

УДК 687

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ» В РАМКАХ ИНТЕГРИРОВАННОЙ САПР ОДЕЖДЫ

Королева Л.А., Панюшкина О.В., Подшивалова А.В., Шевчук К.О.

ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»,
Владивосток, e-mail: ludmilakoroleva@rambler.ru

В статье отражены вопросы, связанные с проектированием интеллектуальной информационной системы «Художественное проектирование» и реализацией метода структурного анализа (SADT). Методология SADT представляет собой совокупность стандартов, правил и процедур, предназначенных для анализа, например, предметной области «Художественное проектирование», и построения функциональной модели объекта данной предметной области. Рассмотрена организация интеллектуальной информационной системы «Художественное проектирование» в рамках интегрированной САПР одежды. В работе представлена и описана математическая модель процесса функционирования интеллектуальной информационной системы «Художественное проектирование». Результаты исследования позволяют глубоко изучить природу интегрированной САПР одежды, выявить ключевые процессы, реализуемые в интеллектуальной информационной системе «Художественное проектирование», внешние и внутренние интеграционные взаимосвязи, провести на этой базе реструктуризацию старых и разработку актуальных процессов, таких как формирование на основе принципов интеллектуализации самого востребованного на всех этапах автоматизированного процесса проектирования электронного документа «Описание проектируемого изделия».

Ключевые слова: функциональное моделирование, моделирование систем, интегрированная система автоматизированного проектирования одежды, интеллектуальная информационная система, художественное проектирование, метод структурного анализа и проектирования

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL AND MATHEMATICAL MODELS OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS «ARTISTICAL DESIGN» WITHIN INTEGRATED CAD OF CLOTHES

Koroleva L.A., Panyushkina O.V., Podshivalova A.V., Shevchuk K.O.

Vladivostok State University of Economics and Service (VSUES),
Vladivostok, e-mail: ludmilakoroleva@rambler.ru

The article addresses the issues associated with designing of intelligent information systems «Artistical design» and implementation of the method of structural analysis (SADT). SADT methodology is a set of standards, rules and procedures for analysis, for example, the area of «Artistical design» and construction of a functional model of the object area. The organization of intelligent information system «Artistical design» in an integrated CAD clothing was considered. The mathematical model of the functioning of intelligent information system «Artistical design» was presented and described in the article. The results of research allow to explore the nature of integrated CAD clothing deeply, and to identify key processes implemented in the intelligent information system «Artistical Design», external and internal integration relationship, spend on this basis the restructuring of the old and the development of relevant processes such as the formation of the principles of the intellectualization demanded at all stages of the design process of automated electronic document «Description of the designed product».

Keywords: expert functional modeling, simulation systems, integrated computer-aided design clothes, intelligent information system, artistic design, a method of structural analysis and design

Эффективность работы промышленных предприятий в современных условиях определяется наличием высококачественных технических и программных средств, позволяющих обеспечить гибкость, скорость и качество принятия инженерных решений [1]. Прежде всего это системы автоматизированного проектирования различных промышленных объектов, в том числе и одежды (САПРО). Актуальными концепциями развития систем автоматизированного проектирования (САПР) в промышленности являются их взаимная интеграция и интеллектуализация, степень реализации которых определяет качество и эффективность процесса проектирования. Ограничение возможностей экспериментального исследования больших систем

делает актуальным использование методик их моделирования.

Решение задач интеграции промышленных комплексов при осуществлении программ комплексной автоматизации возможно с использованием функционального моделирования. Ранее во ВГУЭС на кафедре «Сервисные технологии» был выполнен процесс моделирования с использованием методологии IDEF и разработана IDEF-модель интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды для реализации функций интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» на этапе принятия технологических решений, определяющие порядок проектных процедур, реализующие автоматизированный про-

цесс выбора методов технологической обработки верхней одежды [2].

