

2. Богданович В.И., Гиорбелидзе М.Г., Сотов А.В., Проничев Н.Д., Смелов В.Г., Агаповичев А.В. Математическое моделирование процессов плавления порошка в технологии селективного лазерного сплавления Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 4-1. С. 105-114.

### **НАСТРОЙКА МОДЕЛЕЙ ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

*А.А. Захарова, к.т.н., Я.В. Гребенюк, студ.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,*

*Юргинский технологический институт*

*652055, г. Юрга ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 77764*

*E-mail: aaz@tpi.ru.*

Показана актуальность разработки платформы (программной среды), позволяющей на её основе создавать системы стратегического управления организациями, используя сквозные технологии поддержки принятия решений и универсальные инструментальные средства. Статья посвящена решению одной из задач, возникающей при разработке такой платформы – настройке универсальных моделей поддержки принятия решений под условия принятия решений и особенности предметной области стратегического управления. Разработан механизм настройки моделей, выявлены и представлены параметры настройки.

Программа «Цифровая экономика Российская Федерация» [1] ставит одной из задач создание и развитие перспективных цифровых платформ и сквозных технологий. При этом под цифровой платформой понимается система организации цифрового взаимодействия (основанная на совокупности технологий, продуктов и услуг субъектов – производителей и потребителей услуг), открытая для присоединения новых субъектов и позволяющая субъектам создавать собственные продукты и услуги и в дальнейшем предоставлять их на платформе. В связи с этим актуальной задачей является создание фундаментальных научных заделов для возникновения новых платформ и технологий.

В то же время в настоящее время в РФ осознана необходимость повышения качества и эффективности стратегического управления на всех уровнях экономики: макро, мезо, микро и т.д. [2,3]. Эта цель достижима только при использовании современных информационных технологий, создании новых научно-методологических основ поддержки принятия стратегических решений. Учитывая современные тенденции развития информационных технологий, целесообразна разработка среды (платформы), позволяющей на её основе создавать системы стратегического управления организациями, используя сквозные технологии поддержки принятия решений и универсальные инструментальные средства. Это позволит, с одной стороны, создавать собственные программные продукты для решения задач стратегического управления различного вида (некоммерческое использование), а, с другой стороны, предоставлять на базе этой платформы услуги стратегического консалтинга. Учитывая объемы мирового (более 31 млрд. долл.) и российского (более 3,7 млрд руб.) рынков стратегического консалтинга [4], такая среда разработки (платформа) может обеспечить повышение конкурентоспособности цифровых технологий РФ.

В [5] представлены структура, состав универсальных моделей принятия решений и программных модулей среды разработки систем поддержки принятия стратегических решений (СП СППСР), основанных на использовании экспертных знаний. Реализация прототипа данной среды осуществляется на базе технологической платформы 1С: Предприятие 8.3. СП СППСР позволяет разрабатывать на основе библиотек универсальных инструментов экземпляры СППСР для решения различных задач стратегического управления любых организаций (социально-экономических систем). В среде разработки предусмотрена возможность опционального включения в создаваемый экземпляр СППСР типовых модулей.

Одной из задач, которую необходимо решить при разработке СП СППСР, является настройка универсальных моделей поддержки принятия решений под условия принятия решений и особенности предметной области стратегического управления. Решение этой задачи и представлено в данной статье.

Представим некоторые особенности универсальных моделей поддержки принятия решений СП СППСР [5] в таблице 1.

