

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ЛОГИКИ ПРЕДИКАТОВ

доктор технических наук, профессор **М.Л. Лапшина**¹

кандидат технических наук, доцент **Н.Ю. Юдина**¹

магистр **Т.К. Богомолова**¹

магистр **А.Л. Бойкова**²

1- ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Ф.Г. Морозова»,

Воронеж, Российская Федерация

2- ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Российская Федерация

Одна из определяющих задач в вопросах автоматизации обработки текущей информации, получаемой в процессе исследования объектов, представляет собой возможность отнесения ее к конкретным объектам, находящимся в базе данных (БД) информационной системы. Такая задача может быть представлена в виде задачи идентификации объектов анализа (мониторинга) по текущим данным. Первоначальная информация о конкретном объекте в ходе исследования может поступать из разных источников и быть неполной и неточной. Благодаря идентификации полученные данные по каждому объекту накапливаются в БД для дальнейшего автоматизированного анализа. Но в ряде случаев текущая информация содержит не конкретные наименования интересующих объектов исследования, а только некоторые признаки их функционирования: местоположение, время функционирования, числовые характеристики объектов и т.д. В таких условиях идентификация объектов может происходить на основе схожести смысловых признаков, содержащихся в текущей информации, и признаков, уже накопленных по объектам исследования в БД. Отличительной особенностью предметной области, в которой производится анализ объектов, является ее переменчивость, поэтому с течением времени могут измениться и признаки, служащие для идентификации объектов. Добавление новых признаков приведет к изменению прикладного программного обеспечения и потребует привлечения разработчиков, что приводит к дополнительным временным затратам и снижению скорости процедуры идентификации объектов. Указанная причина приводит к необходимости создания нового подхода к автоматизации процесса мониторинга объектов, в основу которого будут положены такие требования как высокое качество принимаемых решений и способность быстрого изменения логики идентификации в процессе работы системы. В работе предложена возможность использования формул логики предикатов, с целью наиболее оперативного внесения новой информации в БД и отнесения к определенному объекту, позволяющая выработать наиболее быстрое решение.

Ключевые слова: мониторинг, идентификация объектов, классификация, логика предикатов, экспертные системы

AUTOMATION OF THE IDENTIFICATION PROCEDURE of OBJECTS BASED ON LOGICS OF PREDICATES

DSc (Engineering), Professor **M.L. Lapshina**¹
PhD (Engineering), Associate Professor **N.Yu. Yudina**¹
Master degree student **T.K. Bogomolova**¹
Master degree student **A.L. Boykova**²

1- FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation

2- FSBEI HE «Voronezh State University» Voronezh, Russian Federation

Abstract

One of the defining tasks in automating the processing of current information obtained in the process of object research is the possibility of assigning it to specific objects located in the database (DB) of the information system. Such a task can be represented as a task of identifying the objects of analysis (monitoring) on current data. Initial information about a particular facility during the research can come from different sources and be incomplete and inaccurate. Due to identification, received data for each object are accumulated in the database for further automated analysis. But in a number of cases, the current information contains not specific names of the research objects of interest, but only some signs of their functioning: location, operating time, numerical characteristics of objects, etc. In such conditions, the identification of objects can occur on the basis of similarity of semantic features contained in the current information and attributes which have been already accumulated by the objects of research in the database. A distinctive feature of the subject area in which the analysis of objects is made is its variability; therefore, with the passage of time, the attributes serving to identify the objects may change. The addition of new features will result in a change in application software and will require the involvement of developers, which leads to additional time costs and decrease in the speed of procedure for identifying objects. This reason leads to the need to create a new approach to the automation of object monitoring, based on such requirements as high quality of the decisions made and ability to quickly change the logic of identification in the process of the system. The paper proposes the possibility of using predicate logic formulas, with the aim of making new information in the database more quickly and assigning it to a specific object, which makes it possible to develop the fastest solution.