В результате обзора существующих методов и методологий в области структурного анализа выбрана процессно-ориентированная методология проектирования информационных систем, опирающаяся на так называемые IDEF-технологии (стандарты). Из многочисленного семейства IDEF акцент сделан на стандарты IDEF0 (функциональное моделирование) [2]. Для функционального анализа систем на концептуальном уровне важно иметь эффективную, удобную и «прозрачную» методологию, доступную для понимания широкого круга специалистов. Методология SADT представляет собой совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения функциональной модели объекта какой-либо предметной области, например, «Художественное проектирование». Функциональная модель SADT отображает функциональную структуру объекта, т.е. производимые им действия и связи между этими действиями. При этом необходимо отметить, что IDEF0-модель используется для более глубокого понимания и анализа не только системы в целом или ее окружения, но и того, как взаимодействуют ее компоненты. При разработке новых информационных систем методология IDEF0 на начальном этапе может применяться для определения требований и функций, а далее – собственно для управления процессом проектирования системы, которая

удовлетворяет этим требованиям и реализует эти функции [3-5].

Результатом применения методологии IDEF0 является модель информационной системы. Модель состоит из диаграмм, фрагментов текста и глоссария, которые имеют ссылки друг на друга. Диаграммы – главные компоненты модели. На диаграммах все функции системы и интерфейсы представлены как блоки (функции) и дуги (интерфейсы).

Построение IDEF-модели начинается с представления всей системы в виде одного блока и дуг, отображающих интерфейсы с функциями вне системы. Поскольку этот блок отображает систему в целом, то имя, указанное в блоке, является общим для всей модели и присутствует на всех ее диаграммах.

Место соединения дуги с блоком определяет тип интерфейса. Данные, предназначенные для управления выполнением функции системы или блока или задающие ограничения на ее выполнение, входят в блок сверху. Материалы или информация, которые будут подвергнуты обработке, входят в блок с левой стороны (входящая информация). Механизмы (специалисты, технические устройства, программы и т.п.), посредством которых осуществляется выполнение функций, представляются дугами, входящими в блок снизу. И наконец, результаты выполнения функции показываются с правой стороны блока (рис. 1)[6].

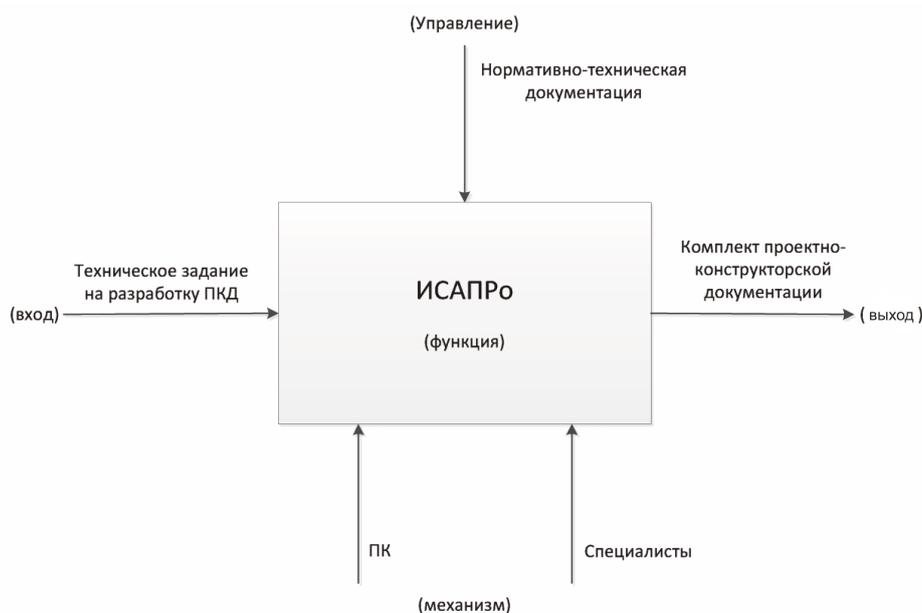


Рис. 1. FEO-диаграмма представления блоков и дуг на основе методологии SADT на примере IDEF-модели интегрированной САИР одежды (первый уровень) [2]

Моделирование процессов является одним из наиболее эффективных методов исследования. После построения функциональной модели возникает потребность разработки математической модели для более полного рассмотрения образа исследуемого объекта (а именно: проблемной области «Художественное проектирование») с помощью определенных формальных (математических) систем с целью изучения внутрипроцессного функционирования данного объекта [7].

