

УДК 004.94

05.13.10 - Управление в социальных и экономических системах (технические науки)

СЛОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕОРИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ СТРУКТУР ДАННЫХ

Лаптев Владимир Николаевич
к.т.н., доцент

Степанов Владимир Васильевич
д.т.н., профессор

Липин Константин Михайлович
аспирант

Степанова Марина Валерьевна
старший преподаватель
e-mail: vvs04367@mail.ru
e-mail: faruelone@gmail.com
Кубанский государственный аграрный университет, Россия г. Краснодар
Кубанский государственный технологический университет, Россия г. Краснодар
Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова, г. Краснодар, Россия

В работе рассмотрены сложности построения инженерных теорий как в научном так и практическом направлении на основе использования нетрадиционного подхода к задачам эффективного мониторинга данных, особенно в области проблем управления системами многокомпонентного представления объектов системного анализа. Изучение сложности этого вопроса предполагает детальное рассмотрение взаимосвязей элементов этих объектов на основе известных методов, в то время как интеграция разнородных знаний полученных такими нередко независимыми методами становится весьма трудоемкой и плохо формализуемой. В настоящее время обработка информации, и ее последующее представление существенно изменились за счет использования интеллектуального анализа данных (ИАД), включающего в себя не только организацию системы знаний в различных Про, но и в области СППР. Это в свою очередь способствует эффективной формализации нечеткой информации и обработки ее в виде нечетких алгоритмов, что и является расширением системы поддержки принятия решений на основе нечеткой логики – СППР НЛ. Наряду с этим следует подчеркнуть особенности предложенного подхода СППР НЛ, которое заключается в том, что

UDC 004.94

05.13.10 - Management in social and economic systems (technical sciences)

THE ENGINEERING COMPLEXITY OF CONSTRUCTING THEORIES ON THE BASIS OF USE OF MEANS OF DISPLAY OF THE VARIOUS MODELS AND METHODS FOR DESIGNING DATA STRUCTURES

Laptev Vladimir Nikolaevich
Cand.Tech.Sci., associate Professor

Stepanov Vladimir Vasilievich
Doctor of technical sciences, Professor

Lipin Konstantin Mikhailovich
postgraduate student

Stepanova Marina Valerievna
senior lecturer
e-mail: vvs04367@mail.ru
e-mail: faruelone@gmail.com
Kuban state agrarian University, Russia, Krasnodar
Kuban state technological University, Russia Krasnodar
Krasnodar higher military aviation school of pilots named after A. K. Serov, Krasnodar, Russia

The article deals with the complexity of the construction of engineering theories in both scientific and practical direction based on the use of non-traditional approach to the problems of effective data monitoring, especially in the field of control systems of multicomponent representation of objects of system analysis. The study of the complexity of this issue involves a detailed consideration of the relationships of the elements of these objects on the basis of known methods, while the integration of heterogeneous knowledge obtained by such often independent methods becomes very time-consuming and poorly formalized. Currently, the processing of information and its subsequent presentation have changed significantly through the use of data mining (IAD), which includes not only the organization of the knowledge system in various missile defense, but also in the field of DSS. This, in turn, contributes to the effective formalization of fuzzy information and processing it in the form of fuzzy algorithms, which is an extension of the decision support system based on fuzzy logic – DSS NL. At the same time, it is necessary to emphasize the features of the proposed approach of the DSS NL, which is that it can be used in various missile defense systems, including for the effective analysis of statistical information of multicomponent representation of objects, which is

его можно использовать в различных ПрО, в том числе и для эффективного анализа статистической информации многокомпонентного представления объектов, что находит применение при определении статистических показателей для выявления и оценки существующих и потенциальных рисков, неблагоприятных ситуаций, а также при подготовке мотивационных оснований для принятия управленческих решений. С целью более детального установления в реальных ПрО отношения между объектами предложено осуществлять с помощью различных степеней зависимости. Так, например, типы градуируемых связей рассматриваются как нечеткие объективные связи, а использование экспертных систем и семантических связей обусловило построение гипотез анализа ситуаций и смысловую связь между ними. Существенным отличием рассматриваемой СППР НЛ является то, что каждая модель формируется на основе отдельной семантической сети, а сама система работает с несколькими моделями ПрО связанными или несвязанными между собой. На основе использования в СППР НЛ понятия отношения близости между понятиями, принадлежности ситуации, ее информационной части рекомендации ПрО группируются согласно выбранной ситуации для их последующего анализа и принятия решения. На базе принципа координирующих воздействий и построения функции, с учетом оптимального времени управляющего воздействия, рассмотрен общий алгоритм поддержки принятия решений для внештатных производственных ситуаций в ПрО малоэтажного строительства, как в городских, так и сельских районах

