \omega_{11}^C & \omega_{12}^C & \mathbf{L} & \omega_{1K}^C \\ \omega_{21}^C & \omega_{22}^C & \mathbf{L} & \omega_{2K}^C \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ \omega_{K1}^C & \omega_{K2}^C & \mathbf{L} & \omega_{KK}^C \end{bmatrix}$$

с элементами ω_{ij}^C , $i = \overline{1, K}$, $j = \overline{1, K}$, задающими относительные приоритеты показателей P_1, P_2, \dots, P_K по отношению ко всем стратегическим целям C_1, C_2, \dots, C_N и сформированные ранее матрицы W и A_j , $j = \overline{1, N}$, могут быть использованы для расчета предельных абсолютных приоритетов ПАП и относительных приоритетов ПОП взаимного влияния стратегических целей и показателей. Экспериментируя с процессом модификации приоритетов и наблюдая за их предельными тенденциями ПАП и ПОП, можно построить систему сбалансированных показателей P_1, P_2, \dots, P_K , позволяющую реализовать стратегические цели C_1, C_2, \dots, C_N .

Основными результатами при решении этой задачи являются ориентированные взвешенные графы, задающие причинно-следственные связи между стратегическими целями C_1, C_2, \dots, C_N и соответствующими им показателями P_1, P_2, \dots, P_K .

Принципиальные требования к алгоритмам выявления причинно-следственных связей задаются следующими условиями построения:

- первоочередной выбор вершин с наибольшими предельными абсолютными приоритетами ПАП;

- окончательное количество n_k^{new} показателей $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k^{new}}$ для каждой стратегической цели C_k не превышает 4-5, а общее количество K^{new} показателей $P_1, P_2, \dots, P_{K^{new}}$ около 25;
- количество ребер является минимальным, причем должен осуществляться первоочередной выбор ребер с наибольшими относительными приоритетами ПОП взаимного влияния стратегических целей и показателей при условии связности ориентированных взвешенных графов, задающие причинно-следственные связи между стратегическими целями C_1, C_2, \dots, C_N и соответствующими им показателями P_1, P_2, \dots, P_K .

2. 3. Оценка количественных значений текущих и целевых значений ключевых показателей эффективности KPI (Key Performance Indicator)

При оценке количественных значений текущих значений ключевых показателей эффективности $P_1^0, P_2^0, \dots, P_K^0$ требуется выполнить их нормирование с целью перехода к безразмерным неотрицательным величинам, что необходимо для дальнейших этапов формализации модели BSC.

Для выполнения преобразований вида

$$P_i = \frac{P_i^0 - P_i^0 \min}{P_i^0 \max - P_i^0 \min}, \quad i = \overline{1, K}$$

необходимо определить значения $P_i^0 \max$ и $P_i^0 \min$, $i = \overline{1, K}$.

Возможны два разных подхода:

- выбор максимального и минимального возможных значений для каждого показателя P_i^0 , $i = \overline{1, K}$;
- выбор максимального и минимального значений из значений каждого показателя P_i^0 , $i = \overline{1, K}$ среди элементов всего множества значений показателей для данной организации и L организаций конкурентов: $\{P_i^0, P_i^{01}, \dots, P_i^{0L}\}$.

В последнем случае также возможно решение дополнительной задачи, состоящей в одновременном определении $P_i^0 \max$ и $P_i^0 \min$, $i = \overline{1, K}$, и нормировании значений показателей $P_1^0, P_2^0, \dots, P_K^0$. Задача можно быть также решена с использованием Метода Анализа Иерархий – МАИ.

Предположим, что для каждого из показателей P_1, P_2, \dots, P_K попарно сравниваются значения из множества $\{P_i^0, P_i^{01}, \dots, P_i^{0L}\}$. В результате будет получена матрица

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \mathbf{L} & a_{1,L+1} \\ a_{21} & a_{22} & \mathbf{L} & a_{2,L+1} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ a_{L+1,1} & a_{L+1,2} & \mathbf{L} & a_{L+1,L+1} \end{bmatrix}.$$

Затем решается уравнение

$$A\omega = \lambda_{\max} \omega,$$

выбираются $P_i^0 \max = \max_i \omega_i$ и $P_i^0 \min = \min_i \omega_i$ и определяются

$$P_i = \frac{P_i^0 - P_i^0 \min}{P_i^0 \max - P_i^0 \min}, \quad i = \overline{1, K}.$$

При оценке количественных значений целевых значений $P_1^{\text{opt}}, P_2^{\text{opt}}, \dots, P_k^{\text{opt}}$ нормированных ключевых показателей эффективности P_1, P_2, \dots, P_k также возможны разные подходы:

- выбор в качестве $P_i^{\text{opt}}, i = \overline{1, K}$ полученных ранее значений $P_i^0 \max$ или $P_i^0 \min, i = \overline{1, K}$.
- определение целевых значений $P_i^{\text{opt}}, i = \overline{1, K}$ при выполнении стратегического планирования на основе прямого и обратного процессов планирования Метода Анализа Иерархий – МАИ;
- определение целевых значений $P_i^{\text{opt}}, i = \overline{1, K}$ путем прогнозирования на основе модели BSC с учетом результатов прогнозирования методами нейронных сетей.

