

УДК 519.816: 004.42

НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

Захарова А.А.*Юргинский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Юрга, e-mail: aaz@tpu.ru*

Принятие решений в стратегическом управлении социально-экономической системой (СЭС) осуществляется в условиях неопределенности, что обуславливает широкое использование экспертной информации. В работе ставится проблема создания программной среды для разработки систем поддержки принятия стратегических решений на основе системы универсальных моделей принятия решений. Предлагается математическое обеспечение данной среды для решения типовых задач принятия решений на основе экспертных знаний, возникающих на этапе стратегического анализа. Разработана система взаимосвязанных нечетких моделей: модели оценки факторов стратегического развития СЭС и модели SWOT-анализа. Использование системы предлагаемых моделей на этапе стратегического анализа позволяет на основе экспертных знаний оценить желательные и фактические значения факторов СЭС с точки зрения их важности и необходимости учета их влияния на стратегическое развитие СЭС; установить возможные взаимосвязи отдельных факторов и оценить важность их сочетаний для стратегического развития СЭС; проранжировать и отобрать факторы среды и их сочетания, рекомендуемые в качестве основы для разработки стратегических альтернатив СЭС. Предложенная система нечетких моделей может использоваться в стратегическом управлении любой СЭС.

Ключевые слова: стратегическое управление, стратегический анализ, социально-экономическая система, система поддержки принятия решений, универсальные модели принятия решений, нечеткие множества

FUZZY MODELS OF THE STRATEGIC ANALYSIS IN STRATEGIC MANAGEMENT OF SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEM

Zakharova A.A.*Yurga Institute of Technology of Tomsk Polytechnic University, Yurga, e-mail: aaz@tpu.ru*

Decision making in strategic management by the social and economic system (SES) is performed in the conditions of uncertainty that causes wide use of expert information. Problem of paper is creation of the program environment for development of strategic decision-support systems on the basis of system of universal decision-making models. Software of this environment for the solution of standart decision problems on the basis of the expert knowledge for the strategic analysis stage is offered. The system of the interconnected fuzzy models is developed: models of assessment of factors of a strategic development of SES and models of SWOT analysis. Use of system of the offered models at a stage of the strategic analysis allows on the basis of expert knowledge: to estimate desirable and actual values of factors of SES from the point of view of their importance and need of accounting of their influence on a strategic development of SES; to establish possible interrelations of separate factors and to estimate importance of their combinations for a strategic development of SES; to range and select the factors of the environment and their combination which are recommended as a basis for development of strategic alternatives of SES. The offered system of fuzzy models can be used in strategic management of any SES.

Keywords: strategic management, strategic analysis, social and economic system, decision support system, universal models of decision making, fuzzy sets

Важнейшую роль в развитии социально-экономических систем (СЭС) различного уровня и вида играет стратегическое управление. В связи с этим возрастает актуальность разработки методов, технологий и инструментов информационной поддержки процессов стратегического управления в СЭС. С одной стороны, механизмы и методы стратегического управления и поддержки принятия стратегических решений имеют существенные отличия, связанные с видом СЭС, в которой они применяются. Например, в зависимости от уровня СЭС (государственный, региональный, муниципальный, организационный, личностный); пространственно-времен-

ной характеристики СЭС (объекты, среды, процессы, проекты); функционально-продуктовой принадлежности (рыночные и общественные); вида экономической деятельности СЭС (функциональной сфере) и др. С другой стороны, имеются некоторые проблемы принятия стратегических решений, свойственные любой СЭС и обусловленные её основными свойствами, а именно: неопределенность, связанная со слабой предсказуемостью процессов в СЭС и вне её, отсутствием полной информации о факторах среды функционирования СЭС, их влиянии и вероятности реализации, и др.; необходимость использования экспертной информации для оценки и прогнозирования

ния процессов, протекающих во внешней и внутренней среде СЭС. Соответственно, актуальна разработка методов поддержки принятия стратегических решений, представляющих возможность формализации и обработки экспертных знаний.

Эксперты привлекаются на всех этапах стратегического управления СЭС: стратегический анализ, стратегический выбор и стратегический контроль. При этом методология стратегического управления определяет существование набора одинаковых задач принятия решений, а соответственно, типовых задач, ставящихся лицами, принимающими решение (ЛПР), перед экспертами. Для решения таких задач целесообразна разработка универсальных моделей поддержки принятия решений, представляющих некоторый набор инструментов – «конструктор», который, с одной стороны, может применяться в любой СЭС, а с другой – давать возможность ЛПР выбирать необходимые модели, исходя из стоящих перед ЛПР задач стратегического управления. Важность разработки базовых механизмов организационного управления отмечается в работе [5].