Построение модели и формализация связей между ее элементами позволяет устранить пробелы в знаниях о проблемной области и выявить новые качественные проблемы, которые изначально не могли быть предусмотрены [8-10].

Таким образом, для поддержки и анализа внутренних процессов интеллектуальной информационной системы «Художественное проектирование» (ИИС ХП), а также установления внешних взаимосвязей актуально разработать функциональную и математическую модели.

Цель исследования. Разработать функциональную и математическую модель интеллектуальной информационной системы «Художественное проектирование» на этапе формирования электронного документа «Описание проектируемого изделия», определяющего практически все этапы разработки проектно-конструкторской документации.

Материалы и методы исследований

Системный анализ; методы структурного анализа и проектирования; процессно-ориентированная методология проектирования информационных систем; методы математического моделирования, интеграции и интеллектуализации.

Результаты исследований и их обсуждение

Основываясь на установленной в работе [1] функциональной зависимости между составляющими структуры ИСАПРО, элементный состав подсистемы «Дизайнер» можно представить как

$$C_1 = \{c_{1,i}, c'_{1,j}\}, i = \overline{1,4}, j = \overline{1,2},$$

где C_1 – подсистема «Дизайнер», $c_{1,i}$ – модули подсистемы «Дизайнер», $c'_{1,j}$ – базы данных (БД) подсистемы «Дизайнер». При этом $c_{1,1}$ – модуль Создание художественного эскиза, $c_{1,2}$ – модуль Создание рекламной документации, $c_{1,3}$ – модуль Создание технического рисунка изделия; $c_{1,4}$ – модуль Создание описания проектируемого изделия; $c'_{1,1}$ – БД моделей предприятия, $c'_{1,2}$ – БД графических элементов.

Математическую модель экспертной системы «Дизайн» можно представить как:

$$\{F_1 \cup H_1\} \subseteq D_1,$$

где D_1 – экспертная система «Дизайн»;

F_1 – база знаний экспертной системы «Дизайн»;

H_1 – программные средства функционирования экспертной системы «Дизайн».

В свою очередь, элементный состав экспертной системы «Дизайн» можно представить как

$$F_1 = \{f_{1,i}\}, i = \overline{1, n_{f_1}},$$

$$H_1 = \{h_{1,j}\}, j = \overline{1, n_{h_1}},$$

где $f_{1,i}$ – базы знаний (соответствующие базам данных ИИС «Художественное проектирование»);

$h_{1,j}$ – программные средства (решатель, интерфейс пользователя, подсистема объяснений, интеллектуальный редактор).

Для позиционирования ИИС ХП в составе ИСАПРО используется диаграмма второго уровня [2], на которой приведена декомпозиция диаграммы, включающая функциональные блоки, представляющие интеллектуальные информационные системы в составе ИСАПРО: Художественное проектирование (B_1), Материаловедение швейного производства (B_2), Конструирование швейного производства (B_3), Технология швейных изделий (B_3), и подсистему Раскладка (C_4).

Интеллектуальная информационная система ХП является одной из определяющих в составе ИСАПРО, предназначена для создания виртуальных образов проектируемых моделей одежды и их формализованного описания. Источником информации для работы ИИС Художественное проектирование является техническое задание (ТЗ) на выполнение проектно-конструкторской документации (ПКД) и артикул основного материала, в том случае, если ТЗ на проект составляется исходя из наличия основных материалов на швейном предприятии.

Результат работы ИИС ХП (рис. 2): создание художественного эскиза модели, рекламной документации, технического рисунка и описание проектируемого изделия (ОПИ) на базе приложений машинной графики, в частности, использования графической среды AutoCAD. ОПИ представляет собой электронный документ, формирование которого происходит на основе базы знаний (БЗ) художественно-конструктивных решений моделей одежды экспертной системы «Дизайнер».

