

ИНФОРМАТИКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

УДК 004.891

DOI: 10.17223/19988605/38/7

М.М. Горохов, Д.А. Переведенцев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Описан процесс разработки базы знаний экспертной системы управления научными и инновационными проектами, основывающийся на анализе конкретной ситуации, степени развития проекта в определенный момент времени, оценке его состояния, а также анализе предыдущих условий работы с данным проектом.

Ключевые слова: экспертная система; управление научными проектами; поле знаний; база правил; системный анализ.

С организационной и технологической точки зрения процесс оценки потенциала новых проектов сегодня остается еще достаточно трудоемким и слабоформализованным в рамках производственной деятельности предприятия. При выборе конкретного проекта имеет место совокупность научных, коммерческих, организационных, ресурсных и других составляющих успешного развития проекта, предопределенных спецификой его развития и определяющих качество описания проекта, и изменение любого из слагаемых в значительной мере сказывается на степени реализуемости проекта.

Необходимость переоценки внешних и внутренних факторов влияния на развитие проекта требует частого обращения к экспертам соответствующей области, что значительно осложняет процесс оценки и анализа научных и инновационных проектов, а следовательно, и принятия решений. Эффективное решение задачи прогнозирования изменения экономического и социального эффекта научных проектов на этапах НИР и ОКР заключается в использовании экспертных систем, построенных на совокупности формализованных и описанных знаний эксперта конкретной предметной области, структурированных в определенном порядке для построения процесса принятия решения.

В свою очередь, для успешного функционирования экспертной системы необходимо не только учитывать имеющиеся данные, но и иметь возможность преобразовать информацию в форму, позволяющую эффективно оценить описанные условия и ситуацию и выдать рекомендательные решения.

1. Формирование поля знаний

Исходным понятием на стадии проектирования экспертной системы (ЭС) является получение и структурирование знаний эксперта, именуемое полем знаний, определяемое как заданное в различных форматах неформальное описание основных понятий предметной области и взаимосвязей между ними [1. С. 59].

Поле знаний задается описанием состояния среды (ситуации) и совокупностью всех возможных шагов решения задачи – пространством состояний. Поиск решений основывается на формализованном, удобном для работы алгоритме представления задач и описании последовательности смены состояний, ведущих к достижению поставленной цели. Процесс поиска решения задачи также носит название вывода цели. Посредством заданных действий алгоритм переводит задачу из одного состояния в другое. Для описания указанного процесса воспользуемся деревом поиска [2. С. 50–51].

Исходя из вариантов представления результатов принятия решений и заданной многомерной модели [3. С. 59], построим поле знаний нашей предметной области, определяемой концептами – основными элементами системы СППР, и их атрибутами – допустимыми значениями, таким образом формируя концептуальную структуру поля знаний (рис. 1).