2.4. Формирование целевых значений ключевых показателей эффективности KPI (Key Performance Indicator) путем прогнозирования их значений

Для расчета целевых значений показателей рассмотрим подход, сочетающий идеи Метода Анализа Иерархий и методы прогнозирования, предлагаемые теорией нейронных сетей.

Пусть организация с точки зрения стратегического управления обладает существенными параметрами – K показателями деятельности P_1, P_2, \dots, P_K , характеризующими степень достижимости N стратегических целей C_1, C_2, \dots, C_N . Цели C_k соответствуют показатели $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k}$, где n_k - их число и $\sum_{k=1}^N n_k = K$.

Пусть также для каждого показателя $P_i, i = \overline{1, K}$ заданы представленные в динамике за M предыдущих лет значения показателя для данной организации и в L организациях конкурентов: $\{P_i^0, P_i^{01}, \dots, P_i^{0L}\}$.

Для каждого из предыдущих лет после описанных выше преобразований

$$P_i = \frac{P_i^0 - P_i^0 \min}{P_i^0 \max - P_i^0 \min}, \quad i = \overline{1, K}.$$

$$P_i^j = \frac{P_i^{0j} - P_i^0 \min}{P_i^0 \max - P_i^0 \min}, \quad i = \overline{1, K}, \quad j = \overline{1, L}$$

рассчитаем отклонения значения показателя P_i , $i = \overline{1, K}$ от нормированного значения $P_i \max = \frac{P_i^0 \max - P_i^0 \min}{P_i^0 \max - P_i^0 \min} = 1$ или $P_i \min = \frac{P_i^0 \min - P_i^0 \min}{P_i^0 \max - P_i^0 \min} = 0$, рассматриваемых

для данного показателя в качестве целевых значений:

$$\Delta P_i = 1 - P_i, \quad i = \overline{1, K}, \quad \text{или} \quad \Delta P_i = P_i, \quad i = \overline{1, K},$$

$$\Delta P_i^j = 1 - P_i^j, \quad i = \overline{1, K}, \quad j = \overline{1, L}, \quad \text{или} \quad \Delta P_i^j = P_i^j, \quad i = \overline{1, K}, \quad j = \overline{1, L}$$

и для каждой из N стратегических целей C_1, C_2, \dots, C_N определим степень ее достижимости через отклонения $\Delta P_{k1}, \Delta P_{k2}, \dots, \Delta P_{kn_k}$ соответствующих ей показателей $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k}$:

$$\Delta C_k = \max_{i=k1, \dots, kn_k} \Delta P_i, \quad k = \overline{1, N},$$

или

$$\Delta C_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=k1}^{kn_k} \Delta P_i, \quad k = \overline{1, N}.$$

Предположим, что любая пара значений отклонений (и стратегических целей, и показателей) может взаимодействовать, тогда соответствующая суперматрица приоритетов показателей будет иметь следующий вид:

$$\Delta W = \begin{matrix} & \Delta C_1 & & \Delta C_2 & & & \Delta C_N \\ \Delta P_{11} & \Delta P_{12} & \mathbf{L} & \Delta P_{1n_1} & \Delta P_{21} & \Delta P_{22} & \mathbf{L} & \Delta P_{2n_2} & \mathbf{L} & \Delta P_{N1} & \Delta P_{N2} & \mathbf{L} & \Delta P_{Nn_N} \\ \Delta C_1 & \Delta P_{11} & & \Delta P_{12} & & & & & & & & & \\ & \mathbf{M} & & & & & & & & & & & \\ \Delta C_2 & \Delta P_{1n_1} & & \Delta P_{21} & & & & & & & & & \\ & \mathbf{M} & & & & & & & & & & & \\ \Delta C_N & \Delta P_{2n_2} & & \Delta P_{N1} & & & & & & & & & \\ & \mathbf{M} & & & & & & & & & & & \\ & \Delta P_{N1} & & \Delta P_{N2} & & & & & & & & & \\ & \mathbf{M} & & & & & & & & & & & \\ & \Delta P_{Nn_N} & & & & & & & & & & & \end{matrix} \begin{bmatrix} \Delta W_{11} & \Delta W_{12} & \mathbf{L} & \Delta W_{1N} \\ \Delta W_{21} & \Delta W_{22} & \mathbf{L} & \Delta W_{2N} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ \Delta W_{N1} & \Delta W_{N2} & \mathbf{L} & \Delta W_{NN} \end{bmatrix}$$