Ключевые слова: СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ (СППР), НЕЧЁТКАЯ ЛОГИКА, ПОЛИМОДАЛЬНЫЕ ОПИСАНИЯ, МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОДХОД, ПОДВИЖНЫЕ ОБЪЕКТЫ, ПРО, ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ, АНАЛИЗ ДАННЫХ, (ИАД) ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

used in determining statistical indicators to identify and assess existing and potential risks, adverse situations, as well as in the preparation of motivational grounds for managerial decision-making. For the purpose of more detailed establishment in real missile defense of the relations between objects it is offered to carry out by means of various degrees of dependence. For example, the types of graded connections are considered as fuzzy objective connections, and the use of expert systems and semantic links led to the construction of hypotheses analysis of situations and semantic relationship between them. A significant difference of the considered DSS NL is that each model is formed on the basis of a separate semantic network, and the system itself works with several models of Pro related or unrelated to each other. On the basis of the use of the concept of the relationship of proximity between concepts, belonging to the situation, its information part of the recommendations are grouped according to the selected situation for their subsequent analysis and decision-making. On the basis of the principle of coordinating actions and construction of the function, taking into account the optimal time of the control action, the General algorithm of decision support for emergency production situations in the Pro low-rise construction, both in urban and rural areas.

Keyword: DECISION SUPPORT SYSTEM (DSS), FUZZY LOGIC, POLYMODAL DESCRIPTIONS, MULTI-CRITERIA APPROACH, MOVING OBJECTS, MISSILE DEFENSE, FORMALIZATION OF EXPERT KNOWLEDGE, DATA ANALYSIS, (IAD) DATA MINING

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-158-003>

Задачи учета системных связей настоящее время приобретают все большую актуальность, особенно в области проблем повышения эффективности управления системами многокомпонентного представления объекта системного анализа, что, несомненно, является определяющим фактором его сложности. Изучение таких объектов ориентировано на исследование взаимосвязей элементов этих объектов на

основе известных методов, а вот интеграция разнородных знаний полученных такими методами, нередко независимыми, становится весьма трудоемкой и плохо формализуемой [6, 7].

Традиционное тематическое моделирование весьма ограничено в этой сфере, поскольку модели сложных систем включают не только содержательно-описательные и формально-математические компоненты, но и методы их машинной интерпретации. Использование новых информационных технологий обработки информации позволяют существенно расширить базовые средства информационных объектов, которые представляют собой данные, а также специально конструируемые структуры данных, алгоритмы, построенные с учетом специфики последовательности встроенных операций и их преобразования [2].

Представления и обработка информации в настоящее время значительно изменились с учетом системных связей элементов, объектов, системного анализа, логики, прикладной лингвистики, искусственного интеллекта, нечеткой логики, прикладного анализа данных, теории нечетких множеств, применения семантических сетей, интеллектуального анализа данных (ИАД), с использованием которых связаны не только организация системы знаний в различных предметных областях, а также их целевого использования, особенно в области построения систем поддержки принятия решений. Как отмечается в [1] определяющими чертами систем компьютерного моделирования такого уровня являются следующие положения:

- методологии решения задач, суть которых лежит в упорядочивании процессов приобретения, накопления и использования знаний;
- актуализированные релевантные знания разнородны (имеются различные типы и соответствующая им типология знаний);

- изучаемые системы являются открытыми в том смысле, что содержание и объем актуальных знаний подвержены изменениям в масштабе времени исследований;
- прикладные задачи с позиции сложившегося размежевания научно-технического знания являются междисциплинарными.

Мощные компьютерные системы, хранящие информацию и управляющие огромными базами данных, стали неотъемлемой частью жизнедеятельности не только крупных корпораций, но и небольших компаний. Однако, наличие данных недостаточно для улучшения показателей работы, необходимо уметь трансформировать сырые данные в информацию, полезную для принятия решений.

Теория нечетких множеств имеет неоспоримое преимущество над вероятностными подходами, которое заключается в том, что системы поддержки принятия решений, построенные на ее основе, обладают повышенной степенью обоснованности принимаемых решений. Это объясняется тем, что в расчет попадают все возможные сценарии развития событий, что не учитывается при вероятностном методе, при котором имеется конечное (дискретное) множество сценариев.