Keywords: monitoring, object identification, classification, predicate logic, expert systems

В процессе мониторинга и автоматизированной обработки информации в БД системы анализируются объекты и связанных с ним данные. Каждый объект описывается набором характеристик и их численны значений, полученных в результате обработки и обобщения полученной информации. Используется двухуровневое представление данных по объектам мониторинга в БД информационной системы, под которым понимают только рассмотрение физического и логического уровней представления (рис. 1).

Это объясняется тем, что при формировании БД в основном используются только реляционные

или объектно-реляционные модели данных, при этом этапы концептуального и логического проектирования реляционных баз данных совмещены.

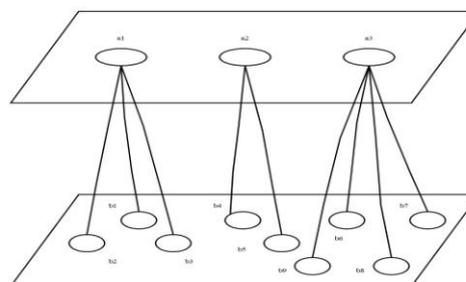


Рис. 1. Двухуровневое представление данных по объектам мониторинга в базе данных информационной системы

Формализация задачи выбора характеристик объекта, с последующей его идентификацией производится с помощью языка многосортной логики предикатов первого порядка. Для этого вводим соответствующие множества (сорты). Под представлением «достаточно веских оснований» будем понимать свойства, наличие которых у объекта позволяет относить его к конкретному классу. Отдельные элементы сообщения (ячейки) по очереди проверяются на соответствие каждому свойству из набора. Всегда можно однозначно сказать, удовлетворяет ли сообщение заданным свойствам или нет. После того, как сообщение проверено на соответствие свойствам рассчитывается функция принадлежности. Число всех положительных ответов делится на общее количество свойств из набора. Анализируем значения функции принадлежности для каждой ячейки для i -го класса. Затем, базируясь на методе ранжирования, производим построчный анализ функции принадлежности. Ячейку, в которой значение μ (значение функции принадлежности) максимально приближено к 1 ставим на первое место. Ячейки с равными значениями ставим на одно место. В каждой строке заводим счетчик, в котором указываем число сообщений по данной строке, получивших первое место. По окончании проверки выберем строку с максимальным числом первых мест, затем всем элементам этой строки присвоим значение интересующего класса, и данная строка исключается из рассмотрения. Процедура продолжим до тех пор, пока не будут исключены все строки или рассмотрены все требуемые классы [1]. Понятие класса объектов в нашем случае означает, что всем объектам, относящимся к одному классу, отвечает один и тот же набор характеристик. Каждой характеристике ставим в соответствие класс ее возможных значений [2-4]. Сведения по объекту мониторинга, поступающие на автоматизированную обработку в виде формализованного сообщения, представляются в виде набора значений наблюдаемых характеристик объекта и пространственно временных характеристик его деятельности.

Для формализованного описания значений характеристик сообщений и объектов ввели предикат $B(q, x, y, r, z)$, означающий, что сообщение или

объект $x \in V_s$ класса $q \in R$ имеет характеристику $y \in N$, которой соответствует класс $r \in R_d$ и значение которой равно $z \in \text{dom}(r)$. Функция $\text{dom} : R_d \rightarrow P(V_d)$, где $P(V_d)$ — булеан множества V_d , ставит в соответствие каждому классу значений определенное подмножество универсума V_d [5]. Применимо к нашей задаче:

V_s — множество ячеек, содержащее исходную информацию

R — класс, к которому принадлежит ячейка в исходном файле. Каждая строка содержит определенные данные и имеет наименование. Таким образом, каждая ячейка, принадлежащая определенной строке, принадлежит и соответствующему классу.

N — свойства данных в каждой ячейке, такие как формат ячейки, количество символов и т.п.

V_d — набор свойств, которым должен удовлетворять объект мониторинга, чтобы его можно было отнести к классу R_d .

R_d — множество искомых классов.

