

УДК 004.9

Г.А. Благодатский, М.М. Горохов, Д.А. Переведенцев

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА ОЦЕНКИ НАУКОЕМКИХ ПРОЕКТОВ

Благодатский Григорий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы» Ижевского государственного технического университета им. М.Т. Калашникова. Имеет статьи и монографии в области автоматизации и оптимизации бизнес-процессов предприятий, а также свидетельства о регистрации баз данных и программ для ЭВМ. [e-mail: blagodatsky@gmail.com].

Горохов Максим Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы» ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. Имеет статьи и монографии в области разработки и построения программно-инструментальных средств различного назначения, а также свидетельства о регистрации баз данных и программ для ЭВМ. [e-mail: insys2005@mail.ru].

Переведенцев Денис Алексеевич, аспирант ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. Имеет статьи и монографии в области проектирования и разработки экспертных систем поддержки процессов управления научными и инновационными проектами, а также свидетельства о регистрации баз данных и программ для ЭВМ. [e-mail: perevedencew@mail.ru].

Аннотация

Для определения инновационного потенциала и перспективности наукоемких проектов необходим учет большого комплекса параметров, который охватывает всю систему взаимодействия конкретного проекта с окружающей средой. Цель исследования состоит в разработке моделей, методов, алгоритмов и программного обеспечения процессов, направленных на повышение эффективности управления научными и инновационными проектами. Сегодня нечеткий логический вывод широко используется при моделировании систем, характеризующих преимущественно качественными параметрами. Для решения поставленной задачи была разработана система нечеткой логики на основе алгоритма Мамдани. Методом факторного анализа из общей совокупности параметров проектов было выделено 8 факторов. В оценках факторов состояния проекта выявлено несколько диапазонов значений и введены соответствующие лингвистические переменные. Результатом применения авторских алгоритмов является система нечеткого логического вывода, построенная в среде FUZZY Matlab, описывающая коммерческую привлекательность, уровень завершенности и перспективность наукоемких проектов. На основе расчетных характеристик проекта построен алгоритм оценки наукоемких проектов. Представлен алгоритм решения задачи многокритериальной оптимизации для отбора проектов из базы данных.

Ключевые слова: нечеткий вывод, наукоемкие проекты, сложные системы, эффективное оценивание, алгоритм оценки, алгоритм отбора.

MODELLING THE SYSTEM OF FUZZY LOGICAL INFERENCE FOR EVALUATING SCIENCE-INTENSIVE PROJECTS

Grigori Aleksandrovich Blagodatskii, Candidate of Engineering; Associate Professor at the Department of Information Systems of Kalashnikov Izhevsk State Technical University; an author of articles and monographs in the field of automation and optimization of business processes of enterprises and certificates of registration of databases and computer programs. e-mail: blagodatsky@gmail.com.

Maksim Mikhailovich Gorokhov, Doctor of Physics and Mathematics; Professor; Head of the Department of Information Systems of Kalashnikov Izhevsk State Technical University; an author of articles and monographs in the field of development and design of software and hardware tools for various purposes as well as the certificates of registration of databases and computer programs. e-mail: insys2005@mail.ru.

Denis Alekseevich Perevedentcev, Postgraduate Student at the Department of Information Systems of Kalashnikov Izhevsk State Technical University; an author of articles and monographs in the field of design and development of expert systems for supporting the processes of management of research and innovation projects as well as the certificate of registration of databases and computer programs. e-mail: perevedencew@mail.ru.

Abstract

In order to determine the innovative potential and prospects of science-intensive projects, it is required to account for a large number of parameters that covers the whole interaction system of the specific time with the environment. The purpose of the study is developing models, methods, algorithms and software for processes aimed at improving the efficiency of management of research and innovation projects. Today, fuzzy inference is widely used in modeling systems characterized by predominantly qualitative parameters. In order to solve the problem, a fuzzy logic system based on the Mamdani algorithm was developed. With the use of factor analysis, eight factors from the total set of projects' parameters were identified. In the estimates of the factors of the project state, several ranges of values were revealed and the respective linguistic variables were implemented. The result of the application of author's algorithms is a system of fuzzy inference built in the Matlab FUZZY environment. The system describes the commercial appeal, level of completion and prospects of knowledge-intensive projects. On the basis of the calculated characteristics of the project, the algorithm of evaluation of science projects was developed. The algorithm of solving the problem of multi-objective optimization for selecting projects from the database was presented.