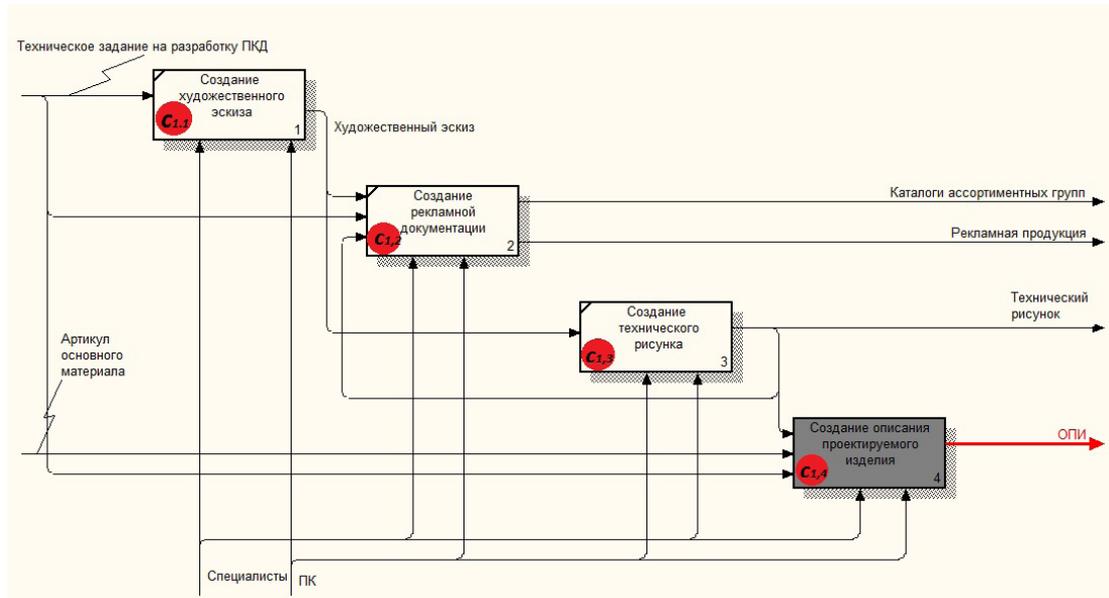


Рис. 2. FEO-диаграмма формирования разделов проектно-конструкторской документации в рамках ИИС «Художественное проектирование»

На диаграмме четвертого уровня (рис. 3) представлена декомпозиция ИИС «Дизайнер», включающая следующие функциональные блоки: Назначение одежды, Объемно-силуэтное и композиционное построение, Структурное построение, Отделочные строчки, Подкладка изделия.

Таким образом, разработана функциональная модель ИИС «Художественное проектирование» на этапе создания описания проектируемого изделия для целей ИСАПРО, что позволило представить математическую модель процесса формирования данного электронного документа.

