

**Системы поддержки принятия решений в многокритериальных задачах
управления инновационным развитием предприятий
и интегрированных структур**

*Батьковский А.М., д.э.н., профессор,
Московский авиационный институт,
batkovskiy_a@instel.ru
Россия, Москва*

*Кравчук П.В., д.э.н., профессор,
Научно-испытательный центр «Интелэлектрон»,
p.kravchuk@mail.ru
Россия, Москва*

*Судаков В.А., д.т.н., доцент
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша
Российской академии наук,
sudakov@ws-dss.com
Россия, Москва*

Аннотация. Исследована проблема выбора системы поддержки принятия решений в процессе управления предприятиями и интегрированными структурами. Рассмотрены методы управления их инновационной деятельностью с использованием информационных систем. Показана актуальность решения исследуемой задачи. Дана общая характеристика рассматриваемых информационных систем и выявлены основные направления их совершенствования в современных условиях. Проанализированы различные подходы к решению слабоструктурированных задач по управлению инновационной деятельностью предприятий и интегрированных структур. Разработан инструментарий выбора системы поддержки принятия решений в многокритериальных задачах управления инновационным развитием. Реализация данного инструментария на практике позволяет повысить обоснованность управленческих решений и, соответственно, эффективность инновационной деятельности предприятий.

Ключевые слова: информационные системы, многокритериальные задачи, инновационное развитие, предприятия, инструментарий.

Введение

Управление инновационным развитием предприятий и интегрированных структур осуществляется в настоящее время с помощью различных информационных систем (ИС) [1]. Основными целями создания указанных информационных систем выступают:

- разработка единых принципов и методов анализа деятельности предприятий;

- оптимизация и согласование единой структуры расширенного состава показателей базы данных, обеспечивающих ведение многофакторного интерактивного мониторинга их деятельности;

- унификация основных технологических процессов по мониторингу и анализу принятия управленческих решений;

- разработка надежных, защищенных от разрушения алгоритмов функционирования интерактивной многофакторной системы управления данными;

- увеличение скорости накопления и обобщения информации [2; 3].

Для организации эффективной деятельности данных систем, должны быть решены следующие основные задачи:

- создана специализированная база данных, интегрированная в единое информационное хранилище аналитических данных, с целью накопления и хранения информации из различных источников;

- разработаны программные компоненты для осуществления заполнения базы данных;

- разработаны алгоритмы проведения аналитических расчетов с предоставлением результатов в виде таблиц, графиков и диаграмм установленного образца;

- разработан интерфейс доступа пользователей к информации хранилища данных и результатам расчетов [4; 5].

Общая характеристика информационных систем управления инновационным развитием предприятий и интегрированных структур

В ИС основные процедуры технологии принятия решений с использованием документов обмена стандартных форм включают информацию, выданную и переданную соответствующими службами и подразделениями предприятий. Данная технология обеспечивает выполнение работ по развитию системы управления их инновационным развитием, мониторинг текущего состояния предприятий, а также прогнозирование их развития. Она позволяет расширять состав используемых показателей, проводить модернизацию структуры базы данных и программного обеспечения системы, совершенствование пользовательского интерфейса и функциональных возможностей системы [6].

Используемая в ИС информация подразделяется на:

- первичную, которая поступает от каждого предприятия в данное звено обработки и выдачи выходной информации;

- сводную – обобщенную информацию по интегрированной структуре, сформированную в данном звене ИС после процедур сбора, обработки и анализа первичной информации;

- обобщенную - информацию различных форм отчетности, собранную в одном выходном документе [7; 8; 9].

В рамках данной технологии создаются базы данных нормативно-справочной информации, а также основных технико-экономических и финансовых показателей каждого предприятия. Реализуется указанная технология путем выполнения следующих процедур:

- формирование критерия отбора информации;
- формирование набора показателей для выдачи;
- формирование выходных документов различных форматов;
- отправка сформированных выходных документов Заказчику.

Работоспособность алгоритмов функционирования такой системы обеспечивается общероссийскими классификаторами и справочниками. Для формирования выходного документа каждого типа используются файлы-шаблоны, содержащие модель необходимых данных и описание размещения и форматирования выбираемых полей из базы данных. Используемые в различных ИС программные комплексы обеспечивают:

- возможность группировки показателей форм и их разделов;
- подготовку в запросном режиме комплексных аналитических справок на заданный момент времени по заданному набору параметров;
- вывод на печать и в файлы различных форматов заполненных форм выходных документов с присвоением документам дополнительных признаков (гриф, дата и время создания документа и т.д.).