Key words: fuzzy inference, high-tech projects, complex systems, effective evaluation, algorithm of evaluation, selection algorithm.

ВВЕДЕНИЕ

Для определения потенциала и перспективности наукоемких проектов необходим учет большого комплекса параметров, которые охватывают всю систему взаимодействия конкретного проекта с окружающей средой. Таким образом, встает задача системного подхода к оценке потенциала наукоемких проектов. Применение на практике существующих методических рекомендаций осложнено высокой степенью обобщения критериев и отсутствием учета специфики конкретной предметной области проекта.

Системному подходу к решению проблемы принятия решений, в том числе в условиях неполной информации, в общей теории систем посвящены многие работы известных отечественных исследователей, таких как Моисеев Н.Н. [1], Емельянов С.В. [2], Мелихов А.Н. [3], Ульянов С.В. [4], Благодатский Г.А. [5].

Разработкой подходов и методов к формированию критериев и многокритериальной оценки проектов также занимались многие ученые, среди них: Матвеев Н.В. [6], Шульпин А.Б. [7], Юрковская Г.И. [8], Жарков И.С. [9], Гильманова Р.И. [10], Петров А.Н. [11].

Цель исследования состоит в разработке моделей, методов, алгоритмов и программного обеспечения процессов, направленных на повышение эффективности управления научными и инновационными проектами.

1 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА

Сегодня нечеткий логический вывод широко используется при моделировании систем, характеризующихся преимущественно качественными параметрами, и в общем виде представляет собой процесс получения определенных заключений о требуемом приложении управляющего воздействия на объект посредством нечетких условий или предпосылок, описывающих текущее состояние объекта.

Для решения поставленной задачи была разработана система нечеткой логики на основе алгоритма Мамдани [12].

Наиболее используемые параметры оценки наукоемких проектов отбирались на основе анализа научной литературы, параметров, используемых более чем 50 крупными отечественными и зарубежными фондами поддержки научных и инновационных проектов, а также рекомендаций

Таблица 1

Факторы, отражающие состояние проекта

Обозначение	Факторы
F1	Руководитель проекта обладает соответствующими профессиональными навыками и опытом ведения подобных проектов
F2	По проекту имеются публикации, научный задел и интеллектуальная собственность
F3	Проект обеспечен всеми необходимыми ресурсами
F4	Имеются адекватная оценка условий, в которых ведется проект, и четкий план его реализации
F5	Проект имеет высокую коммерческую проработанность
F6	Потенциальные результаты проекта являются новыми для соответствующей научной дисциплины (продукт является новым для рынка)
F7	Результаты проекта могут быть использованы в других проектах (продукт может быть выведен на международный рынок)
F8	В реализации проекта и его результатах заинтересованы предприятия (государство, инвесторы)

Таблица 2

Задание диапазона значений факторов

Наименование фактора	Значение фактора					
	Лингвистическая переменная	Нечеткое множество	Лингвистическая переменная	Нечеткое множество	Лингвистическая переменная	Нечеткое множество
Профессиональные навыки руководителя проекта	низкие	0...15	средние	10...45	высокие	30...64,6
Научная часть проекта	слабая	0...20	средняя	11...65	высокая	50...79,2
Обеспеченность проекта ресурсами	недостаточно	0...38	достаточно для начала проекта	10...70	достаточно для начала реализации	55...93,4
План и условия реализации проекта	нет плана	0...25	общий план	17...40	четкий план	35...49,5
Коммерческая часть проекта	слабая	0...30	средняя	19...55	высокая	50...60,3
Результаты проекта	незначительные	0...30	значительные	13...57,8	-	-
Потенциал применения результатов проекта	низкий	0...12	средний	6...60	высокий	40...80
Актуальность и перспективность проекта	неактуальный	0...50	актуальный	20...95,1	-	-
Оценка проекта	низкая	0...40	средняя	15...80	высокая	60...100

законодательной базы в этом направлении исследований, и последующего обобщения полученных данных.

Далее на основе факторного анализа из всей совокупности параметров выделено 8 факторов, описывающих состояние наукоемких проектов (табл. 1) [13].

Далее в экспертных оценках факторов состояния проекта выделено несколько диапазонов значений и введены соответствующие лингвистические переменные (табл. 2).

Границы диапазона значений факторов получены из расчета средних значений, полученных на основе экспертного опроса [13].