Универсальные модели среды разработки СППСР

Этап стратегического управления	Модель принятия решений (номер в таблице 2)	Назначение	Базовые методы
Анализ	Модель оценки стратегических факторов социально-экономических систем (СЭС) (1)	Формализация экспертных суждений о необходимом (достаточном, планируемом) уровне конкретных факторов СЭС; определение принадлежности исследуемого (фактического, достигнутого) значения фактора СЭС к тому или иному уровню (например, «низкий – высокий»). Являются входными для использования нечетких моделей SWOT-анализа.	Лингвистические переменные, методы построения термножеств (парных сравнений, статистических данных, стандартных функций), методы агрегирования и оценки согласованности мнений экспертов.
	Нечеткие модели SWOT-анализа (2)	Оценка желательных и фактических значений факторов СЭС с точки зрения их важности и необходимости учета их влияния на стратегическое развитие СЭС; установление возможных взаимосвязей отдельных факторов и оценка важности их сочетаний для стратегического развития СЭС.	Лингвистические переменные системы нечетких правил (продукции), нечеткий логический вывод на основе правила modus ponens, методы агрегирования и оценки согласованности мнений экспертов.
Выбор	Иерархическая модель оценки проектов развития СЭС (3)	Оценка альтернатив (проектов, программ) развития СЭС, исходя из влияния, оказываемого действующими силами внутри предприятия и его окружении.	Метод анализа иерархий, методы агрегирования и оценки согласованности мнений экспертов.
Контроль	Модель интегральной оценки стратегического развития СЭС (4)	Контроль достижения целевых стратегических ориентиров в отдельности, оценка общей успешности реализации выбранной стратегии СЭС.	Нечеткие переменные, многокритериальный метод, методы агрегирования и оценки согласованности мнений экспертов.

Покажем на примере одной из моделей, какие параметры требуют настройки в зависимости от условий принятия решения, предметной области и особенностей самой задачи принятия решений. Модель оценки стратегических факторов СЭС основана на лингвистических переменных.

Лингвистическая переменная фактора имеет следующий вид [6]:

$$\langle \beta, T, X \rangle,$$

где  $\beta$  – наименование лингвистической переменной;

$T$  – множество значений лингвистической переменной  $T = \{T_1, T_2 \dots T_s\}$ , характеризующих желаемый (допустимый, требуемый и т.д.) уровень проявления данного фактора и/или его влияния на выбор альтернативы. Каждое значение лингвистической переменной представляет собой наименование нечеткой переменной  $\alpha_s, s = \overline{1, h}$ , формализующей  $s$ -тый уровень фактора;

$X$  – область определения лингвистической переменной.

Нечеткие переменные, характеризующие уровень фактора имеют вид:

$$\langle \alpha_s, X, C_{\alpha_s} \rangle,$$

где  $\alpha$  - наименование нечеткой переменной;

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

$\mu_{\alpha_s}(x)$  – функция принадлежности нечеткого множества  $C_{\alpha_s}$ . Для каждого значения  $x \in X$

может быть получено значение степени принадлежности (соответствия) данного значения фактора  $s$ -тому уровню фактора.

Метод построения функции принадлежности должен позволять учитывать условия, особенности и способы получения и обработки экспертной информации для оценки конкретного фактора, а именно:

- тип фактора (качественный, количественный);
- наличие универсальных измерительных свойств. Количественные факторы, по сути, сами собой представляют такие свойства. Для качественных факторов найти универсальные свойства не всегда возможно, в качестве таковых могут служить, например, обобщенные показатели (рассчитываемые по устоявшимся методикам), относительные рейтинги объектов и т.п.;
- источник информации (эксперт в области знаний, отдельный субъект среды принятия решений или их совокупность);
- тип ЛПР (индивидуальный, групповой);
- численность экспертной группы;
- тип шкалы, используемый для оценки факторов
- характер измерений и др.

Таким образом, для пользователя СППСР, осуществляющего настройку модели, лингвистическая переменная имеет следующие реквизиты:

1. Наименование полное и сокращенное.
2. Краткое описание.
3. Функциональная область, к которой относится эта переменная (выбор из заданных ЛПР в данном проекте СППСР).
4. Область определения, которая может быть задана двумя вариантами:
  - интервал значений, например минимум 0, максимум 300\$
  - перечислением альтернатив: например, Юрга, Новосибирск, Кемерово и т.д.
5. Единицы измерения.
6. Базовые значения (названия нечетких переменных). Например, «низкий», «средний», «высокий».
7. Метод, которым будет осуществляться построение функции принадлежности.
8. Способ экспертного оценивания: индивидуальный или групповой. В зависимости от выбранного способа в СППСР будут использоваться соответствующие методы обработки экспертных оценок, получения групповой оценки, определяться согласованность экспертных мнений.