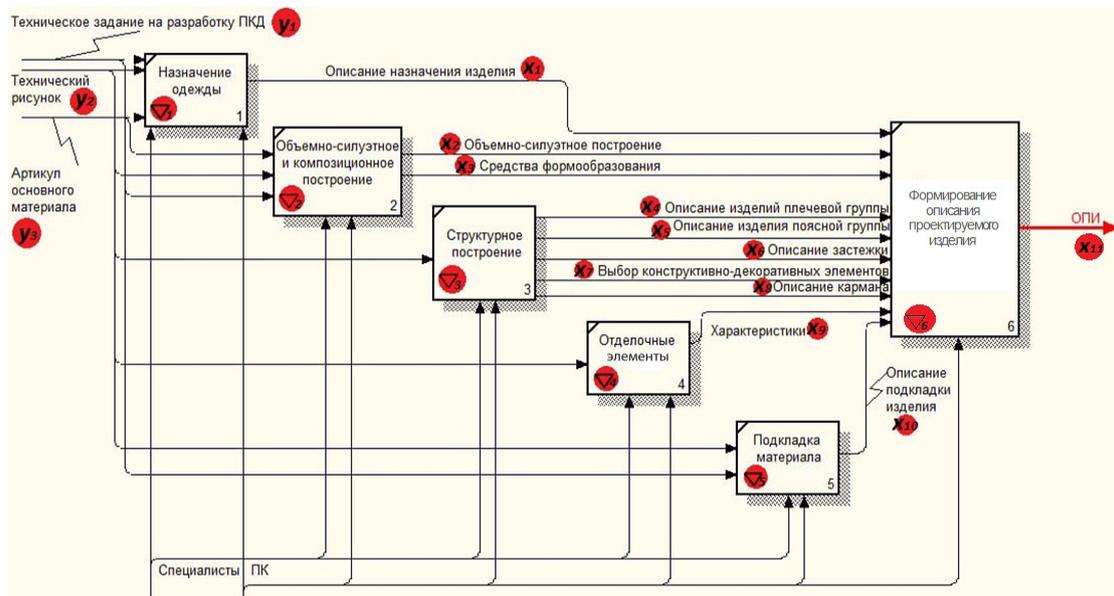


Рис. 3. FEO-диаграмма структурного построения описания проектируемого изделия

Согласно теории множеств, представлено информационное взаимодействие между операционными данными и операторами преобразования информации ИСАПРО. Исходной информацией для создания художественного эскиза изделия могут являться базовые ха-

рактеристики изделия (χ_1): ассортиментная группа, половозрастная группа, назначение, условия ношения, направление моды, полнотная группа, особенности телосложения.

Процесс функционирования ОПИ можно представить следующим образом:

$$\nabla_1(y_1, y_2, y_3) = \chi_1; y_1 = \{y_{1,i}\}, i = \overline{1, n_i}, y_2 = \{y_{2,q}\}, q = \overline{1, n_q}, y_3 = \{y_{3,j}\}, j = \overline{1, n_j},$$

$$\chi_1 = \{\chi_{1,m}\}, m = \overline{1, n_m},$$

где ∇_1 – оператор составления назначения одежды; y_1 – техническое задание на разработку ПКД, y_2 – технический рисунок; y_3 – артикул основного материала;

$$\nabla_2(y_1, y_2, y_3) = \chi_2, \chi_3; \chi_2 = \{\chi_{2,i}\}, i = \overline{1, n_i}, \chi_3 = \{\chi_{3,q}\}, q = \overline{1, n_q},$$

где ∇_2 – оператор составления объемно-силуэтного и композиционного построения; χ_2 – объемно-силуэтное построение; χ_3 – средства формообразования;

$$\nabla_3(y_2) = \chi_4, \chi_5, \chi_6, \chi_7, \chi_8; \chi_4 = \{\chi_{4,q}\}, q = \overline{1, n_q}, \chi_5 = \{\chi_{5,i}\}, i = \overline{1, n_i}, \chi_6 = \{\chi_{6,j}\}, j = \overline{1, n_j},$$

$$\chi_7 = \{\chi_{7,l}\}, l = \overline{1, n_l}, \chi_8 = \{\chi_{8,k}\}, k = \overline{1, n_k},$$

где ∇_3 – оператор составления структурного построения; χ_4 – описание изделий плечевой группы; χ_5 – описание изделий поясной группы; χ_6 – описание застежки; χ_7 – выбор конструктивно-декоративных элементов; χ_8 – описание кармана;

$$\nabla_4(y_2) = \chi_9; \chi_9 = \{\chi_{9,q}\}, q = \overline{1, n_q},$$

где ∇_4 – оператор описания отделочных элементов; χ_9 – характеристики элементов;

$$\nabla_5(y_1, y_2) = \chi_{10}; \chi_{10} = \{\chi_{10,i}\}, i = \overline{1, n_i},$$

где ∇_5 – оператор описания подкладки изделия; χ_{10} – описание подкладки изделия;

$$\nabla_6(\chi_1, \chi_2, \chi_3, \chi_4, \chi_5, \chi_6, \chi_7, \chi_8, \chi_9, \chi_{10}) = \chi_{11}, \chi_{11} = \{\chi_{11,i}\}, i = \overline{1, n_i},$$

где ∇_6 – формирование описания проектируемого изделия, χ_{11} – описание проектируемого изделия.