Из таблицы 2 следует, что, к примеру, для оценки опыта руководителя проекта (F1) значения составляют следующее множество:

$$F1 = (0; 10; 15; 30; 45; 64,6).$$

Каждому элементу множества задана своя функция принадлежности, отражающая вероятностную нагрузку каждого элемента в зависимости от степени его принадлежности нечеткому множеству. Функции принадлежности также заданы экспертами данной предметной области на основе накопленного профессионального опыта и не носят случайного характера.

Поскольку множество фактора F1 конечно и содержит 6 элементов, нечеткое множество в общем виде для F1 будет записано так (1):

$$\bar{A}_{F1} = \sum_{i=1}^6 \frac{\mu_{\bar{A}}(F1_i)}{F1_i}, \quad (1)$$

где $\mu_{\bar{A}}(F1_i)$ – степень принадлежности элемента $F1_i$ нечеткому множеству \bar{A} , степень принадлежности задано числом из диапазона $[0;1]$.

Для значения лингвистической переменной «низкий» нечеткое множество задано следующим образом (2):

$$\bar{A}_{F1} = \left(\frac{1}{0}, \frac{0}{10} \right). \quad (2)$$

Для значения лингвистической переменной «средний» нечеткое множество задано следующим образом (3):

$$\bar{A}_{F1} = \left(\frac{0}{10}, \frac{1}{22}, \frac{0}{45} \right). \quad (3)$$

Для значения лингвистической переменной «высокий» нечеткое множество задано следующим образом (4):

$$\bar{A}_{F1} = \left(\frac{0}{30}, \frac{1}{64,6} \right). \quad (4)$$

Для других факторов нечеткое множество задается аналогично.

Разработанная система нечеткого логического вывода относится к типу «несколько входов – один выход», т. е. в правилах вывода учитываются значения всех входных факторов.

Обобщенная запись полученной системы выглядит следующим образом (5):

$$Y = [\bar{A}_{F1} \wedge \bar{A}_{F2} \wedge \bar{A}_{F3} \wedge \bar{A}_{F4} \wedge \bar{A}_{F5} \wedge \bar{A}_{F6} \wedge \bar{A}_{F7} \wedge \bar{A}_{F8}]. \quad (5)$$

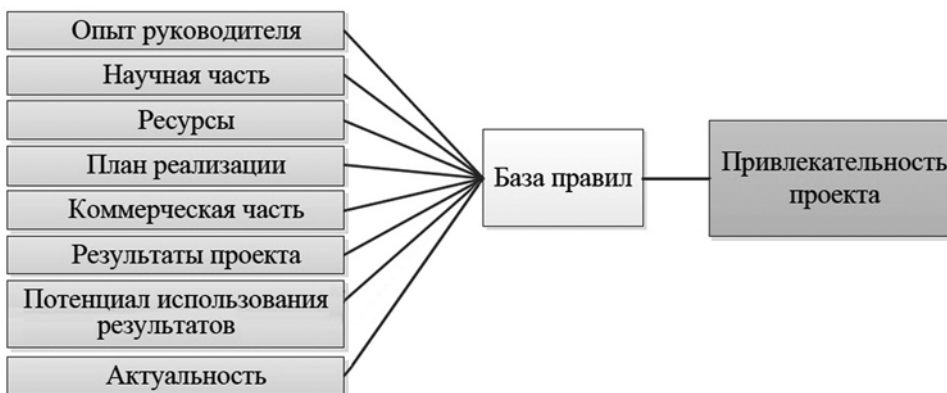


Рис. 1. Схема оценки проекта в MATLAB 2012



Рис. 2. Функции принадлежности выходного параметра в системе нечёткого вывода

Для решения задачи моделирования представленной системы нечеткого вывода использовался пакет Fuzzy Logic Toolbox вычислительной среды MATLAB 2012 [14]. Данный пакет программ позволил разработать, построить, а также протестировать необходимые для исследований модели.

Входами являются представленные выше факторы. Выходом являются вероятные оценки привлекательности проекта, соответствующие значениям входных параметров. Оценка проекта может иметь следующие состояния привлекательности: низкая, средняя, высокая.

На рисунке 1 представлена структурная схема оценки проекта в системе нечёткого вывода MATLAB 2012.

Входные параметры задаются законом изменения функции принадлежности треугольного типа на интервале от 0 до 1 и соответствуют значениям, приведенным в таблице 2.

На этапе фазификации входному параметру в соответствии с его значением и заданной функцией принадлежности присваиваются значения нечеткой лингвистической переменной (табл. 2), данные лингвистические термы соответствующих входных переменных далее используются в качестве элементов базы правил построенной системы нечеткого вывода типа: «если параметр N is (низкий/средний/высокий)».