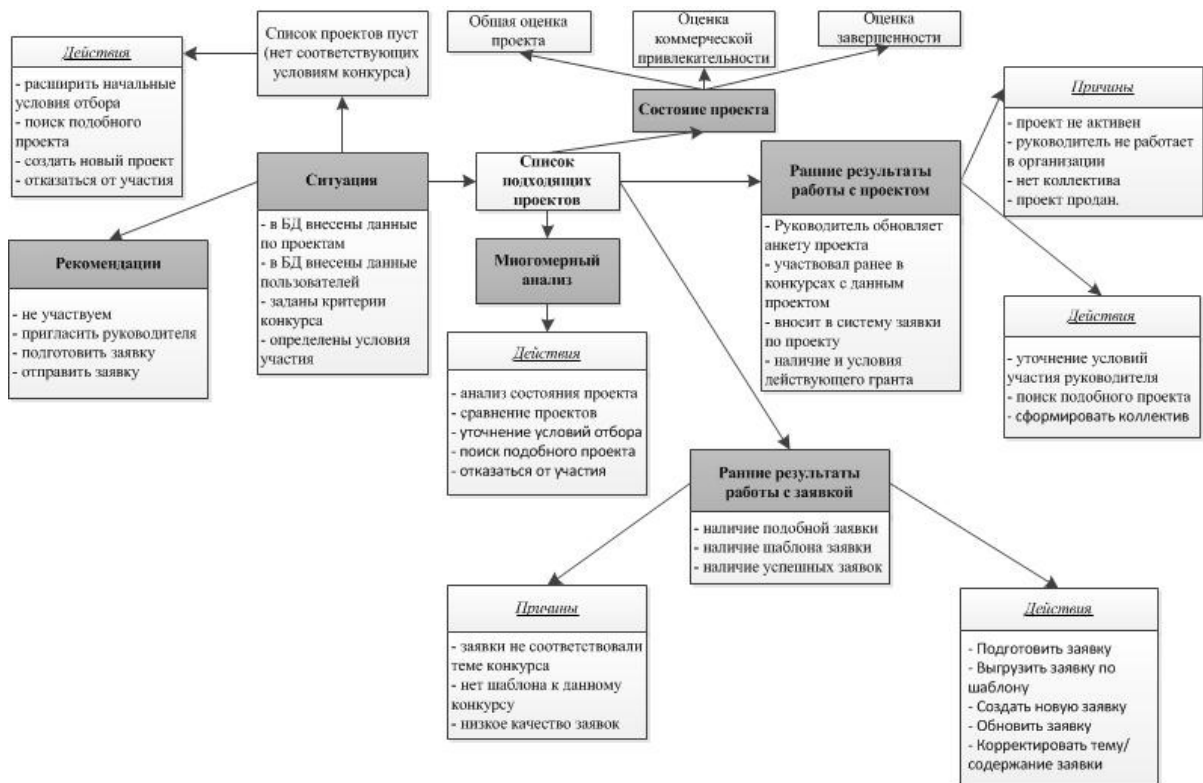


Рис. 1. Концептуальная составляющая поля знаний

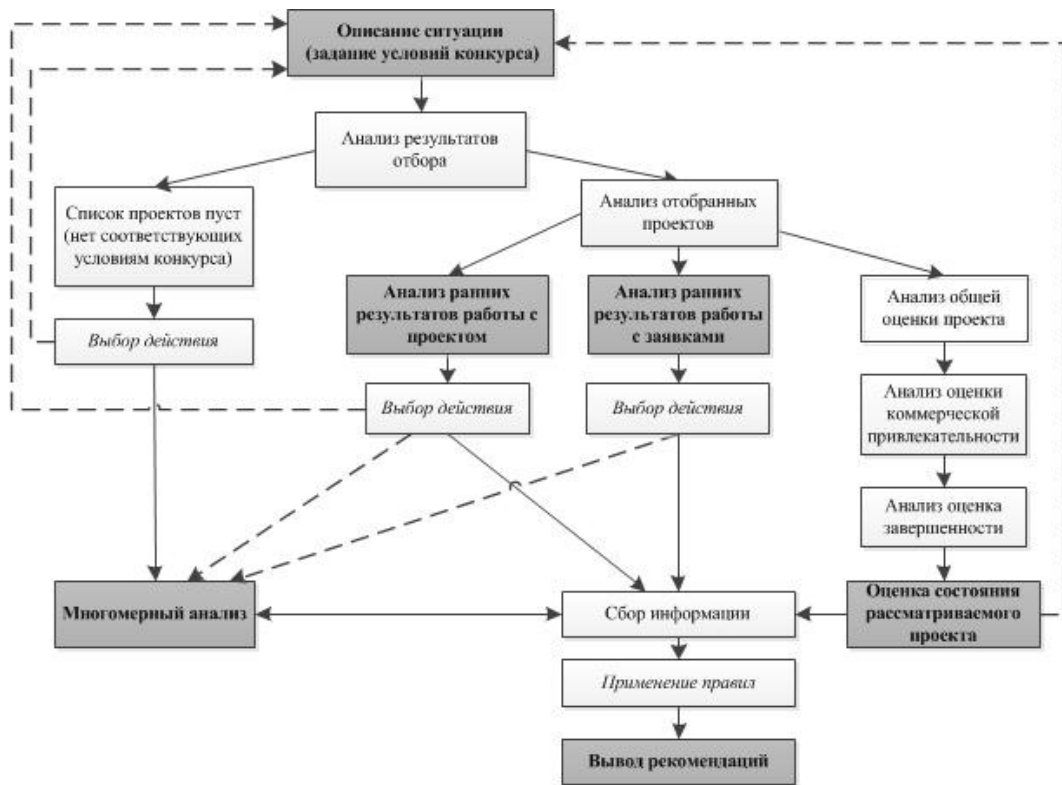


Рис. 2. Функциональная составляющая поля знаний

Структура функциональной составляющей поля знаний моделирует основные связи или отношения между концептами и их атрибутами, образующими поле знаний. Эти связи отражают стратегию принятия решений экспертом (рис. 2).