Знания эксперта о решении задач в условиях неполноты, нечеткости исходной информации и поставленной цели, также носят нечеткий характер. В настоящее время для их формализации успешно зарекомендовал себя аппарат теории нечетких множеств и нечеткой логики. Нечеткие понятия в данном случае формализуются в виде нечетких и лингвистических переменных, а нечеткость действий в процессе принятия решения – в виде нечетких алгоритмов [4]. Система поддержки принятия решений, которые способны формализовать нечеткую информацию и обработать ее в виде нечетких алгоритмов называют системой поддержки принятия решений на основе нечеткой логики (СППР НЛ).

Наряду с этим, большую актуальность приобретает необходимость введения многокритериального моделирования поддержки принятия решений, при планировании технологических процессов на предприятии.

Использование СППР НЛ для решения объемных, трудно формализуемых задач отличаются отсутствием формализованных алгоритмов решения, разрозненной исходной информацией, нечеткостью поставленных целей, ну и как следствие, трудностью определения компромиссного решения в случаях Парето-неразрешимой задачи [3].

Заявленные особенности приводят к необходимости использования в процессе решения данных задач знаний, полученных от эксперта в предметной области. На их основе создаются системы поддержки принятия решений, которые позволяют осуществить сбор и управление этими знаниями и в дальнейшем принять оптимальный способ достижения целей в условиях неполноты и нечеткости предметной области [2].

Особенности такого подхода в том, что СППР НЛ могут использоваться в различных областях, в том числе и для эффективного анализа статистической информации в области многоаспектного представления объектов. Системы применяются при определении статистических показателей для выявления и оценки, существующих и потенциальных рисков неблагоприятных ситуаций, а также и при подготовке мотивационных оснований для принятия эффективных управленческих решений, которые должны устранить подобные условия.

Применение аппарата теорий нечетких множеств позволит повысить эффективность и обоснованность принятия управленческих решений, устранить недостатки, возникающие при традиционных методах диагностики. На основе знаний экспертов, накопленных в системе, строится гипотеза анализа ситуации, и определяются конкретные рекомендации по ее развитию.

Известно, что семантическая сеть отражает смысловую взаимосвязь между ситуациями, а точнее понятиями, включенными в них, с теорией развития ситуаций, построенных на основе концептуальных графов. Она используется для синтаксического и семантического анализа текстов естественного языка. Для понятия смысла слов воспользуемся моделью, предложенной Куиллианом, которая является структурной моделью долговременной памяти. Особенность ее состоит в том, что в ней применена сетевая структура семантических отношений между концептами.

В основе семантической сети лежит универсальная алгебра:

$$A = \langle S, O, R \rangle, \quad (1)$$

где S – множество семантических сетей, представляющих модели предметной области (ПрО);

O – множество операций на S ;

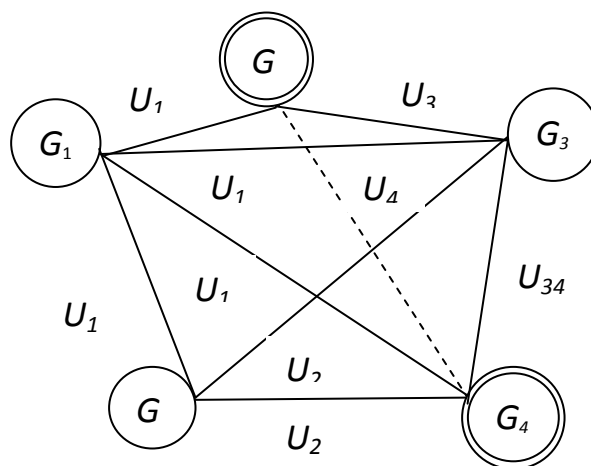
R – множество отношений на S .

В рассматриваемой СППР НЛ семантическая сеть, соответствующая модели ПрО имеет следующий вид:

$$S = \{G, U\}, \quad (2)$$

где G – множество объектов ПрО (различные ситуации для рассмотрения и рекомендации); U – множество дуг, связывающих объекты ПрО.

Каждая дуга показывает взаимосвязь ситуаций или отношений между ситуациями, кроме того взаимосвязь ситуаций и рекомендаций для ПрО (рисунок 1).



U – множество дуг связей объектов;

G – объекты ПрО.