База правил отражает функциональные связи между значениями факторов и результативностью проекта, представленные совокупностью нечетких логических условий «если-то» (if – then), называемых импликацией [15].

Для выходного параметра задан трапециевидный вид функции принадлежности для задания неопределенности типа «расположен в интервале», данный вид функции дает возможность представить определенную область вокруг среднего значения лингвистической переменной (рис. 2).

К примеру, правила в среде моделирования MATLAB 2012 с учетом конкретного набора факторов и весомости каждого правила задаются в виде следующих функций:

1. If (опыт_руководителя is высокий) and (научная_часть is слабая) and (ресурсы is недостаточно) and (план_реализации is нет_плана) then (привлекательность_проекта is низкая) (1);

2. If (опыт_руководителя is низкий) and (научная_часть is средняя) and (ресурсы is достаточно_для_начала) and (план_реализации is нет_плана) then (привлекательность_проекта is низкая) (1);

3. If (опыт_руководителя is высокий) and (научная_часть is сильная) and (ресурсы is достаточно_для_реализации) and (план_реализации is общий_план) then (привлекательность_проекта is высокая) (1);

4. If (опыт_руководителя is средний) and (научная_часть is сильная) and (ресурсы is достаточно_для_реализации) and (план_реализации is общий_план) and (коммерческая_часть is средняя) and (результаты_проекта is значительные) then (привлекательность_проекта is высокая) (1) и т. д.

По результатам моделирования нечеткого логического вывода получена поверхность «входы-выходы», представляющая динамику изменения оценки проекта в зависимости от значения факторов и применения базы правил согласно заданным функциям принадлежности и правилам их активизации.

Для оценки эффективности приведенной методики проведено сравнение результатов оценки на тестовой выборке в объеме 24 проектов, представленных на выставке инноваций в бизнес-инкубаторе ФГБОУ ВПО «ИЖГТУ им. М.Т. Калашникова» в 2015 г.

Схема сравнения методик оценки проектов с приведением полученных значений к единому масштабу представлена на рисунке 3.

Полученные результаты демонстрируют явную схожесть в оценке проектов, это подтверждается и коэффициентом корреляции, равным 81,3%.

Таким образом, использование оценки, рассчитанной на основе нечеткого логического вывода, является целесообразным для последующего использования в эксперт-

ных системах управления научными проектами в силу следующих преимуществ данного метода:

1. формулирование условий и правил оценки проекта в категориях, близких рассуждениям специалиста данной области;

2. относительная простота перенастройки алгоритмов при учете новых системных закономерностей и требований пользователя;

3. относительная простота учета накопленного опыта для корректировки правил базы данных.

Приведенная оценка проекта отражает его состояние в конкретный момент времени и является частью экспертной системы, в рамках которой также реализована специальная база правил для учета других нюансов отбора проектов отдельными фондами, а также формирования экспертных рекомендаций по работе с проектом [16, 17].

Следует отметить, что, в силу универсальности данной модели и ее настройки на научную предметную область, результаты, полученные на ее основе, могут более значительно отличаться от результатов оценки инвестиционных и бизнес-проектов специализированными фондами.

2 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ПРОЕКТОВ

Различия в оценке проекта экспертами и оценке, полученной по описанной выше методике, могут заключаться в неформальном представлении каждым экспертом потенциала реализации проекта при данных параметрах и существующих политических, социальных, экономических и других условиях, а также эффективности презентации руководителем проекта перспектив его развития.

Понятие потенциала наукоемкого проекта довольно размытое и является скорее субъективной характеристикой проекта, которая задается не только его параметрами, но и соотношением имеющихся ресурсов и технологий и их коммерческой привлекательности, изменяющимся со временем. Однако полнота информационной анкеты проекта и методика расчета его оценки, учитывающая системные взаимосвязи всех параметров, позволяют принять тот факт, что данная характеристика находит свое отражение в полученной оценке.