С целью подробного представления рассуждений ЭС выдаваемые рекомендации целесообразно представить в виде промежуточных выводов и подведения итогового решения, представляющих собой отдельные блоки информации.

Таким образом, накопление и организация специальных знаний – одна из самых важных задач ЭС, целям их расширения и накопления служит база знаний, которая, по сути, является ядром ЭС. При этом знания должны быть выражены в явном виде и организованы так, чтобы упростить принятие решений [4]. Это требование заставляет экспертные системы оперировать не только данными, но и понятиями концептуальными знаниями, выраженными на естественном языке и в терминах предметной области. Правила, содержащиеся в базе знаний, соответствуют заданной прикладной программе и могут быть различными по формату представления.

2. Формирование базы правил

Описание концептов и их атрибутов позволяет перейти к построению базы фактов и правил, для этого применяются формальные языки, обычно напоминающие естественный язык, но гораздо более строгие и ограниченные. Существует несколько базовых специализированных машинных языков представления знаний, сегодня наибольшее распространение в ЭС получил язык продукционных правил, имеющих форму ЕСЛИ «Условие» – ТО «Событие».

Продукционные правила обеспечивают естественный способ описания процессов, управляемых сложной и изменяющейся средой. Правила дают возможность описать ход решения задачи, не имея заранее алгоритма этого решения, а также корректировать способ решения путем добавления новых правил, не изменяя существующих, что обеспечивает высокую модульность базы знаний [2. С. 45].

В общем продукционная модель имеет следующий вид (1):

$$i = \langle T; L; A \rightarrow B; Q \rangle, \quad (1)$$

где T – описание ситуации; L – условие, при котором продукция активизируется; $A \rightarrow B$ – ядро продукции, представляющее собой условие: если A , то B ; Q – постусловие продукционного правила, описывает действие, совершаемое после реализации B .

В разработанной информационно-аналитической системе (ИАС) [3. С. 60] в качестве исходной информации для формирования списка рекомендуемых действий используются:

- значения оценок проекта, полученных при введении проекта в базу данных;
- данные предыдущих результатов подачи заявок по проекту;
- описание ситуации, в условиях которой реализуется проект.

Конструирование вывода в ЭС обычно подразумевает следующие операции: хранение значений всех атрибутов и проверка на истинность в процессе решения задачи – истинным считается факт, если он может быть выведен по законам формальной логики из имеющейся базы фактов и правил. При обращении к правилам согласно заданной ситуации обновляется содержимое рабочей памяти, при нахождении правила (B), сопоставимого факту (A), правило срабатывает и выводится соответствующее решение.

Пусть y – конкурс; $D(y)$ – условия конкурса; (x) – проект, отображаемый в списке подходящих для участия в конкурсе (y); $S(x)$ – состояние проекта; $F(x)$ – ситуация, в которую заключен проект; $T(x)$ – результаты участия в предыдущих конкурсах и $R(x)$ – окончательное решение об участии в конкурсе. При этом наличие и отсутствие каких-либо данных задаются понятиями «истина» (true) и «ложь» (false) соответственно.

Источником данных для оценки проекта служит специально разработанная база данных научных сотрудников, проектов и конкурсов, реализованная на платформе SQL Microsoft SQL Server [5. С. 34].

На основе введенных переменных опишем правила БЗ и условия их срабатывания.

Начальным условием актуализации базы правил является выполнение условия соответствия проекта заданным параметрам отбора: $x = D(y)$.

Далее срабатывают остальные правила.