где i, j – блок задает влияние отклонений значений всех показателей стратегической цели C_i на отклонения показателей стратегической цели C_j :

$$\Delta W_{ij} = \begin{bmatrix} w_{i1}^{j1} & w_{i1}^{j2} & \dots & w_{i1}^{jn_j} \\ w_{i2}^{j1} & w_{i2}^{j2} & \dots & w_{i2}^{jn_j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{in_i}^{j1} & w_{in_i}^{j2} & \dots & w_{in_i}^{jn_j} \end{bmatrix}.$$

Первоначально каждый из столбцов матрицы ΔW_{ij} представляет относительно влияние отклонения соответствующего показателя стратегической цели C_i на отклонений каждого из показателей стратегической цели C_j и получен как собственный вектор $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ частной задачи

$$A\omega = \lambda_{\max} \omega \quad (1.4)$$

или поэлементно

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \mathbf{L} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \mathbf{L} & a_{2n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ a_{n1} & a_{n2} & \mathbf{L} & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \mathbf{M} \\ \omega_n \end{bmatrix} = \lambda_{\max} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \mathbf{M} \\ \omega_n \end{bmatrix}.$$

Далее суперматрица W должна быть взвешена в соответствии со степенями достижимости стратегических целей $\Delta C_1, \Delta C_2, \dots, \Delta C_N$.

Получаемая в результате взвешивания стохастическая матрица

$$\Delta W^C = \begin{bmatrix} \omega_{11}^C & \omega_{12}^C & \mathbf{L} & \omega_{1K}^C \\ \omega_{21}^C & \omega_{22}^C & \mathbf{L} & \omega_{2K}^C \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ \omega_{K1}^C & \omega_{K2}^C & \mathbf{L} & \omega_{KK}^C \end{bmatrix}$$

может быть использована для оценки предельных абсолютных ПАП и относительных приоритетов ПОП стратегических целей и показателей с точки зрения их достижимости в соответствующем j -м году, $j = \overline{1, M}$.

Используя последовательность M матриц ΔW^C и последовательность значений $P_i^0 \max$, $i = \overline{1, K}$, возможно осуществить прогнозирование соответствующих значений и восстановление по ним прогнозных значений показателей P_1, P_2, \dots, P_k вплоть до последнего года планового периода. Полученные значения показателей и следует рассматривать как целевые значения $P_1^{opt}, P_2^{opt}, \dots, P_k^{opt}$ ключевых показателей эффективности КРП (Key Performance Indicator).

Для прогнозирования временных рядов предлагается использовать аппарат нейронных сетей, причем тип используемой нейронной сети может быть любым и обычно автоматически подбирается соответствующей программой.

Выбор может происходить между одношаговым и многошаговым прогнозированием. Одношаговым прогнозированием называют краткосрочный прогноз (на один шаг), при этом для получения прогнозированной величины используют только фактические данные. Ясно, что одношаговое прогнозирование более точно, но оно не позволяет выполнять долгосрочные прогнозы. Многошаговым прогнозом называют долгосрочный прогноз, цель которого состоит в определении основного тренда, для некоторого фиксированного промежутка времени в будущем. При этом прогнозирующая система (в нашем случае - нейронная сеть) использует полученные прогнозные значения временного ряда для выполнения дальнейшего прогноза, то есть использует их как входные данные.

Результаты нейромоделирования при прогнозировании хорошо аппроксимируют фактические данные и общая квадратичная погрешность не превышает 5-10%. Это позволяет сделать вывод, что смоделированная нейросеть бу-

дет чувствительна к вариации входных параметров и следовательно может быть использована для получения прогнозных значений элементов матриц ΔW^C и последовательности значений $P_1^{opt}, P_2^{opt}, \dots, P_k^{opt}$.

2. 5. Стратегическое планирование с целью формирования целевых значений ключевых показателей эффективности KPI (Key Performance Indicator)

Концепция сбалансированной системы показателей BSC (Balanced Scorecard), созданная Д. Нортон и Р. Капланом, предполагает сбалансированность финансовых и нефинансовых ключевых показателей KPI (Key Performance Indicator). Поэтому при определении целевых значений показателей необходимо стремиться к достижимости каждой из N стратегических целей C_1, C_2, \dots, C_N за счет выполнения условий

$$P_i \rightarrow P_i^{opt}, i = \overline{1, K},$$

которые и задают общее назначение задачи стратегического планирования при реализации концепции BSC.