Современные технологии управления обуславливают необходимость использования информационных технологий, разработки систем поддержки принятия решений для стратегического управления СЭС. В связи с этим актуальна разработка программной среды, в которой пользователь (ЛПР) может создавать экземпляры систем поддержки принятия стратегических решений (СППРС) на основе экспертных знаний для любой конкретной СЭС, независимо от ее вида, используя необходимый набор базовых (универсальных) инструментов, обеспечивающих эффективную обработку экспертной информации на основных этапах стратегического управления. Математическим

обеспечением данной программной среды будет являться система взаимосвязанных универсальных моделей и методов принятия стратегических решений.

Цель и задачи исследования

Цель работы – разработка взаимосвязанных универсальных моделей и методов поддержки принятия решений, обеспечивающих решение типовых задач принятия решений (ПР) на этапе стратегического анализа.

Задачи: формализация типовых задач ПР на этапе стратегического анализа, требующих привлечения экспертов; разработка моделей оценки стратегических факторов СЭС; разработка моделей оценки важности стратегических факторов среды СЭС и их взаимосвязи.

Для разработки моделей принятия решений на этапе стратегического анализа выбраны методы теории нечетких множеств, учитывающие основные особенности принятия стратегических решений, тип и содержание информации для ПР, предоставляющие наилучшие возможности формализации неопределенной информации [1, 4, 6].

Разработка системы универсальных моделей для этапа стратегического анализа

В результате стратегического анализа ЛПР должен получить информацию, которая позволит сформировать набор стратегических альтернатив, в той или иной мере влияющих на достижение стратегических целей СЭС. Для этого перед экспертами ставится задача оценки факторов внешней и внутренней среды СЭС, их возможного влияния на стратегическое развитие СЭС.

Модель задачи принятия решений на этапе стратегического анализа для группового ЛПР имеет вид

$$\langle S_o, T, Q | S, A, B, V, C(V), X_d, X_c K, F(f), L, X_{rd}, X_{rc} \rangle, \quad (1)$$

где S_o – проблемная ситуация в СЭС, которую необходимо решить в стратегической перспективе; T – ограничение по времени принятия решения; Q – имеющиеся ресурсы для принятия решения;

$S = (S_1, S_2 \dots S_n)$ – множество факторов внешней и внутренней среды СЭС, конкретизирующих проблемную ситуацию;

$A = (A_1, A_2 \dots A_k)$ – множество стратегических целей СЭС;

$V = (V_1, V_2 \dots V_m)$ – множество формализованных описаний суждений экспертов о факторах среды СЭС, отражающих желаемый (планируемый, допустимый, необходимый

и т.д.) уровень фактора, возможное его влияние на стратегическое развитие СЭС (то есть суждения о том, как «должно быть»);

$C(V)$ – функция, устанавливающая зависимость между факторами среды и позволяющая оценить важность сочетаний факторов; $B = (B_1, B_2 \dots B_l)$ – множество ограничений для разработки стратегических альтернатив (например, финансовых, правовых, культурных, политических и других);

$X_d = (X_{d_1}, X_{d_2} \dots X_{d_j})$ – множество оценок значимости факторов СЭС на момент стратегического анализа (то есть экспертные суждения о том, «как есть»);

$X_c = (X_{c_1}, X_{c_2} \dots X_{c_i})$ – множество оценок важности сочетаний факторов среды СЭС;
 K – критерий выбора факторов и их сочетаний;
 $F(f)$ – функция, определяющая групповое предпочтение ЛПР, f – индивидуальные предпочтения (экспертные оценки);
 L – способ согласования индивидуальных экспертных оценок;

$X_{r_d} = (X_{r_{d_1}}, X_{r_{d_2}} \dots X_{r_{d_o}})$, $X_{r_c} = (X_{r_{c_1}}, X_{r_{c_2}} \dots X_{r_{c_p}})$ – множества факторов и их сочетаний, которые должны быть учтены при разработке стратегических альтернатив;

Таким образом, выделим следующие основные типовые задачи, стоящие перед экспертами на этапе стратегического анализа:

1. На основании информации о стратегических целях СЭС $A = (A_1, A_2 \dots A_k)$ и ограничениях $B = (B_1, B_2 \dots B_l)$ для исследуемого множества факторов среды СЭС $S = (S_1, S_2 \dots S_n)$, конкретизирующих проблемную ситуацию S_o , оценить желательные $V = (V_1, V_2 \dots V_m)$ и фактические $X_d = (X_{d_1}, X_{d_2} \dots X_{d_j})$ значения факторов СЭС с точки зрения их важности и необходимости учета их влияния на стратегическое развитие СЭС.