Блок «Решение» выводит итоговые рекомендации исходя из заданных условий, состояния проекта и оценки активности по проекту. Обозначим ее функцией (2):

$$R(x) = \{ \langle S(x), F(x), T(x), \rangle \}, \quad (2)$$

где $R(x)$ – решение по участию проекта (x) в выбранном конкурсе, $\forall(x)\exists R(x) = \{ \text{решение} \}$; $S(x)$ – вывод о состоянии проекта (x), $\forall(x)\exists S(x) = \{ \text{вывод} \}$; $F(x)$ – рекомендации по работе с проектом (x) в случае участия в выбранном конкурсе, $\forall(x)\exists F(x) = \{ \text{рекомендация} \}$; $T(x)$ – рекомендации по подготовке заявки по проекту (x) на выбранный конкурс, $\forall(x)\exists T(x) = \{ \text{рекомендация} \}$.

Правило базы знаний для формирования окончательного решения по проекту представляется в следующем виде:

«Выдача решения» = <«Решение», блок актуализирован, $S(x) \wedge F(x) \wedge T(x) \rightarrow \text{вывод} = \{ \text{решение} \}$, иначе = «недостаточно данных», решение об участии в конкурсе».

В случае необходимости получения дополнительной информации аналитиком для выбора проекта на конкурс он обращается к многомерному анализу (см. рис. 2), обозначим его как $M(x)$ – результаты многомерного анализа проекта (x), $\forall(x)\exists M(x) \in \{ \text{false}; \text{true} \}$.

Тогда правило базы знаний для формирования окончательного решения по проекту представляется в следующем виде:

«Выдача решения» = <«Решение», блок актуализирован, $S(x) \wedge (F(x) \wedge M(x)) \wedge (T(x) \wedge M(x)) \rightarrow \text{вывод} = \{ \text{решение} \}$, иначе = «недостаточно данных», решение об участии в конкурсе».

Далее в таблице приведен пример записи правил с учетом концептуального представления знаний эксперта.

Пример записи правил

Блок	Условия			Промежуточный вывод / решение
	If	and	or	
1	Проект соответствует условиям конкурса	ОО = {201;300} ∧ ИКП = {0;0,5} ∧ ОЗ = {81;100}	ОО = {301;400} ∧ ИКП = {0,51;0,8} ∧ ОЗ = {21;40}	Проект имеет высокий научный потенциал, подходит для участия в выбранном конкурсе
2	Не имеет действующего гранта	Ранее подготовлено 3 и более заявок		Руководитель активно участвует в конкурсах. Проект готов к участию
3	Имеется заполненная заявка	Имеется шаблон заявки		В системе имеется шаблон заявки для данного конкурса, есть возможность автоматически заполнить заявку
4	«Высокий научный потенциал»	«Готов к участию»	«В системе есть шаблон»	Сформировать и подать заявку

Примечания. ОО – общая оценка проекта, ИКП – индекс коммерческой привлекательности, ОЗ – оценка завершенности проекта.

Таким образом, процесс получения решения в разработанной ЭС имеет прямую цепочку вывода: поиск ведется на основе данных (data-driven search), процесс решения задачи начинается с исходных фактов, затем, применяя допустимые правила изменения состояний, осуществляется переход к новым фактам, и так до тех пор, пока цель не будет достигнута, в нашем случае это формирование эффективной рекомендации специалисту по работе с проектами.

Заключение

Разработанная база знаний ЭС повышает эффективность анализа и обработки данных о научных проектах, способствуя снижению информационной нагрузки, а значит, и временных затрат соответствующих специалистов и, как следствие, повышается объем выполненной ими работы, что в силу ускорения процесса накопления опыта и автоматизации работы с проектами, несомненно, положительно скажется на результатах реализации научных проектов, а также их коммерциализации.

А повышение эффективности обработки информации о состоянии проекта на определенный момент времени в условиях заданной ситуации и выбор форм ее представления лицу, принимающему решение, приводят к росту определенности выбора управленческого решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб. : Питер, 2000. 384 с.
2. Муромцев Д.И. Введение в технологию экспертных систем. СПб. : СПб ГУ ИТМО, 2005. 93 с.
3. Переведенцев Д.А. Разработка UML – модели информационно-аналитической системы перспективных научных проектов // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2015. № 4. С. 58–60.
4. Суменков М.С., Суменков С.М. Экспертные системы при принятии решений на предприятии // Бизнес. Менеджмент. Право. 2003. № 2. URL: http://www.bmpravo.ru/show_stat.php?stat=193 (дата обращения: 15.05.16).
5. Благодатский Г.А., Переведенцев Д.А. Информационно-аналитическая система поддержки научной деятельности предприятий и ВУЗов «UNIProject» // Сборник материалов XX Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов. Ижевск : Иннова, 2015. С. 31–37.