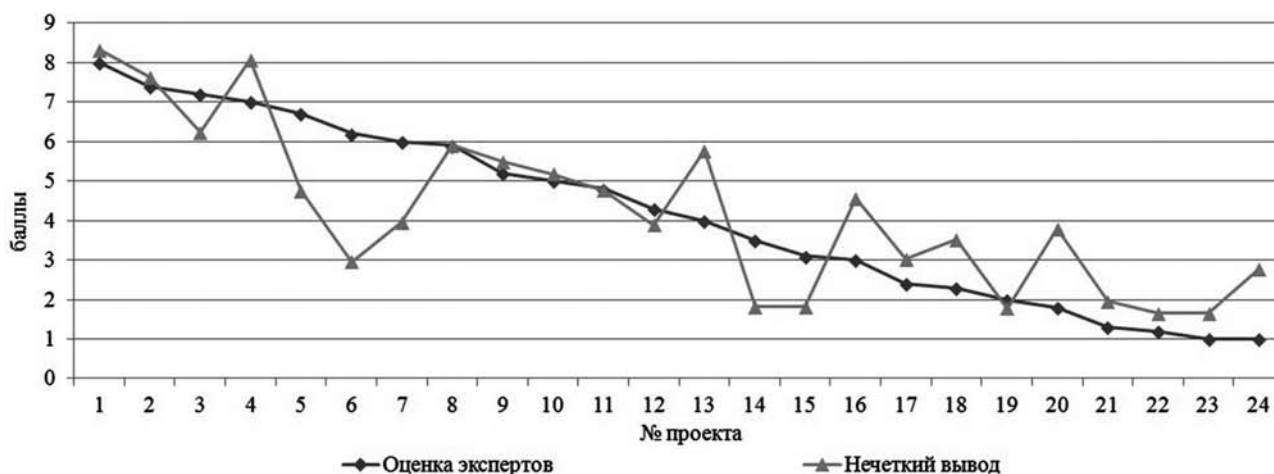


Рис. 3. Сравнительная схема методик оценки инновационного проекта

Таблица 3

Сравнение экспертной и авторской оценок проекта

Ранг проекта, определенный экспертами (№ проекта)	Общая оценка (Y)	Оценка завершенности (Q), %
1	83,2	94,04
2	76,4	67,8
3	62,3	43,17
4	80,8	31,92
5	47,5	49,16
6	29,6	39,16
7	39,6	56,92
8	59,0	39,16
9	55,0	74,75
10	51,8	94,75
11	47,7	42,79
12	38,9	49,16
13	57,7	82,79
14	18,3	21,36
15	18,3	21,36
16	45,6	44,16
17	30,2	44,04
18	35,1	65,41
19	17,8	14,05
20	38,0	54,16
21	19,5	21,36
22	16,5	36,36
23	16,5	21,36
24	27,9	59,16

В свою очередь, данная оценка проекта без учета оценки его завершенности мало информативна для понимания состояния, в котором находится проект.

Рассчитав максимально возможное (идеальное) значение проекта и сравнив его с общей оценкой, получим представление о степени реализованности потенциала проекта, другими словами, его завершенности.

Идеальное значение состояния проекта по критериям его оценки (L) складывается из максимального значения параметров проекта (p_{imax}) и весомости каждого параметра относительно всех параметров по анкете проекта (α'_i) (6):

$$L = \sum_1^i \alpha'_i p_{imax}. \quad (6)$$

Поскольку анализ показал различия в формировании оценок рассмотренных типов проектов [12], использование данных оценок целесообразно в рамках расчета оценки завершенности.

Тогда степень завершенности конкретного проекта можно представить как (7–9):

$$Q_{\text{фн}} = \frac{W}{L} * 100, \quad (7)$$

$$Q_{\text{инн}} = \frac{N}{L} * 100, \quad (8)$$

$$Q_{\text{бн}} = \frac{B}{L} * 100, \quad (9)$$

где Q – относительное значение степени соответствия конкретного проекта ожиданиям рынка (общества, инвестора), выраженное в процентах;

W – оценка проекта по критериям для фундаментальных проектов;

N – оценка проекта по критериям для научно-прикладных проектов;

B – оценка проекта по критериям для бизнес-проектов;

L – идеальное значение состояния проекта по критериям его оценки.

Таким образом, было формализовано понятие общей оценки проекта и оценки структуры его параметров для выявления потенциала развития проекта.

Данные оценки рассчитаны для рассмотренной ранее тестовой выборки, результаты приведены в таблице 3.

Таким образом, по совокупности оценок проекта, полученных по разработанной методике, становится ясно, почему некоторые проекты с высокой общей оценкой получили низкий ранг экспертов.

К примеру, позиция проекта № 4 при высокой привлекательности ($Y = 80,8$) объясняется низкой проработанностью ($Q = 31,92\%$). Обратная ситуация с проектами № 9, № 10 и № 13: при достаточно хорошей проработанности ($Q > 70\%$) имеют среднюю привлекательность ($Y = 35...50$).