В терминах МАИ акторами будут стратегические цели C_1, C_2, \dots, C_N , а политиками для каждой цели C_k нормированные отклонения значений соответствующих ей ключевых показателей эффективности $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k}$, где n_k - их число и $\sum_{k=1}^N n_k = K$, от их целевых значений $P_{k1}^{opt}, P_{k2}^{opt}, \dots, P_{kn_k}^{opt}$: $P_{ki} = |P_{ki} - P_{ki}^{opt}|, i = \overline{1, n_k}$.

В качестве сценариев рассматриваются наборы значений показателей P_1, P_2, \dots, P_K , которые могут быть получены при одновременном или неодновременном изменении ключевых показателей эффективности $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k}$ для каждой стратегической цели C_k с целью достижения значений $P_{k1}^{opt}, P_{k2}^{opt}, \dots, P_{kn_k}^{opt}$. Наилучшим сценарием будет являться сценарий, предполагающий $\sum_{j=1}^N \Delta C_j^k \rightarrow \min$ и $\Delta C_k^k \rightarrow 0$ не более чем за рассматриваемый период планирования.

В качестве обобщенного исхода рассматривается лучший из выше описанных сценариев, при котором $\sum_{j=1}^N \Delta C_j^{opt} \rightarrow \min$ не более чем за рассматриваемый период планирования.

После идентификации общего назначения задачи стратегического планирования составляется иерархия прямого процесса:

- 1-й уровень - фокус (единственный элемент);
- 2-й уровень - акторы - стратегические цели C_1, C_2, \dots, C_N ;
- 3-й уровень - целевые значения показателей эффективности $P_{k1}^{opt}, P_{k2}^{opt}, \dots, P_{kn_k}^{opt}$, характеризующих степень достижимости стратегических целей C_1, C_2, \dots, C_N - акторов, представленных на 3-м уровне;

- 4-й уровень – политики – $P_{ki} = |P_{ki} - P_{ki}^{opt}|$, $i = \overline{1, n_k}$, - нормированные отклонения от целевых значений ключевых показателей эффективности $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k}$, которым следует каждый актер – стратегическая цель C_k ;
- 5-й уровень – возможные сценарии, за которые борется каждый актер – стратегическая цель C_k , как за результат своей реализации, характеризующиеся значениями $\Delta C_1^k, \Delta C_2^k, \dots, \Delta C_N^k$;
- 6-й уровень – обобщенный исход, который представляет собой наилучший результат реализации сценариев, представляемый значениями $\Delta C_1^{opt}, \Delta C_2^{opt}, \dots, \Delta C_N^{opt}$.

Каждый актер - стратегическая цель C_1, C_2, \dots, C_N , неудовлетворенный общим исходом прямого процесса планирования может начать изменение своих политик, что по существу означает переход к обратному процессу для этого актора с иерархией:

- 1-й уровень - фокус (единственный элемент);
- 2-й уровень – один или несколько сценариев, который хочет реализовать данный актер – единственная стратегическая цель C_k ;
- 3-й уровень – проблемы и ситуации, препятствующие реализации наилучшего сценария актора – стратегической цели C_k и оцениваемые различием в значениях $\Delta C_1^k, \Delta C_2^k, \dots, \Delta C_N^k$ для наилучшего сценария данного актора - стратегической цели C_k и обобщенного исхода с значениями $\Delta C_1^{opt}, \Delta C_2^{opt}, \dots, \Delta C_N^{opt}$;
- 4-й уровень – другие акторы – стратегические цели C_1, C_2, \dots, C_N за исключением стратегической цели C_k , которые могут повлиять на достижение для нее значений $P_{k1}^{opt}, P_{k2}^{opt}, \dots, P_{kn_k}^{opt}$;
- 5-й уровень – политики акторов 4-го уровня - $P_{ji} = |P_{ji} - P_{ji}^{opt}|$, $i = \overline{1, n_j}$, $j \neq k$ - нормированные отклонения от целевых значений ключевых показателей эффективности $P_{j1}, P_{j2}, \dots, P_{jn_j}$, которым следует каждый актер – стратегическая цель C_j , $j \neq k$;
- 6-й уровень – политики данного актора $P_{ki}^{new} > P_{ki} = |P_{ki} - P_{ki}^{opt}|$, $i = \overline{1, n_k}$, - нормированные отклонения от целевых значений ключевых показателей эффективности $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k}$, которым должен следовать каждый актер – стратегическая цель, для желанного воздействия на реализацию обобщенного исхода с $\Delta C_1^{opt}, \Delta C_2^{opt}, \dots, \Delta C_N^{opt}$.