Программный комплекс ИС строится, как правило, на системе экранных форм и меню. Интеграция информационных и вычислительных ресурсов в единую среду и организация защищенного доступа к ним всеми участниками ИС является одним из важнейших направлений развития и совершенствования технологии информационно-аналитической поддержки управленческих решений. Современные информационные технологии диктуют необходимость внедрения в существующие системы управления инновационным развитием предприятий и интегрированных структур новых решений, которые должны значительно повысить эффективность использования информационных ресурсов [10]. К первоочередным направлениям совершенствования ИС относятся:

- проведение работ по интеграции ресурсов, переводу их на современную аппаратно-программную платформу, реинжиниринг технологий формирования ресурсов;
- внедрение современных аналитических систем обработки неструктурированной информации, формирования баз данных;
- разработка современной информационной технологии и системы сбора информационных ресурсов;
- внедрение современной системы оперативного доступа к информационным ресурсам;
- развитие инструментария принятия управленческих решений с использованием ИС [11].

Инструментарий выбора системы поддержки принятия решений в многокритериальных задачах управления инновационным развитием предприятий и интегрированных структур

Существует два разных подхода к принятию управленческих решений в ИС, используемых при управлении инновационным развитием предприятий и интегрированных структур:

- использование экспертных систем, которые включают определенные правила разработки решений. Однако большинство управленческих задач, решаемых в рассматриваемых информационных системах, являются слабоструктурированными. Кроме того, при их решении часто необходимо использовать оценки, которые носят качественный (лексический) и нечеткий характер;

- для решения слабоструктурированных задач целесообразно использовать системы поддержки принятия решений (СППР), большинство из которых ориентировано на многокритериальные задачи, при решении которых используются векторные критерии. В этом случае оптимизация часто сводится к скаляризации [12; 13].

СППР используются довольно широко, но при этом до настоящего времени не разработан инструментальный сравнительной оценки различных СППР с целью выбора наиболее приемлемой системы при решении различных управленческих задач в условиях слабой структурированности, под которой понимается преобладание лексических критериев и качественных суждений лица, принимающего решение (ЛПР) [14]. Если нечеткая функция предпочтений ЛПР формализована, то на ее основе можно решать разные задачи, например, ранжирования альтернатив [15].

Допустим, что ЛПР определил функцию предпочтений PF , которая отражает соответствие альтернатив множеству $[0,1]$. Тогда определение PF можно представить как совокупность следующих правил:

$$\begin{aligned} P1: & \text{если } x \text{ есть } A1, \text{ то } y \text{ есть } b1, \\ P2: & \text{если } x \text{ есть } A2 \text{ то } y \text{ есть } b2 \end{aligned} \quad (1)$$

...

$$Pn: \text{если } x \text{ есть } An \text{ то } y \text{ есть } bn,$$

где $A1, A2, \dots, An$ – нечеткие альтернативы, $b1, b2, \dots, bn$ – функции предпочтений.

Представив функцию предпочтений в виде (1) можно для сравнения альтернатив использовать механизм нечеткого логического вывода:

$$R = A \rightarrow B, \quad (2)$$

где « \rightarrow » - обозначение нечеткой импликации.

R – это – нечеткое множество, которое задано на декартовом произведении $X \times Y$ множеств предпосылок и следствий. Предположим, что имеется совокупность альтернатив A' . Для того, чтобы получить их оценку необходимо использовать функции предпочтений:

$$B' = A' \bullet R = A' \bullet (A \rightarrow B), \quad (3)$$

где « \bullet » - операция нечеткой композиции.

Допустим, что задано множество критериев X_1, X_2, \dots, X_p и каждый из них – это лингвистическая переменная, которая задана на базовом множестве U_1, U_2, \dots, U_p . Тогда нечеткую функцию предпочтений можно представить в следующем виде:

$$d_i: \text{«Если } X_1=A_{1i} \text{ и } X_2=A_{2i} \text{ и } \dots X_p=A_{pi}, \text{ то } PF=b_i\text{»}, \quad (4)$$

где A_{ji} – значение критерия X_i , PF – нечеткая функция предпочтений, $b_i \in [0,1]$.