Пусть b_j — некоторый объект (сообщение), принадлежащий классу $T_j \in R$. Тогда формальное представление набора значений характеристик данного объекта (сообщения) имеет вид:

$$B(T_j, b_j, n_j^1, D_j^1, v_j^1) \wedge B(T_j, b_j, n_j^2, D_j^2, v_j^2) \wedge \dots \wedge B(T_j, b_j, n_j^k, D_j^k, v_j^k) \quad (1)$$

Если значения отдельных характеристик неизвестно, то в конъюнкции (1) будут отсутствовать соответствующие формулы $B(\dots)$.

Для формализованного описания взаимосвязи объектов с данными проведенного анализа введем предикат $In(r, z, q, x)$, обозначающий, что сообщение $x \in V_s$ класса $q \in R$ связано с объектом $z \in V_s$ класса $r \in R_d$ [6-7].

Предположим, что объект a_j относится к классу T_0 , а сообщения b_1, b_2, \dots, b_k , связанные с данным объектом в БД, — относятся к классам T_1, T_2, \dots, T_k соответственно. Эта ситуацию опишем при помощи логической формулы

$$In(T_0, a_j, T_1, b_1) \wedge In(T_0, a_j, T_2, b_2) \wedge \dots \wedge In(T_0, a_j, T_k, b_k) \quad (2)$$

Предположим, что в БД информационной системы содержится информация по объектам мониторинга a_1, a_2, \dots, a_s , представляющая собой характеристики объектов, а также соответствующих сообщений. Объекты и сообщения формализовано описываются логическими соотношениями (1), а взаимосвязи между ними – логическими формулами (2). Предполагаем, что в БД для обработки поступило сообщение b_j класса T_j , в котором расположена информация по конкретному объекту мониторинга в виде набора значений наблюдаемых характеристик и характеристик деятельности объекта. На основе анализа идентичности или близости значений характеристик объекта анализа a_1, a_2, \dots, a_s , а также связанных с ними в базе сообщений необходимо автоматически отнести b_j к одному из объектов исследования. Отнесение сообщения b_j к конкретному объекту должно быть произведено с учетом достаточно весомых оснований [8].

Разработка подходов к автоматизированной идентификации объектов мониторинга по текущим данным повлечет за собой использование способа формального представления «достаточно веских оснований», позволяющих изменять логику решения задачи в процессе работы, и способа принятия решений по вопросу отнесения данных мониторинга к объектам, хранящимся в уже сформированной БД.

Анализ литературы показал, что наиболее оптимальной можно считать процедуру построения идентификации, основанную на использовании так называемых сильных смысловых связей между текущей информацией и информацией по объектам анализа, содержащейся в БД. Под сильной смысловой связью будем понимать наличие в текущей информации и в информации по объекту таких признаков, которые с большой степенью уверенности говорят о том, что и текущие данные, и данные по объекту, содержащиеся в информационной системе, соответствуют одному и тому же объекту исследования. Понятие сильной смысловой связи носит субъективный характер, не имеющий строгих доказательств. Анализ работ специалистов, пытающихся решить эту задачу «вручную», подтвердил, что ими руководят знания, приобретенные в

процессе практических расчетов, которые в свою очередь не имеют четких обоснований. Тем не менее, этих знаний достаточно для осуществления идентификации объектов мониторинга по текущим данным даже в непростых случаях, когда используются только косвенные признаки для отнесения текущих сведений к конкретным объектам. Они могут быть сформированы в виде правил, отражающих условия наличия сильной смысловой связи между текущими данными и уже существующими данными по объекту. Каждое такое правило формирует «достаточно веские основания» для идентификации и может использоваться независимо от других правил. В простых ситуациях правила идентификации могут быть сведены к утверждениям вида: «если заданные характеристики текущих данных и объекта мониторинга удовлетворяют необходимым условиям, то представленные данные и объект находятся в отношении сильной связи». Такие утверждения можно записать в виде формул логики предикатов первого порядка. Для этого вводим предикат $G(q, x, r, z)$, означающий, что сообщение $x \in V_s$ класса $q \in R$ и объект $z \in V_s$ класса $r \in R$ находится в отношении сильной связи. Введем сокращенное обозначение для логической формулы

$$(\exists r_1, r_2, \dots, r_k \in R_d) : B(q, x, n_1, r_1, v_1) \wedge \\ \wedge B(q, x, n_2, r_2, v_2) \wedge \dots \wedge B(q, x, n_k, r_k, v_k)$$

в виде формулы $F(q, x, n_1, v_1, n_2, v_2, \dots, n_k, v_k)$.