Алгоритм оценки проекта на основе совокупности данных расчетных характеристик позволит наиболее точно определить его состояние и выбрать соответствующую стратегию реализации.

3 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МНОГООКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

В данном случае отбор научных проектов предполагает решение задачи многокритериальной оптимизации (МКО), заключающейся в задании параметрических и функциональных ограничений множества проектов на основе набора заданных характеристик и предпочтений лица, принимающего решения. В рамках данного подхода задача МКО определяется следующим образом: требуется найти значения параметров x_1, x_2, \dots, x_n , удовлетворяющие заданному ограничению $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i$, $i = 1, 2, \dots, m$, для которых функции $z_k = f_k(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $k = 1, 2, \dots, K$, достигают наибольшего значения, где $k = 1, 2, \dots, K$ – критерии отбора, или целевые функции, заданные на множестве D .

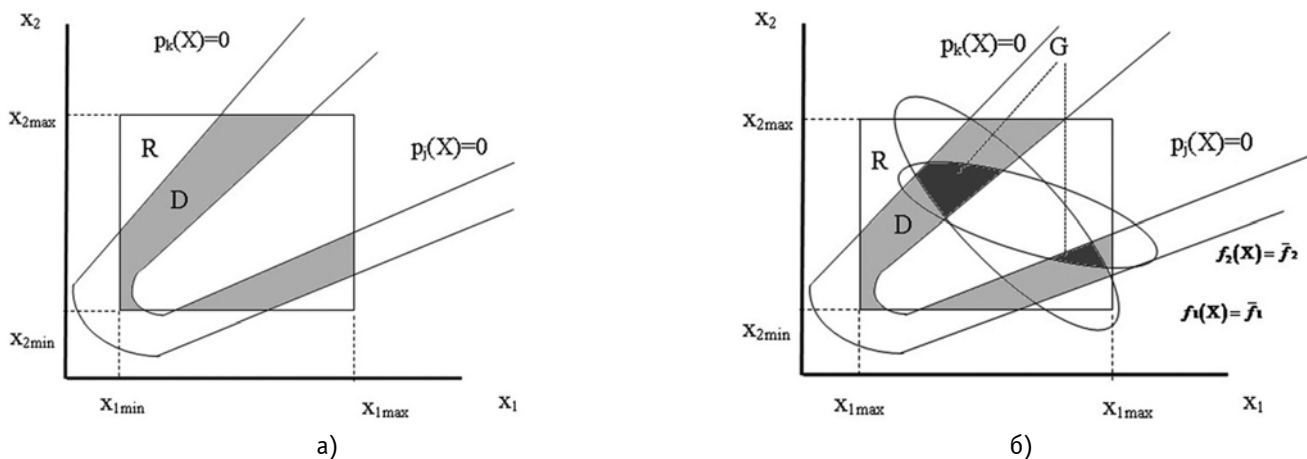


Рис. 4. Формирование параметрическими (а) и критериальными (б) ограничениями области поиска наилучшего варианта

Все точки множества $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, удовлетворяющего заданным условиям, образуют допустимую область D (рис. 4, а), а G – множество точек x , одновременно удовлетворяющих параметрическим, критериальным и функциональным ограничениям, при этом $G \subseteq D$ (рис. 4, б).

Далее, если задать параметрическое множество заявок (конкурса), также имеющее свои параметры x_1, x_2, \dots, x_n , образующие множество D' и построенное в той же области координат, что и множество проектов D , то пересечение множеств D и D' даст проекты, отвечающие требованиям определенного конкурса: $G^1 = D \cap D'$. Или: $G^1 = D \cap D' = \emptyset$, если не окажется проектов, удовлетворяющих условиям множества D' .

Приведенный алгоритм отбора на сегодняшний день успешно опробован и реализован в составе системы поддержки принятия решений по управлению наукоемкими проектами [16, 17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная методика оценки привлекательности проекта используется в составе экспертного модуля информационно-аналитической системы управления наукоемкими проектами. Разработанный алгоритм оценки научных проектов способствует решению многокритериальной задачи выбора наиболее приоритетного проекта в соответствии с предпочтениями лица, принимающего решения, или соответственно требованиям конкурсной документации на основе многокритериальной оптимизации параметрического пространства проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисеев Н.Н. Численные методы теории оптимального управления. – М., 1968. – 163 с.
2. Yemelyanov S.V., Burovoi I.F., Levada F.Yu. Control of Indefinite Nonlinear dynamic systems. Induced internal feedback. Lecture Notes in Control and Information Sciences, 231, Springer, 1998. 196 p.
3. Мелихов А.Н., Кодачигов В.И. Теория алгоритмов и формальных языков : учеб. пособие. – Таганрог : 1983. – 69 с.