2. Установить возможные взаимосвязи отдельных факторов и оценить важность их сочетаний для стратегического развития СЭС $X_c = (X_{c_1}, X_{c_2} \dots X_{c_i})$ на основе функции $C(V)$.

3. В соответствии с критерием K проанализировать и отобрать факторы среды $X_{r_d} = (X_{r_{d_1}}, X_{r_{d_2}} \dots X_{r_{d_o}})$ и их сочетания $X_{r_c} = (X_{r_{c_1}}, X_{r_{c_2}} \dots X_{r_{c_p}})$, рекомендуемые в качестве основы для разработки стратегических альтернатив СЭС.

Для решения первой типовой задачи разработаны модели оценки стратегических факторов СЭС на основе экспертных знаний. Формализация знаний эксперта о факторах стратегического развития СЭС осуществляется с помощью лингвистических и нечетких переменных.

Лингвистическая переменная фактора СЭС имеет вид

$$\langle \beta, T, X \rangle, \quad (2)$$

где β – наименование лингвистической переменной, описывающей фактор СЭС;

T – терм-множество значений лингвистической переменной ($T = (T_1, T_2 \dots T_s)$), описывающих возможный уровень проявления данного фактора СЭС и/или влияния, оказываемого фактором на стратегическое развитие СЭС. Значения лингвистической переменной являются наименованиями нечетких переменных $\alpha_s, s = 1, h$, с помощью которых формализуются экспертные знания о s -ом уровне фактора СЭС;

X – область определения лингвистической переменной.

Нечеткие переменные имеют вид

$$\langle \alpha_s, X, C_{\alpha_s} \rangle, \quad (3)$$

где α_s – наименование нечеткой переменной;

$C_{\alpha_s} = \{ \mu_{\alpha_s}(x) / x \}$ – нечеткое множество, описывающее возможные значения нечеткой переменной α_s ;

$\mu_{\alpha_s}(x)$ – функция принадлежности нечеткого множества C_{α_s} . Для каждого значения $x \in X$ может быть получено значение степени принадлежности конкретного значения фактора из области определения X s -тому лингвистическому уровню.

Способ построения функции принадлежности подбирается в зависимости от особенностей фактора СЭС и процесса его оценки: для факторов СЭС, не имеющих однозначных измерительных свойств целесообразно применение метода парных сравнений; для факторов СЭС, требующих для своей оценки привлечения большого количества экспертов (например, населения города), – метода на основе статистических данных; для факторов СЭС, для которых можно подобрать количественную шкалу и не требующих высокой точности оценки, – метода на основе стандартных функций [2].

В результате применения нечетких моделей оценки стратегических факторов СЭС решаются две подзадачи: формализуются экспертные суждения о необходимом (достаточном, планируемом) уровне конкретных факторов СЭС; появляется возможность определения принадлежности исследуемого (фактического, достигнутого) значения фактора СЭС к тому или иному уровню (например, «низкий – высокий»). Это позволяет использовать лингвистические переменные факторов СЭС как входные и/или выходные переменные в моделях принятия решений, требующих установления взаимосвязей между ними и оценки их влияния на стратегическое развитие СЭС.

Для решения второй и третьей типовых задач разработаны нечеткие модели SWOT-анализа. Выбор метода SWOT в качестве основы для разработки универсальных моделей стратегического анализа обоснован следующим: во-первых, именно этот метод направлен на сплошное исследование внешней и внутренней среды организации с целью формирования некоторого информационного поля для ЛПР, позволяющего выявить наиболее важные факторы, которые могут способствовать или препятствовать реализации стратегических целей организации; во-вторых, SWOT-анализ в его классической методологии проведения может применяться для любого типа СЭС, независимо от её вида.

Основными проблемами базовой методологии SWOT являются: количественная оценка и ранжирование по значимости, как отдельных факторов среды, так и их комбинаций; моделирование взаимосвязей стратегических факторов; формализация качественной экспертной информации [3, 7]. Для решения этих проблем, на основе базовой методологии SWOT разработана система нечетких моделей принятия решений, в основе которой лежат следующие принципы.