Тогда формальное представление сформулированных выше правил отнесения сообщения класса T_1 к объектам класса T_2 будет иметь следующий вид:

$$(\forall x, z \in V_s)(\forall u_1^1, \dots, u_1^k, u_2^1, \dots, u_2^m \in V_d) \times \\ \times F(T_1, x, n_1^1, u_1^1, \dots, n_1^k, u_1^k) \wedge \\ \wedge F(T_2, z, n_2^1, u_2^1, \dots, n_2^m, u_2^m) \wedge \\ \wedge C(u_1^1, \dots, u_1^k, u_2^1, \dots, u_2^m) \rightarrow G(T_1, x, T_2, z), \quad (3)$$

где $F(T_1, x, \dots), F(T_2, z, \dots)$ – логические формулы, означающие, что текущее сообщение $x \in V_s$ содержит соответствующие значения характеристик; $C(\dots)$ – логическая формула, определяющая условия, которым должны удовлетворять значения характеристик, чтобы сообщение и объект находились в отношении сильной связи [9-11].

В более сложных случаях описание отношения сильной связи включает сопоставление характеристик текущей информации с характеристиками объекта и характеристиками сообщений, связанных с объектом в БД. Правила идентификации в этом случае представимы в виде:

$$\begin{aligned}
 & (\forall q \in R)(\forall x, z, u \in V_s) \times \\
 & \times (\forall u_1^1, \dots, u_1^k, u_2^1, \dots, u_2^m, u_3^1, \dots, u_3^h \in V_d) \times \\
 & \times (F(T_1, x, n_1^1, u_1^1, \dots, n_1^k, u_1^k) \wedge \\
 & \wedge F(T_2, z, n_2^1, u_2^1, \dots, n_2^m, u_2^m) \wedge \\
 & \wedge F(q, u, n_3^1, u_3^1, \dots, n_3^h, u_3^h) \wedge In(T_2, z, q, u) \wedge \\
 & \wedge C(u_1^1, \dots, u_1^k, u_2^1, \dots, u_2^m, u_3^1, \dots, u_3^h) \rightarrow \\
 & \rightarrow G(T_1, x, T_2, z),
 \end{aligned} \tag{4}$$

где $F(q, u, \dots)$ – логическая формула, означающая, что сообщение $u \in V_s$, связанное с объектом в БД, имеет соответствующие значения характеристик. Следовательно, множество сформированных правил идентификации, формализовано представленных в виде (3), (4), образует базу знаний, соответствующую логике отнесения текущей информации к объектам исследования. Семантику предикатов, входящих в логическую формулу $C(\dots)$ задаем при помощи соответствующих присоединенных процедур, которые используются для вычисления значений истинности этих предикатов.

Правила идентификации вводим в систему с использованием формализованного языка, доступного для освоения его пользователями, возможности которого должны позволять вводить правила, соответствующие по структуре логическим формулам (3), (4). При необходимости изменения логики идентификации изменения вносятся и в базу знаний, которая также входит в состав информационного обеспечения системы. Такой подход направлен на гибкое управление процессом автоматического отнесения текущих данных к объектам мониторинга [12].

Отметим тот факт, что достаточно часто в практике получения экспертной информации используется непосредственная численная оценка альтернатив. В этом случае эксперту предъявляют набор альтернатив $p_1 \dots p_n$. Если целью экспертизы является оценка их сравнительной предпочтитель-

ности, то эксперт на основе своих знаний и опыта ставит в соответствие каждой альтернативе $p_i, i \in \{1, \dots, n\}$ число $f(p_i)$, соответствующее ее предпочтительности. Зная численную оценку каждой альтернативы, можно получить сравнительную оценку предпочтительности для каждой пары альтернатив, т.е. определить, на сколько условных единиц, или во сколько раз одна альтернатива превосходит другую.