После определения приоритетов политик (целей) акторов в обратном процессе на повторной итерации прямого процесса применяются только те из них, для которых теоретически и практически достижимы значения $P_{ki}^{new} > P_{ki} = |P_{ki} - P_{ki}^{opt}|$, $i = \overline{1, n_k}$.

Приоритеты на повторном прямом процессе пересматриваются с уровня политик (4-го уровня). Получаемый в итоге приоритет обобщенного исхода

сравнивается с приоритетами желаемых будущих состояний первого обратного процесса. Если их сближения нет, то проводится вторая итерация обратного процесса. На этой итерации изменяются приоритеты желаемых будущих состояний и/или проверяются новые политики. Те элементы, которые опять получили наибольший приоритет, используются на третьей итерации прямого процесса и т.д. Процедура повторяется до тех пор, пока не будут рассмотрены все возможности поиска путей увеличения вероятности обобщенного исхода.

3. МОНИТОРИНГ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ BSC

На основании обобщенного исхода, полученного как лучший из сценариев, при котором $\sum_{j=1}^N \Delta C_j^{opt} \rightarrow \min$ не более чем за рассматриваемый период планирования, осуществляется стратегическое управление организацией, основной целью которого является достижение целевых значений $P_{k1}^{opt}, P_{k2}^{opt}, \dots, P_{kn_k}^{opt}$ ключевых показателей эффективности КРІ $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k}$, где n_k - их число и $\sum_{k=1}^N n_k = K$, для каждой стратегической цели C_k , $k = \overline{1, N}$.

Для обеспечения своевременного информирования об отклонении текущих значений показателей P_1, P_2, \dots, P_K от запланированных для них значений, необходимо сформировать коридоры значений по одному из двух приоритетных для информационных систем BSC подходов:

- $[0, P_i^{good_left}]$ и $[P_i^{good_right}]$ - неподходящие, $[P_i^{good_left}, P_i^{best_left}]$ и $[P_i^{best_right}, P_i^{good_right}]$ - подходящие и $[P_i^{best_left}, P_i^{best_right}]$ - лучшие значения каждого показателя P_i , $i = \overline{1, K}$;
- $[0, P_i^{good}]$ - неподходящие, $[P_i^{good}, P_i^{best}]$ - подходящие и $[P_i^{best}, 1]$ - лучшие значения каждого показателя P_i , $i = \overline{1, K}$, или $[0, P_i^{best}]$ - лучшие, $[P_i^{best}, P_i^{good}]$ - подходящие и $[P_i^{good}, 1]$ - неподходящие значения каждого показателя P_i , $i = \overline{1, K}$.

Поскольку анализ текущих значений показателей P_1, P_2, \dots, P_K предполагается проводить в дискретные моменты времени (раз в месяц, квартал, полугодие, год), следует для каждого из них сформировать свои такие коридоры, возможно пересматривая их каждый раз заново вплоть до окончания планового периода.

Если для какого-то момента времени на момент окончания планового периода будут отсутствовать коридоры лучших значений показателей эффективности КРІ (Key Performance Indicator), включающие в себя целевые значения $P_1^{opt}, P_2^{opt}, \dots, P_K^{opt}$, хотя бы для одного из показателей P_1, P_2, \dots, P_K , то возможны следующие подходы к решению возникшей проблемы:

- пересмотр соответствующих целевых значений $P_1^{opt}, P_2^{opt}, \dots, P_K^{opt}$;
- построение всей модели BSC заново, но для тех же стратегических целей C_1, C_2, \dots, C_N ;
- пересмотр стратегических целей C_1, C_2, \dots, C_N и для каждой стратегической цели C_k соответствующих ей показателей $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn_k}$, где n_k - их число и $\sum_{k=1}^N n_k = K$, и их целевые значения $P_1^{opt}, P_2^{opt}, \dots, P_K^{opt}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанная комплексная методика интеллектуальной поддержки процесса стратегического планирования на основе концепции BSC может иметь применение при автоматизации в качестве аналитического модуля информационной системы BSC. Использование помимо экспертных оценок полностью или частично заменяющих выводов на основе анализа статистических данных позволит повысить объективность принимаемых управленческих решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. М.: Олимп-Бизнес, 2003.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.
3. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Пер. с англ. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001.
4. Оссовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004.