4. Ulyanov S.V., Ghisi F., Kurawaki I. and Litvintseva L. Simulation of quantum algorithms on classical computers. Università degli Studi di Milano, Polo Didattico e di Ricerca di Crema Publ., 1999. Vol. 32. 92 p.

5. Благодатский Г.А., Горохов М.М., Тененев В.А. Программно-инструментальные средства повышения эффективности внутренних бизнес-процессов предприятий. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2015. – 188 с.

6. Матвеев Н.В. Методы комплексной оценки инвестиционных проектов экономике : дис. канд. экон. наук. – СПб., 2007. – 182 с.

7. Шульпин А.Б. Показатели эффективности в системе управления инновационной и инвестиционной деятельностью предприятия : дис. канд. экон. наук. – М., 2010. – 171 с.

8. Юрковская Г.И. Инструменты оценки исполнения проектов промышленных предприятий : дис. канд. экон. наук. – Красноярск, 2008. – 143 с.

9. Жарков И.С. Развитие теоретико-методических подходов к оценке инвестиционных проектов в российской экономике : дис. канд. экон. наук. – Ростов-на-Дону, 2008. – 156 с.

10. Гильманова Р.И. Оценка эффективности проектов по внедрению технологических инноваций предприятиями отраслей промышленности : дис. канд. экон. наук. – Казань, 2012. – 203 с.

11. Петров А.Н., Сартори А.В., Филимонов А.В. Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // Экономика науки. – 2016. – № 2 (4). – С. 244–260.

12. Рубанов В.Г., Филатов А.Г., Рыбин И.А. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах. – URL: <http://nrsu.bstu.ru/> (дата обращения 25.08.2016).

13. Переведенцев Д.А. Разработка методики параметрической оценки научных и инновационных проектов // Auditorium: научный журнал Курского государственного университета. – 2015. – № 3 (07). – С. 56–65.

14. Sivanandam S.N., Sumathi S., Deepa S.N. Introduction to fuzzy logic using MATLAB. Springer, 2007. 441 p.

15. Пегат А. Нечёткое моделирование и управление : пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.

16. Благодатский Г.А., Переведенцев Д.А. Информационно-аналитическая система поддержки научной деятельности предприятий и вузов «UNIPROJECT» // «Выставка инноваций – 2015 (осенняя сессия)» [Электронный ресурс] : сб. матер. XX Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов, 11 ноября 2015 г., Ижевск. – Ижевск : ФГБОУ ВПО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова», изд-во ИННОВА, 2015. – С. 31–37.

17. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Информационно-аналитическая система «UNIPROJECT» / Переведенцев Д.А. ; правообладатель ФГБОУ ВПО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова» (RU). – № 2016615251 ; зарегистр. 19.05.2016, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