Достаточно часто используется сравнение альтернатив в баллах. Каждой альтернативе в выбранной системе баллов приписывается балл, соответствующий ее оценке. При этом более предпочтительной альтернативе приписывается более высокий балл. В то же время экспертам иногда разрешается уточнять оценки, указывая числа, расположенные между балльными значениями. В этом случае численные оценки предпочтительности альтернатив близки к оценкам, получаемым при непосредственном численном оценивании.

Для получения качественных оценок используют метод парных сравнений и ранжирование. Однако, по сравнению с ранжированием метод парных сравнений обладает некоторыми преимуществами. Это объясняется тем, что эксперту гораздо удобнее работать с двумя альтернативами, чем с их совокупностью. Таким образом, применение указанных методов в экспертных системах статистической обработки информации будет зависеть от характера проводимой экспертизы.

Качество получаемых результатов напрямую зависит от используемых математических моделей и их адекватности.

Будем считать, что информация в АИС накапливается по одному или нескольким информационным объектам Q . Конкретные лица, организации, транспортные средства, документы и т.п. назовем экземплярами информационного объекта (ЭИО) и обозначим их буквой q .

Информационный объект Q описывается системой характеристик l (признаков). Например, лицо описывается характеристиками фамилия, имя, национальность, пол, рост, цвет волос и т.д. Каждая характеристика имеет ряд значений, которые в большинстве случаев могут быть перечислены и

сведены в словарь. Так, характеристика цвет волос может иметь значения: черные, русые, рыжие и т.д. Словарь значений характеристики обозначим буквой A , $A = \{a\}$, конкретные значения – буквой a .

Если информационный объект имеет значение q , а характеристики – l , то запишем $l(q) = a$ и укажем, что объект q обладает свойством (l, a) .

Например, если l – цвет волос, a – черные, то данная формула означает, что персона q имеет черные волосы. Пользователей АИС, вводящих данные в систему или обращающихся к ней с запросами, будем именовать экспертами.

Характеристику l назовем четкой, если для любого ЭИО q и для любого значения a , $a \in A$, этой характеристики все эксперты дают одинаковый однозначный ответ на вопрос, является ли a значением характеристики l для данного информационного объекта q , т.е. с точки зрения всех экспертов утверждение $l(q) = a$ является либо истинным, либо ложным. В противном случае характеристику l будем называть нечеткой.

Четкую характеристику можно представить в виде отношения – подмножества декартова произведения:

$$l \subseteq Q \times A = \{(q, a)\}, \quad (5)$$

где $(q, a) \in l$ в том и только том случае, если $l(q) = a$, а также задать характеристической функцией

$$\chi_l(q, a) = \begin{cases} 1, & \text{если } l(q) = a, \\ 0, & \text{если } l(q) \neq a. \end{cases} \quad (6)$$

Аналогичным образом нечеткую характеристику можно определить как нечеткое отношение, т.е. как нечеткое множество с функцией принадлежности $\mu_l(q, a) \in [0;1]$ заданной на множестве $Q \times A$. При этом значение функции принадлежности $\mu_l(q, a)$ будем считать равным доле экспертов, считающих, что $l(q) = a$. Нечеткие множества вида $Q_{(l,a)} = \{\mu_{(l,a)}(q), q \in Q\}$, $\mu_{(l,a)} \in [0;1]$ будем называть объемами свойств (l, a) . Если из контекста известно, о какой характеристике идет речь, индекс l опустим. Тогда нечеткое множество $Q_a = \{\mu_a(q), q \in Q\}$, $a \in A$ с функцией принадлеж-

ности $\mu_a(q) = 1$, а если никто так не считает, то следует положить $\mu_a(q) = 0$. Уточним, как моделируется функция принадлежности. Пусть имеем жюри из m экспертов, каждый из которых оценивает справедливость утверждения $q \in Q_a$ по двухбалльной шкале $\{0;1\}$:

$$\varphi_k = \begin{cases} 1, & \text{если эксперт } k \text{ считает, что} \\ & \text{утверждение } l(q) = a \text{ истинно,} \\ 0, & \text{если эксперт } k \text{ считает, что} \\ & \text{утверждение } l(q) = a \text{ ложно.} \end{cases} \quad (7)$$