Рисунок 1. Семантическая модель

В реальности ПрО отношения между объектами осуществляются с помощью различных степеней зависимости [5]. Типы градуируемых связей рассматриваются как нечеткие объектные связи. Рассмотрим два нечетких объекта:

$$\begin{aligned} \tilde{A} &= \{x_i, \mu_{\tilde{A}}(x_i) | x_i \in \psi_1, 1 \leq i \leq n\} \\ \tilde{B} &= \{y_j, \mu_{\tilde{B}}(y_j) | y_j \in \psi_2, 1 \leq j \leq m\} \end{aligned} \quad (3)$$

В результате можно определить отношение нечетких объектов, описание значений класса, которому принадлежат объекты, его прототипы и связи, установленные со словами, отображающими свойства объекта, следующим образом:

$$R_{f(\tilde{A}, \tilde{B})} \{ (x_i, y_j), \mu_{f(\tilde{A}, \tilde{B})}(x_i, y_j) \}, \quad (4)$$

где $(x, y) \in \psi \times \psi$,

ψ – некоторая модель ПрО.

Концептуальные объекты представляются ассоциативными сетями, состоящими из вершин, показывающих концепты, и дуг, показывающих отношения между ними [2].

Функция принадлежности $\mu_{f(\tilde{A}, \tilde{B})}(x_i, y_j)$ представляет степень ассоциации между атрибутами двух объектов модели ПрО. Представленный принцип можно обобщить для случая n -арных связей, включающих n нечетких объектов. Множеству объектов присвоим символ Λ :

$$\Lambda = \{\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \tilde{A}_3, \dots, \tilde{A}_n\} \quad (5),$$

где $\tilde{A}_i = \{x_i, \mu_{\tilde{A}_i}(x_i) | x_i \in \psi_i, 1 \leq i \leq n\}$.

Тогда, функция отношения для n объектов:

$$R_{\tilde{f}(\tilde{A}_i \tilde{A}_j)} = \left\{ (x_i, x_j), \mu_{\tilde{f}(\tilde{A}_i \tilde{A}_j)}(x_i, x_j) \mid \tilde{A}_i, \tilde{A}_j \in \Lambda, i \neq j, 1 \leq i, j \leq n \right\} \quad (6),$$

где A_1, A_2, \dots, A_n – группа объектов, коллективные характеристики которых объединены в единый емкий объект, под наименованием O . В нечетком окружении данный объект является нечетким объектом. Поэтому:

$$\tilde{O} = \{\tilde{A}_i, \mu_i(\tilde{A}_i) | \tilde{A}_i \in \Omega, 1 \leq i \leq n\}, \quad (7),$$

где $\Omega = \cup \psi_i$

$$\tilde{A}_i = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x) | x \in \psi_i, 1 \leq i \leq n\}. \quad (8)$$

В свою очередь, объект семантической сети будет представлен следующим образом:

$$G_i = \{I, P, U_{Gi}\} \quad (9),$$

где I – наименование критерия ПрО;

P – множество понятий, входящих или связанных с критерием;

U_{Gi} – множество отношений между понятиями P и критерием I , (рис. 2).

Последний параметр определяется как множество двоек типа $\{T, U_{IP}^g\}$, и T обуславливает тип критерия ПрО, при этом, U_{IP}^g является нечетким подмножеством, которое показывает степень зависимости между объектом и понятием (степень зависимости определяет близость с ситуацией и критерием ПрО).

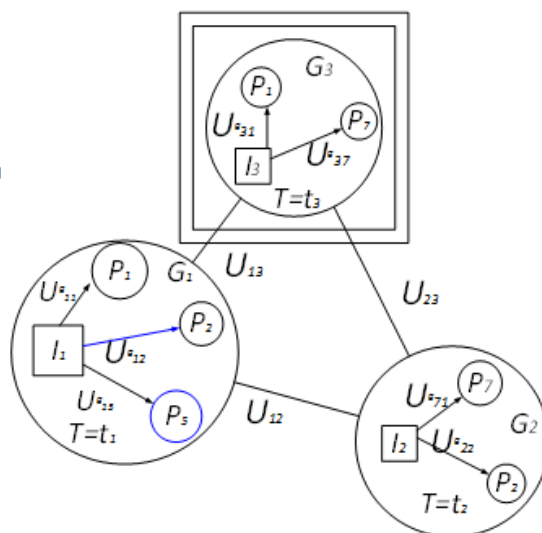


Рисунок 2. Пример внутренней ситуации и рекомендаций

Кроме того, тип объекта T устанавливает два вида критерия ПО:

$$T = \{t_1, t_2\}, \quad (10)$$

где t_1 - критерий ПрО ситуаций;

t_2 - критерий ПрО рекомендаций.