REFERENCES

1. Moiseev H.H. *Chislennyye metody teorii optimal'nogo upravleniia* [Numerical Methods for Optimal Control Theory]. Moscow, 1968. 163 p.
2. Emelianov S.V., Burovoi I.F., Levada F.Iu. *Control of Indefinite Nonlinear Dynamic Systems. Induced Internal Feedback. Lecture Notes in Control and Information Sciences*. 231, Springer, 1998. 196 p.
3. Melikhov A.N., Kodachigov V.I. *Teoriia algoritmov i formalnykh iazykov. Ucheb. Posobie* [Theory of Algorithms and Formalized Languages. Manual]. Taganrog, 1983. 69 p.
4. Uliyanov S.V., Ghisi F., Kurawaki I. and Litvintseva L. *Simulation of Quantum Algorithms on Classical Computers*. Universita Degli Studi di Milano, Polo Didattico e di Ricerca di Crema Publ., vol. 32, 1999. 92 p.
5. Blagodatskii G.A., Gorokhov M.M., Tenenev V.A. *Programmno-instrumentalnye sredstva povysheniia effektivnosti vnutrennikh biznes-protsessov predpriatii* [Programming Tools for Increasing the Efficiency of Internal Business Processes of the Enterprise.]. Izhevsk, Izd-vo IzhGTU im. M.T. Kalashnikova Publ., 2015. 188 p.
6. Matveev N.V. *Metody kompleksnoi otsenki investitsionnykh projektov v ekonomike*. Dis. kand. ekon. nauk [Methods for the Integrated Assessment of Capital Investment Projects in Economics. Cand. of Economics Sci. Diss.]. St. Petersburg, 2007. 182 p.
7. Shulpin A.B. *Pokazateli effektivnosti v sisteme upravleniia innovatsionnoi i investitsionnoi deiatelnosti predpriatii*. Dis. kand. ekon. nauk [Indexes of Effectiveness in the Innovative and Investment Operation Management System. Cand. of Economics Sci. Diss.]. Moscow, 2010. 171 p.
8. Iurkovskaia G.I. *Instrumenty otsenki ispolneniia projektov promyshlennykh predpriatii*. Dis. kand. ekon. nauk [Assessment Instrumentation for the Project Implementation of Manufacturing Enterprises. Cand. of Economics Sci. Diss.]. Krasnoyarsk, 2008. 143 p.
9. Zharkov I.S. *Razvitie teoretiko-metodicheskikh podkhodov k otsenke investitsionnykh projektov v rossiiskoi ekonomike*. Dis. kand. ekon. nauk [The Development of Methodological Approaches to the Assessment of Investment Projects in Russian Economics. Cand. of Economics Sci. Diss.]. Rostov-na-Donu, 2008. 156 p.
10. Gilmanova R.I. *Otsenka effektivnosti projektov po vnedreniiu tekhnologicheskikh innovatsii predpriatiiami otraslei promyshlennosti*. Dis. kand. ekon. nauk [The Performance Assessment of the Technological Innovation Projects of Industrial Enterprises. Cand. of Economics Sci. Diss.]. Kazan, 2012. 203 p.
11. Petrov A.N., Sartori A.V., Filimonov A.V. *Kompleksnaia otsenka sostoiianiia nauchno-tekhnicheskikh projektov cherez uroven gotovnosti tekhnologii* [Comprehensive Assessment of the Status Scientific and Technical Projects Using Technology Project Readiness Level]. *Ekonomika nauki* [The Economics of Sciences], 2016, no. 2 (4), pp. 244–260.
12. Rubanov V.G., Filatov A.G., Rybin I.A. *Intellectualnye sistemy avtomaticheskogo upravleniia. Nechetkoe upravlenie v tekhnicheskikh sistemakh* [Intelligent Systems of Automated Management. Fuzzy Control of Engineering Systems. Available at: <http://nrsu.bstu.ru/> (accessed: 25.08.2016)].
13. Perevedentsev D.A. *Razrabotka metodiki parametriceskoi otsenki nauchnykh i innovatsionnykh projektov* [Development of Methodic of Parametric Estimation of Scientific and Innovation Projects]. *Auditorium: nauchnyi zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta* [AUDITORIUM: Sci. Journal of Kursk State University], 2015, no. 3 (07), pp. 56–65.
14. Sivanandam S.N., Sumathi S., Deepa S.N. *Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB*. Springer, 2007. 441 p.
15. Piegat A. *Nechetkoe modelirovanie i upravlenie*. Per. s angl. [Fuzzy Modelling and Control. Translated from Engl.]. Moscow, BINOM. Laboratoriia znaniy Publ., 2009. 798 p.
16. Blagodatskii G.A., Perevedentsev D.A. *Informatsionno-analiticheskaia sistema podderzhki nauchnoi deiatelnosti predpriatii i vuzov «UNIPROJECT»* [Analytical Information System for Supporting the UNIPROJECT Scientific Activity of Universities and Enterprises]. “Vystavka innovatsii – 2015 (osenniaia sessiia)” sb. mater. XX Respublikanskoi vystavki-sessii studencheskikh innovatsionnykh projektov, 11 noiabria 2015 [Innovation Show – 2015. Proc. of the 20th Republican Session and Show of the Student Innovative Projects. November 11, 2015]. Izhevsk, Kalashnikov IzhSTU Publ., INNOVA Publ., 2015, pp. 31–37.
17. Perevedentsev D.A. *Informatsionno-analiticheskaia sistema “UNIPROJECT” Svidetelstvo o registratsii programmy dlia EVM*. [Analytical Information System “UNIPROJECT”. State Registration Certificate of the Computer Program]. Rightholder: Kalashnikov Izhevsk State Technical University (RU). No. 2016615251. Registered on May 19, 2016, in Register of Computer Program. 1 p.