Тогда, если мнения всех экспертов равноценны, логично положить

$$\mu_a(q) = \frac{\sum_{k=1}^m \varphi_k(q)}{m} \quad (8)$$

Введенная функция принадлежности обладает всеми перечисленными свойствами. Значение $\mu_a(q)$ можно трактовать как вероятность того, что наугад выбранный эксперт из данного жюри признает утверждение $l(q) = a$ справедливым. Если взять другую группу экспертов, то могут получиться результаты, отличные от данных. Достоверные результаты получатся на так называемой генеральной совокупности – множестве всех потенциальных экспертов. Для получения значений, близких к достоверным, следует использовать представительное жюри экспертов. Под представительностью понимается следующее. Эксперты должны охватывать разнообразие подходов к оценке степени принадлежности элемента к множеству. Проверка представительности выборки может осуществляться разбиением ее случайным образом на две или более части и сравнением полученных результатов. Если результаты окажутся близкими, можно считать выборку представительной. В противном случае следует увеличить объем выборки, поскольку обычно, чем больше выборка, тем достовернее получается результат. Уменьшить число экспертов при том же уровне достоверности можно, разрешив экспертам оценивать принадлежность элемента множеству по нечеткой шкале, в частности, по шкале с $n+1$ градациям

$$\mu_a(q) \in \left\{0; \frac{1}{n}; \frac{2}{n}; \dots; 1\right\}. \quad (9)$$

Четкая характеристика задает классификацию на множестве Q – разбиение его на непересекающиеся классы Q_a , $a \in A$. В нечетком случае и классификация получается нечеткой: некоторые эксперты отнесут ЭИО q к одному классу, а некоторые – к другому. Понятно, что степень разброса мнений экспертов может быть различной для разных характеристик. Таким образом, речь может идти о мере нечеткости классификаций. В АИС могут быть реализованы различные подходы к классифицированию по нечетким характеристикам. Предположим, что используется так называемый альтернативный подход, заключающийся в том, что каждый эксперт любому $q \in Q$ придает одно и только одно значение характеристике l . Это означает, что [13, 14]

$$\forall q \in Q \sum_{a \in A} \mu_a(q) = 1 \quad (10)$$

В оценочной практике достаточно часто используются экспертные оценки. Во многих случаях это вызвано отсутствием необходимой информации. В частности достаточно распространено использование метода экспертных оценок при определении весов ценообразующих факторов в различных методах, используемых в сравнительном подходе при корректировке цен аналогов. Однако, зачастую полученные от экспертов оценки используются без проверки на их приемлемость.

Одним из распространенных коллективных методов экспертных оценок является ранжирование. Суть процедуры заключается в следующем: экспертам предлагается провести ранжирование (расположение явлений в порядке возрастания/убывания значимости) некоторых ценообразующих факторов. При этом каждому фактору присваивается свой ранг. Ранги принято обозначать порядковыми числами натурального ряда (1, 2, 3, 4 ..). При этом ранг 1 присваивается наиболее значимому фактору.

Сумма рангов, поставленных экспертом по всем факторам может быть вычислена по следующей формуле:

$$\sum_{i=1}^m r_i = \frac{m \times (m + 1)}{2} \quad (11)$$

где r_i – ранг, поставленный i -ому фактору;
 m – число исследуемых факторов.

Суммы рангов поставленных каждым экспертом должны быть равны. Если же эксперт присваивает двум (трем и так далее) различным явлениям одинаковые ранги, т.е. считает два фактора равнозначными, то суммы рангов поставленные каждым экспертом не будут совпадать, что в свою очередь не позволит произвести дальнейшие расчеты.

Во избежание нарушения выше представленного равенства, оценщику, проводящему экспертизу, необходимо произвести пересчет таких рангов, в так называемые стандартизированные ранги. Расчет осуществляется путем деления суммы мест, занимаемых связанными рангами, на их число. Далее по каждому явлению подсчитывается сумма рангов, поставленных каждым экспертам.