Сведем возможные параметры настройки моделей в таблицу 2.

Таблица 2

Параметры настройки моделей принятия решений в СППСР

Настраиваемый параметр	Модели принятия решений (нумерация по табл.1)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Описание лингвистической (нечеткой) переменной (название, краткая характеристика, ед.измерения)	+			+
Функциональная область, к которой относится лингвистическая (нечеткая) переменная	+			+
Область определения лингвистической (нечеткой) переменной	+			+
Базовые значения лингвистической переменной	+			
Метод построения функции принадлежности	+			+
Способ экспертного оценивания (индивидуальный/групповой)	+	+	+	+
Создание структуры иерархии для оценки проектов развития СЭС			+	
Создание структуры целевых ориентиров реализации стратегии (в т.ч. использование подгрупп)				+
Назначение весов целевых ориентиров реализации стратегии				+

Вопросы формирования экспертной группы и настройки параметров методов оценки компетентности и согласованности экспертов подробно представлены в [7].

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

#### Список литературы

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. N 1632-р.
2. О стратегическом планировании в Российской Федерации: [федер. Закон: принят Гос. Думой 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ]
3. Стратегическое планирование и новые технологии [Электронный ресурс] // Центр стратегических разработок. 24.10.2017. – Режим доступа: <https://www.csr.ru/news/2313/>
4. Consulting Industry// Consultancy.uk [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultancy.uk/consulting-industry>
5. Zakharova A.A. Developing the structure and structural patterns for a system to support strategic decision making using expert knowledge. Proc.of 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST - 2016). Novosibirsk, NSTU, 2016. Vol. 2, pp. 497–501
6. Захарова А.А. НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-2. – С. 276-280; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40966>
7. Захарова А.А., Колегова О.А. Разработка структуры и функций типового модуля "Работа с экспертами" для системы поддержки принятия решений стратегического управления организацией // Новые исследования в разработке техники и технологий. – 2017. – № 2.– С.18-25

#### **ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ИНДУСТРИИ 4.0**

*Д.А. Заколдаев, к.т.н., доц., И.О. Жаринов, д.т.н., проф.*

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики  
197101, г. Санкт-Петербург, пр. Кронверкский, 49, тел. (812)-252-20-37  
E-mail: Mpbva@mail.ru*

Предлагается схема организации взаимодействия компонентов киберфизических систем на производстве на основе онтологий. Рассматривается производственное предприятие Индустрии 4.0 типа умная фабрика. Основное внимание в статье уделено взаимодействию цифровых двойников оборудования и цифровых двойников технологических процессов с реальным оборудованием предприятия.

Онтология в общем случае представляет собой [1] спецификацию (детальное описание), используемую для формального и декларативного определения какой-либо области знаний, содержащую терминологический словарь этой области знаний и перечень терминологических связей, основанных на принципах математической логики, описывающих отношения терминов на уровне «часть-целое». Составными частями онтологии являются: глоссарии (перечень терминов и их академических определений), тезаурусы (определяют семантическую связь между различными терминами) и пр.

Онтология – это один из способов структурирования терминов (понятий) в заданной предметной области. Характерной особенностью онтологического словаря, отличающей его от обычного, является логическая структурированность используемого терминологического аппарата при сохранении внутреннего единства словаря [2].

Зачастую, онтологии представляют в виде древовидной структуры классов или в формате программно реализованной базы данных, т.е. системы терминов, описывающих: классы (термины, понятия); экземпляры классов (конкретные представители терминов); отношения и свойства классов и экземпляров [3]. Существуют специальные языки программирования и форматы представления различных структур данных, используемые для описания онтологий: xml-формат, RDF (Resource Description Framework), OWL (Web Ontology Language), Cycl, Ontolingua и др.