U_{IP}^g можно определить из зависимости:

$$U_{IP}^g = (\mu_{U_{IP}^g}(P_j, 1 | P_j \in P, 1 \in G)) \quad (11)$$

где $j = 1, \dots, n$

P_j – понятие, принадлежащее критерию G ;

n – количество понятий для критерия.

Таким образом, объект ПрО G_i соответствующий критерию \tilde{G}_i с неопределенными и фиксированными атрибутами можно определить как

$$G_i = \{I_i, P_1 \dots P_n, t_{p1}, \dots, t_{pn} \{ \mu_{\tilde{G}_i}(I_i, P_1), \dots, \mu_{\tilde{G}_i}(I_i, P_n) \} \} \quad (12),$$

где I_i - информационная часть i -го объекта;

P_i - множество понятий, принадлежащих i -му критерию;

t_{pi} – тип критерия ПрО;

$\mu_{\tilde{G}_i}(I_i, P_i)$ - отношение близости понятия P_i и названия критерия I_i .

Зависимость между узлами будет строиться на основе взаимосвязи между понятиями критериев ПрО.

Введем теперь нечеткое отношение $U_{P_{ij}} = \mu S(P_i, P_j)$, которое объединяет близость понятий между собой, которое формирует нечеткое подмножество U_p :

$$U_p = \{P_i, P_j, \mu S(P_i, P_j) | P_i \in P, P_j \in P, i, j = 1, \dots, N\} \quad (13),$$

где N – количество понятий в ПрО СППР НЛ.

При формировании отношений между понятиями можно выделить три основных свойства, с учетом которых строятся соотношения между ситуацией и рекомендацией:

- симметричность;
- синонимичность;
- положительные значения.

Учитывая выше сказанное, зависимость между отдельными понятиям, принадлежащими ситуациям и рекомендациям, представляет собой $U = \{U_{ij}\}$

$$U_{ij} = \frac{1}{nm} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m U_{P_{ij}} \quad (14),$$

где U_{ij} - среднее отношение близости между понятиями, принадлежащими i и j критерию ПрО;

n – количество понятий в i -м критерии ПрО;

m - количество понятий в j -м критерии ПрО.

Таким образом, при выборе необходимой ситуации для решения СППР НЛ используются отношения близости между понятиями U и отношения близости между понятиями, принадлежащими ситуации, а также информационной частью ситуации - U_{IP}^g . В конечном итоге рекомендации ПрО группируются согласно выбранной ситуации для их дальнейшего анализа и принятия решения.

На практике управление выполнением строительно-монтажными работами при возведении малоэтажных домов является стохастическим процессом. Поэтому, решение данной проблемы связано с решением многомерной задачи с вероятностными параметрами. Алгоритм поддержки принятия решений для внештатных производственных ситуаций выстраивается на базе принципа координирующих воздействий и построения функция последствия с учетом оптимального времени управляющего воздействия (рис. 3).