Задача автоматизированной обработки данных по результатам мониторинга объектов, поступающих в виде формализованного сообщения, является, несомненно, актуальной, т.к. сейчас наиболее распространенным методом является метод экспертных оценок. При использовании этого метода одним из основных источников информации является эксперт – его суждения, количественные и качественные оценки, носящие субъективный характер. Предложенный подход носит наиболее объективный характер и позволяет гибко управлять процессом автоматического отнесения текущих сведений объектов мониторинга.

Библиографический список

1. Габец А.П. 1С:Предприятие 8.1. Простые примеры разработки / А.П. Габец, Гончаров Д.И. - М.: 1С-Публишинг, - 2015. – 383 с.
2. Борисов А.Б. Большой экономический словарь / А.Б. Борисов. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: АЛГО-РИТМ-КНИГА, 2014 г. – 860 с.

3. Дубов Ю.А. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем / Ю.А. Дубов, С.И. Травкин, В.Н. Якимец. - М.: Наука, - 1986. - 65 с.
4. Дюкалов А.Я. Теория управления и экономические системы. Проблемы описания / А.Я. Дюкалов, Ю.Н. Иванов, В.В. Токарев // Автоматика и телемеханика, М.: Лань. - 2014. - №12. - С. 111-119.
5. Иванилов Ю.П. Математические модели в экономике / Ю.П. Иванилов, А.В. Лотов. - М.: Наука, 2009. - 54 с.
6. Ивасенко А.Г. Информационные технологии в экономике и управлении: учеб. пособие / А.Г. Ивасенко, А.Ю. Гридасов, В.А. Павленко. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, - 2011. - 160 с.
7. Соколов А.В. Методика оценки эффективности поиска по нечетким характеристикам в автоматизированных информационных системах / А.В. Соколов // Автоматизация и современные технологии. М.: Лань, - 2010. - №3. - С. 25-27.
8. Хомичков Г.И. Идентификация мониторинга по текущим данным на основе правил базы знаний / Г.И. Хомичков // Автоматизация и современные технологии. - 2007. - №4. - С. 33-35.
9. Маклаков С.В. ВРWin и ERWin. CASE-средства разработки информационных систем / С.В. Маклаков - М.: Диалог-МИФИ, - 2015. - 223 с.
10. Lemareshal C., Nemirovskii A., Nesterov Yu. New Variants of Bundle Methods / C. Lemareshal, A. Nemirovskii, Yu. Nesterov // Mathematical Programming. Series B. - 2012. - V 69. - №1. - p.67-77.
11. Hertel S. Space sweep solves intersection of two convex polyhedron elegantly / S. Hertel, K. Mehlhorn, J. Nievergeit. - Acta Informatica, 21. - 2004. - p.501-519.
12. Johnston J. Econometric Methods / J. Johnston, J. DiNardo. N.Y.: The McGraw-Hill Companies, Inc., - 1997. - 240 p.
13. McCreight E.M. An $O(n \log \log n)$ -time algorithm for triangulating a simple polygon / E.M. McCreight, C.J. van Wyk // SIAM J. Comput., 17 - 2008. - p. 143-178.
14. Rasmusen E. Games and information. An Introduction of Game Theory / E. Rasmusen. // N.Y.: Basil Blackwell Ltd, - 1989. - p. 53-59.