Во-первых, информация о факторах среды СЭС представляется на основе моделей оценки стратегических факторов СЭС (то есть в виде лингвистических переменных). Во-вторых, на основе систем нечетких высказываний, устанавливающих взаимосвязь между значениями входных и выходных лингвистических переменных, формируется база знаний (база продукционных мо-

делей), описывающая суждения экспертов о возможном влиянии факторов СЭС и их сочетаний на стратегическое развитие СЭС. В-третьих, для расчета значений выходных лингвистических переменных, характеризующих важность факторов и сочетаний и служащих для ранжирования, применяется нечеткий логический вывод, основанный на нечетком правиле *modus ponens*.

Системы нечетких высказываний разработаны: для оценки и ранжирования возможностей и угроз в зависимости от их влияния и вероятности реализации; для оценки важности сочетаний факторов внешней и внутренней среды СЭС и их влияния на возможности стратегического развития СЭС. Приведем фрагмент базы знаний, позволяющий оценить важность стратегических факторов СЭС, отнесенных экспертами к типу «возможности» (4).

$$\tilde{L}^{(1)} = \left\{ \begin{array}{l} \tilde{L}_1^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_1} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_1} \text{ ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_2} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_1} \\ \text{ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_1} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_2} \text{ ТО } \beta_{Ov} \text{ есть } a_{Ov_1} >; \\ \tilde{L}_2^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_1} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_3} \text{ ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_2} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_2} \\ \text{ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_3} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_1} \text{ ТО } \beta_{Ov} \text{ есть } a_{Ov_2} >; \\ \tilde{L}_3^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_2} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_3} \text{ ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_3} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_2} \\ \text{ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_3} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_3} \text{ ТО } \beta_{Ov} \text{ есть } a_{Ov_3} >, \end{array} \right. \quad (4)$$

где β_{Op} – вероятность реализации (вероятность того, что СЭС сможет воспользоваться данной возможностью); область определения $Op = [0, 1]$; множество базовых значений $T_{Op} = \{\text{низкая, средняя, высокая}\} = \{a_{Op_1}, a_{Op_2}, a_{Op_3}\}$;

β_O – степень влияния данной возможности на организацию (возможные последствия, к которым может привести данная возможность), O ; $T_O = \{\text{малое влияние, умеренное влияние, высокое влияние}\} = \{a_{O_1}, a_{O_2}, a_{O_3}\}$. Для каждой возможности (фактора) СЭС область определения своя, базой для нее могут служить реальные показатели функционирования СЭС, условные показатели (в баллах) и др.

β_{Ov} – значение данной возможности (важность учета ее в разрабатываемой стратегии); $O_v = [0, 100]$; $T_{Ov} = \{\text{малое, среднее, большое}\} = \{a_{Ov_1}, a_{Ov_2}, a_{Ov_3}\}$. Область определения лингвистической переменной описывается балльной шкалой (от 0 до 100).

Система взаимосвязанных универсальных моделей поддержки принятия решений, обеспечивающих решение типовых задач

принятия решений (ПР) на этапе стратегического анализа, представлена на рисунке.

Заключение

Таким образом, применение предложенной системы универсальных моделей на этапе стратегического анализа позволяет решить типовые задачи принятия решений, требующие привлечения экспертов, а именно: оценить желательные и фактические значения факторов СЭС с точки зрения их важности и необходимости учета их влияния на стратегическое развитие СЭС; установить возможные взаимосвязи отдельных факторов и оценить важность их сочетаний для стратегического развития СЭС; проранжировать и отобрать факторы среды и их сочетания, рекомендуемые в качестве основы для разработки стратегических альтернатив СЭС. Предложенный набор универсальных моделей стратегического анализа представляет собой часть математического обеспечения программной среды разработки систем поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний.