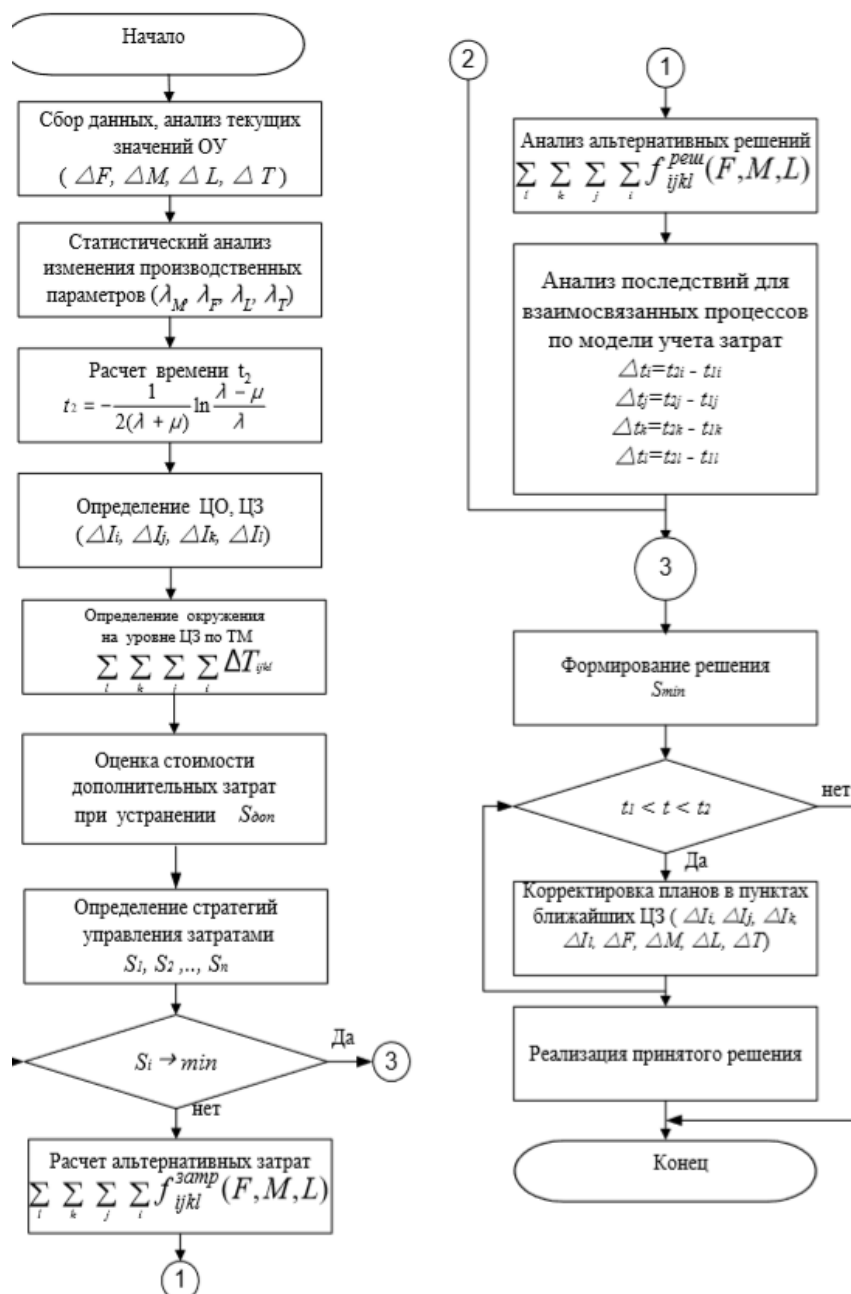


Рисунок 3 Общий алгоритм поддержки принятия решений в нештатной производственной ситуации.

Список литературы:

1. Макаров И.М., Лохин В.М., Манько С.В. и др. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления. М.: Наука, 2006. 336 с.
2. Крошилин А.В. Разработка и анализ интеллектуальных поисковых программ в вычислительных сетях на основе универсальных алгебр. Дис. канд. техн. наук. Рязань: РГРТА, 2003. 167 с.
3. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физматлит, 2007. 256 с.

4. Чернов В.Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 312 с.

5. Крошила С.В. Разработка и исследование автоматизированных систем аналитики деятельности предприятия. Дис. канд. техн. наук. Рязань: РГРТУ, 2009. 169 с.

6. Дюк В.А. Интеллектуальный анализ данных. СПб.: Питер, 2008.

7. Смирнов С.В. Онтологический анализ в системе компьютерного моделирования. Автореферат дисс. д-р.техн.наук., Самара.: 2002г.- 348с.

References

1. Makarov I.M., Loxin V.M., Man`ko S.V. i dr. Iskusstvenny`j intellekt i intellektual`ny`e sistemy` upravleniya. M.: Nauka, 2006. 336 s.

2. Kroshilin A.V. Razrabotka i analiz intellektual`ny`x poiskovy`x programm v vy`chislitel`ny`x setyax na osnove universal`ny`x algebr. Dis. kand. texn. nauk. Ryazan`: RGRТА, 2003. 167 s.

3. Podinovskij V.V., Nogin V.D. Pareto optimal`ny`e resheniya mnogokriterial`ny`x zadach. M.: Fizmatlit, 2007. 256 s.

4. Chernov V.G. Modeli podderzhki prinyatiya reshenij v investicionnoj deyatel`nosti na osnove apparata nechetkix mnozhestv. M.: Goryachaya liniya – Telekom, 2007. 312 s.

5. Kroshilina S.V. Razrabotka i issledovanie avtomatizirovanny`x sistem analitiki deyatel`nosti predpriyatiya. Dis. kand. texn. nauk. Ryazan`: RGRТУ, 2009. 169 s.

6. Dyuk V.A. Intellektual`ny`j analiz danny`x. SPb.: Piter, 2008.

7. Smirnov S.V. Ontologicheskij analiz v sisteme komp`yuternogo modelirovaniya. Avtoreferat diss. d-r.texn.nauk., Samara.: 2002g.- 348s.