References

1. Gabets A.P. *IC:Predpriyatiye 8.1. Prostyye primery razrabotki* [IC: Enterprise 8.1. Simple examples of development] / A.P. Gabets, Goncharov D.I. - Moscow: IC- Publishing, 2015. - 383 p.
2. Borisov A.B. *Bol'shoy ekonomicheskiy slovar'* [The Big Economic Dictionary] / A.B. Borisov - 3rd ed., Pererab. and additional. - Moscow: ALGORITHM-BOOK, 2014 - 860 p.
3. Dubov Yu.A. *Mnogokriterial'nyye modeli formirovaniya i vybora variantov sistem* [Multi-criteria models for the formation and selection of variants of systems] / Yu.A. Dubov, S.I. Travkin, V.N. Yakimets. - Moscow: Nauka, 1986. - 65 p.
4. Dyukalov A.Ya. *Teoriya upravleniya i ekonomicheskiye sistemy. Problemy opisaniya* [Management Theory and Economic Systems. Problems of description] / A.Ya. Dyukalov, Yu.N. Ivanov, V.V. Tokarev // Automation and telemechanics, Moscow. : Deer - 2014. - № 12. - P. 111-119.
5. Ivanilov Yu.P. *Matematicheskiye modeli v ekonomike* [Mathematical models in economics] / Yu.P. Ivanilov, A.V. Lotov. - Moscow: Nauka, 2009. - 54 p.
6. Ivasenko AG *Informatsionnyye tekhnologii v ekonomike i upravlenii: ucheb. posobiye* [Information Technologies in Economics and Management: Textbook. Allowance] / A.G. Ivasenko, A.Yu. Gridasov, V.A. Pavlenko. - 2nd ed., Sr. - Moscow: KNORUS, 2011. - 160 p.
7. Sokolov A.V. *Metodika otsenki effektivnosti poiska po nechetkim kharakteristikam v avtomatizirovannykh informatsionnykh sistemakh* [A technique for evaluating the efficiency of searching for fuzzy characteristics in automat-

ed information systems] / A.V. Sokolov // Automation and modern technologies. - Moscow: Deer - 2010. - №3. - P. 25-27.

8. Khomichkov G.I. *Identifikatsiya monitoringa po tekushchim dannym na osnove pravil bazy znaniy* [Identification of monitoring on current data based on knowledge base rules / G.I. Khomichkov] // Automation and modern technologies. - 2007. - №4. - P. 33-35.

9. Maklakov S.V. *BPWin i ERWin. CASE-sredstva razrabotki informatsionnykh sistem* [BPWin and ERWin. CASE-tools for the development of information systems] / S.V. Maklakov - Moscow.: Dialogue-MIFI, 2015. - 223 p.

10. Lemareshal C. *New Variants of Bundle Methods* / C. Lemareshal, A. Nemirovskii, Yu. Nesterov // Mathematical Programming. Series B. - 2012. - V 69. - №1. - P.67-77.

11. Hertel S. *Space sweep solves intersection of two convex polyhedron elegantly* / S. Hertel, K. Mehlhorn, J. Nievergeit. - Acta Informatica, 21. - 2004. - P.501-519.

12. Johnston J. *Econometric Methods* / J. Johnston, J. DiNardo. N.Y.: The Mcgraw-Hill Companies, Inc., 1997. - 240 p.

13. McCreight E.M. *An $O(n \log \log n)$ -time algorithm for triangulating a simple polygon* / E.M. McCreight, C.J. van Wyk // SIAM J. Comput., 17 - 2008. - P. 143-178.

14. Rasmusen E. *Games and information. An Introduction of Game Theory* / E. Rasmusen. // N.Y.: Basil Blackwell Ltd, 1989. - P. 53-59.

Сведения об авторах

Лапшина Марина Леонидовна - профессор кафедры вычислительной техники и информационных систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», доктор технических наук, доцент, г. Воронеж, Российская федерация; e-mail: marina_lapshina@mail.ru

Юдина Надежда Юрьевна – доцент кафедры вычислительной техники и информационных систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат технических наук, доцент, г. Воронеж, Российская федерация; e-mail: udinany@gmail.com

Богомолова Татьяна Константиновна – магистр, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская федерация; e-mail: kot.schwarz@yandex.ru

Бойкова Анна Леонидовна - магистр ВГУ, e-mail: boykovaal@gmail.com

Information about authors

Lapshina Marina Leonidovna - Professor of the Department of Computing Machinery and Information Systems at the Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov", Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: marina_lapshina@mail.ru

Yudina Nadezhda Yurievna - Associate Professor of Computer Engineering and Information Systems at the Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", candidate of technical sciences, associate professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: udinany@gmail.com

Bogomolova Tatiana Konstantinovna - Master, at the Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: kot.schwarz@yandex.ru

Boykova Anna Leonidovna - Master of at the Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail:
boykovaal@gmail.com