Если имеется совокупность альтернатив $v=(u_1, u_2, \dots, u_n)$, то следует их проранжировать, учитывая предпочтения ЛПР и используя следующие процедуры:

1) Правило di приводится к виду:

$$D_i: \text{“Если } X=A_i, \text{ то } PF=b_i\text{”} \quad (5)$$

С этой целью определяется функция принадлежности A_i :

$$\mu_{A_i}(v) = \min_{v \in V}(\mu_{A_{i1}}(u_1), \mu_{A_{i2}}(u_2), \dots, \mu_{A_{ip}}(u_p)), \quad (6)$$

где $V=U_1 \times U_2 \times \dots \times U_p$; $v = (u_1, u_2, \dots, u_p)$; $\mu_{A_{ij}}(u_j)$ - значение принадлежности элемента u_j нечеткому множеству A_{ij} .

2) Определяется функция принадлежности отношения R .

$$R=R1 \cap R2 \cap \dots \cap Rq, \quad (7)$$

где функция принадлежности:

$$R_i \quad \mu_R(v, i) = \min_{v \in V}(1, (1 - \mu_A(v) + b_i)); \quad (8)$$

$$\mu_R(v, i) = \min_{v \in V}(\mu_{R_j}(v, i)), j = 1, \dots, q \quad (9)$$

3) Определяются лингвистические оценки альтернатив:

$$\mu_G(i) = \max_{v \in V}(\min(\mu_C(v), \mu_D(v, i))), \quad (10)$$

где G – нечеткое подмножество единичного интервала I .

4) Проводится ранжирование альтернатив на базе точечных оценок, которые получены с использованием дефаззификации лингвистических оценок [16].

Заключение

Реализация типового набора представленных в статье процедур позволяет осуществлять выбор системы поддержки принятия решений в многокритериальных задачах управления инновационным развитием предприятий и интегрированных структур. Работоспособность данных алгоритмов должна обеспечиваться эффективным функционированием информационных систем управления данным развитием.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, в рамках научного проекта № 18-00-00012 (18-00-00008) КОМФИ.

Список литературы

1. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Кравчук П.В. Теоретические основы и инструментарий управления развитием высокотехнологичных предприятий // Электронная промышленность. 2014. №2. С. 112-121
2. Батьковский А.М. Моделирование программ инновационного развития радиоэлектронной промышленности // Вопросы радиоэлектроники. 2011. Т. 2. № 2. С. 163-173
3. Батьковский А.М., Семенова Е.Г., Фомина А.В. Прогнозирование и оценка инновационного развития экономических систем // Вопросы радиоэлектроники, серия ОТ. Выпуск 1. 2015. № 2. С. 280-303

4. Батьковский А.М. Экономико-математический инструментальный анализа инновационной деятельности высокотехнологичных предприятий // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 12. С. 51-60
5. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Теоретические основы и инструментальный управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса. - М.: Тезаурус. 2015. 128 с.
6. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Инновационная модернизация оборонно-промышленного комплекса России. М.: онтоПринт, 2014. 175 с.
7. Бородакий Ю.В., Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Кравчук П.В. Моделирование процесса разработки наукоемкой продукции в оборонно-промышленном комплексе // Вопросы радиоэлектроники, серия Электронная вычислительная техника (ЭВТ). 2014. № 2. С. 21-34
8. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Хрусталеv Е.Ю. Оптимизация управления развитием оборонно-промышленного комплекса в современных условиях // Электронная промышленность. 2014. №3. С. 48-58
9. Гришко А.Н. Алгоритм поддержки принятия решений в многокритериальных задачах оптимального выбора // Естественные и технические науки. 2016. № 1 (17). С. 242-248
10. Stanciulescu C., Fortemps Ph., Installe M., Wertz V. Multiobjective fuzzy linear programming problems with fuzzy decision variables. European Journal of Operational Research. 2003. Vol. 149. Issue 3. p. 654-675
11. Малашенкова И.В., Панкратова Е.А., Семенова О.В. Многокритериальные решения при объективных моделях в системах принятия решений // Естественные и технические науки. 2014. С. 252- 256
12. Осипов В.П., Судаков В.А. Комбинированный метод поддержки принятия многокритериальных решений // Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша. 2015. № 30. С. 1-21
13. Уткин Л.В., Симанова Н.В. Метод анализа иерархий при неполной информации о критериях и альтернативах// Нечеткие системы и мягкие вычисления». Том 2. № 2. 2007. С. 31-40
14. Есин В.И., Судаков В.А. Автоматизированный метод поддержки принятия многокритериальных решений // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Приборостроение. 2014. № 3 (96). С. 116-124
15. Лукинский В.С. Модели и методы теории логистики: Учебное пособие. 2-е изд. - СПб.: Питер. 2008. 448 с.
16. Осипов В.П., Судаков В.А. Многокритериальный анализ решений при нечетких областях предпочтений // Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша. 2017. № 6. С. 1-16