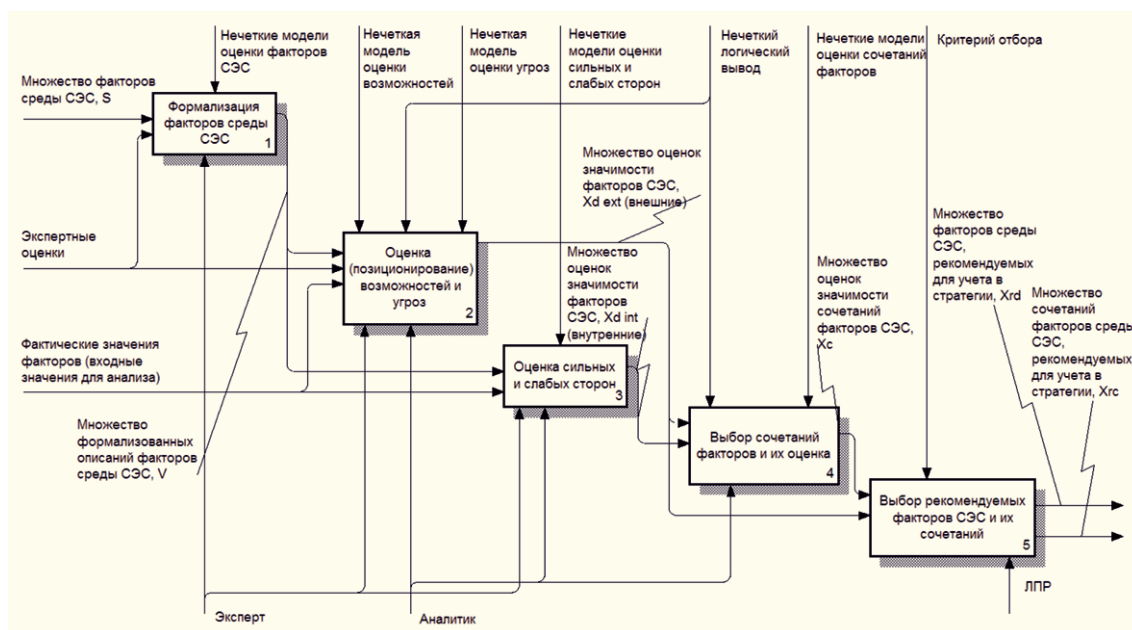


Схема применения системы универсальных моделей на этапе стратегического анализа в стратегическом управлении СЭС

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-07-00299а.

Список литературы

1. Андрейчиков А.В. Системный анализ стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций [Текст] / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 304 с.
2. Захарова А.А. Методы построения терм-множеств лингвистических переменных в системе поддержки принятия решений о социально-экономическом развитии города [Текст] / А.А. Захарова, А.А. Григорьева // Автоматизация и современные технологии. – 2006. – № 5. – С. 22–26.
3. Майсак О.С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами [Текст] / О.С. Майсак // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 1 (21). – С. 151–157.
4. Морозов В.О. Нечетко-множественные методы стратегического анализа стейкхолдер-компании [Текст] / В.О. Морозов, К.С. Солдухин, А.Я. Чен // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–1. – С. 179–183.
5. Новиков Д.А. Механизмы управления – конструктор для управленцев [Текст] / Д.А. Новиков // Управленческое консультирование. – 2011. – № 3(43). – С. 5–16.
6. Птускин А.С. Нечеткие модели задач принятия стратегических решений на предприятиях: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.13 / Птускин Александр Соломонович. – М., 2004. – 323 с.

7. Zakharova A.A. Fuzzy SWOT analysis for selection of bankrupt risk factors // Applied Mechanics and Materials. – 2013 – Vol. 379. – P. 207–213.

References

1. Andrejchikov A.V. Sistemnyj analiz strategicheskikh reshenij v innovatike. Matematicheskie, jevrsticheskie i intellektualnye metody sistemnogo analiza i sinteza innovacij [Tekst] / A.V. Andrejchikov, O.N. Andrejchikova. M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2012. 304 p.
2. Zaharova A.A. Metody postroenija term-mnozhestv lingvisticheskikh peremennyh v sisteme podderzhki prinjatija reshenij o socialno-jekonomicheskom razvitii goroda [Tekst] / A.A. Zaharova, A.A. Grigoreva // Avtomatizacija i sovremennye tehnologii. 2006. no. 5. pp. 22–26.
3. Majsak O.S. SWOT-analiz: obekt, faktory, strategii. Problema poiska svjazej mezhdu faktorami [Tekst] / O.S. Majsak // Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tehnologii. 2013. no. 1 (21). pp. 151–157.
4. Morozov V.O. Nechetko-mnozhestvennye metody strategicheskogo analiza stekholder-kompanii [Tekst] / V.O. Morozov, K.S. Soloduhin, A.Ja. Chen // Fundamentalnye issledovanija. 2016. no. 2–1. pp. 179–183.
5. Novikov D.A. Mehanizmy upravlenija konstruktor dlja upravlencev [Tekst] / D.A. Novikov // Upravlencheskoe konsultirovanie. 2011. no. 3(43). pp. 5–16.
6. Ptuskin A.S. Nechetkie modeli zadach prinjatija strategicheskikh reshenij na predpriyatijah: dis. ... d-ra ekon. nauk: 08.00.13 / Ptuskin Aleksandr Solomonovich. M., 2004. 323 p.
7. Zakharova A.A. Fuzzy SWOT analysis for selection of bankrupt risk factors // Applied Mechanics and Materials. 2013 Vol. 379. pp. 207–213.