Горохов Максим Михайлович, д-р физ.-мат. наук, профессор. E-mail: insys2005@mail.ru

Переведенцев Денис Алексеевич. E-mail: perevedencew@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова» (г. Ижевск)

Поступила в редакцию 26 сентября 2016 г.

Gorokhov Maksim M., Perevedentsev Denis A. (Izhevsk State Technical University, Russian Federation).

Design of the knowledge base of expert system for management scientific projects.

Keywords: Expert System; management of science project; system analysis; IAS «UNIProject».

DOI: 10.17223/19988605/38/7

This article describes the process of developing the knowledge base of the expert system for management scientific and innovative projects based on an analysis of the specific situation, the degree of development of the project at any given time, assessment of its condition, as well as the analysis of the previous conditions of work with the project. We present the algorithm and method of bring to the information from the database to the form, which allows to describe the conditions and assess the situation in the form of a rule base for obtainment interim findings and final decisions.

On the base of the analysis and formalization of the decision-making process for the management of scientific projects are determined the directions and content analysis of the available data, next, based on the ER model was developed multidimensional data model, allowing to determine the possible dimensions of the cube and their hierarchies. Dataset values are database tables that include quantitative and qualitative data.

Formalization and description of the expert knowledge of the studied subject area in the form of conceptual and functional models in the field of knowledge allowed us to determine the conditions and procedure for decision-making and develop a base of rules for the formation of interim findings and final decisions on working with a specific project.

With the purpose of detailed presentation of the reasoning ES issued recommendations it was agreed to submit an interim findings and summing the final decision as separate blocks of information. Thus, the final decision in each project depends on a General assessment of the project, a situation in which it is at the moment, as well as conditions of participation in the contest.

Block "project Status" contains information obtained from the processing of the calculated estimates of the project, the output status of the project is based on the analysis of the overall assessment, of index of commercial viability and the assessment of completeness.

Block "Work with project" outputs guidelines for working with the project, based on the results of the analysis of the situation the project development.

Block "Work with application" also lists recommendations for working with the project based on the analysis of previous results of the preparation of applications.

Block "Solution" displays a summary of recommendations based on the given conditions, the state of the project and evaluation activity for the project.

Thus, the process of obtaining the solutions in ES is a direct chain of inference: the search is based on data (data-driven search), the process of solving the problem begins with the source of the facts, then, by applying valid rules of state change is the transition to new facts, and so until then, until the goal is reached, in this case the results of the recommendations for the specialist for working with the projects.

REFERENCES

1. Gavrilova, T.A. & Khoroshevskiy, V.F. (2000) *Bazy znaniy intellektual'nykh sistem* [Knowledge bases of intelligent systems]. St. Petersburg: Peter.
2. Muromtsev, D.I. (2005) *Vvedenie v tekhnologiyu ekspertnykh sistem* [Introduction to expert systems]. St. Petersburg: ITMO.
3. Perevedentsev, D.A. (2015) Development of UML-Model of Information Analytical System of Promising Scientific Projects. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova – Vestnik of Kalashnikov Izhevsk State Technical University*. 4. pp. 58-60. (In Russian).
4. Semenov, M.S. & Sumenkov, S.M. (2003) Expert system in decision-making at the enterprise. *Business, Management, Law*. 2. [Online] Available from: http://www.bmpravo.ru/show_stat.php?stat=193. (Accessed: 15th May 2016).
5. Blagodatskiy, G.A. & Perevedentsev, D.A. (2015) [Information-analytical system of support of scientific activities of the enterprises and institutions "UNIProject"]. *Proc. of the Republican exhibition of the 20th session of innovative student projects*. Izhevsk: Innova. pp. 31–37. (In Russian).