Таким образом, разработана математическая модель процесса функционирования ИИС «Художественное проектирование», описывающая формирование и движение информации внутри системы и взаимодействие с другими системами, что позволит в последующем разработать алгоритм автоматизированного процесса формирования Описания проектируемого изделия в рамках рассматриваемой системы на качественно новом уровне. Разработка функциональной и математической моделей процесса формирования Описания проектируемого изделия является одним из ключевых этапов, позволяющих приблизиться к интеллектуализации САПР, оказывает решающее значение на уровень качества проектно-конструкторской документации, эффективность и трудоемкость процесса автоматизированного проектирования одежды, позволяет реализовать исследовательский прототип ИСАПР на этапе функционирования интеллектуальной информационной системы «Художественное проектирование».

Список литературы

1. Подшивалова А.В. Совершенствование автоматизированного проектирования одежды на основе интеллектуализации процесса конфекционирования материалов: Автореф. дис. канд. техн. наук: – Владивосток, 2011. – 24 с.
2. Подшивалова А.В. Разработка функциональной модели интегрированной САПР одежды с целью реализации процесса принятия технологических решений / А.В. Подшивалова, Л.А. Королева, О.В. Панюшкина и др. // Фундаментальные исследования. – №10 (часть 15). – 2013. – С. 3378-3383.
3. Черемных С.В. Структурный анализ систем: IDFF-технологий / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.
4. Сосинская С.С. Представление знаний в информационной системе. Методы искусственного интеллекта и представления знаний: учеб. пособие // С.С. Сосинская. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 216 с.
5. Ездаков А.Л. Экспертные решения САПР: учеб. пособие (Высшее образование) // А.Л. Ездаков. – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 160 с.
6. Портал искусственного интеллекта. Подходы к созданию экспертных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/ways-creation.html> (дата обращения: 27.04.14)
7. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семенов. – 13-е изд., исправленное. – М.: Наука, 1986. – 544 с.
8. Степанова М.Д. Прикладные интеллектуальные системы и системы принятия решений. Конспект лекций: учеб. пособие / М.Д. Степанова, С.А. Самодумкин; под науч. ред. В.В. Голенкова. – Мн.: БГУИР, 2007. – 119 с.

9. Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.
10. Макарова Н.А. Основные этапы моделирования: учебное пособие. – СПб.: Питер, 2005.

<http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/ways-creation.html> (27.04.14)

7. Bronshtejn, I.N. Spravochnik po matematike dlja inzhenerov i uchashhihsja vtuzov [Tekst] / I.N. Bronshtejn, K.A. Semendjaev. – 13-e izd., ispravlennoe. – M.: Nauka, 1986. – p. 544.

8. Stepanova M.D. Prikladnye intellektual'nye sistemy i sistemy prinjatija reshenij. Konspektlekcij: uchebnoe posobie / M.D. Stepanova, S.A. Samodumkin; Pod nauch. red. V.V. Golenkova. – Mn.: BGUIR, 2007. – p. 119.

9. Sovetov B.Ja. Modelirovaniesistem: Uchebnikdljavuzov / B.Ja. Sovetov – M.: Vysshajashkola, 2001. p. 343

10. Makarova N.A. Osnovnyjetapymodelirovanija: uchebnoeposobie / N.A. Makarova – SPb.:Piter, 2005.

References

1. Podshivalova A.V. Sovershenstvovanieavtomatizirovannogo proektirovanija odezhdny na osnove intellektualizacii processa konfektionirovanija materialov: Avtoref. dis. kand. tehn. nauk: – Vladivostok, 2011. p. 24.

2. Podshivalova A.V. Razrabotka funkcional'noj modeli integrirovannoj SAPR odezhdny s cel'ju realizacii processa prinjatij atehnologicheskikh reshenij / zhurnal «Fundamental'nyeissledovanija». – no 10 (chast' 15). – 2013. – pp. 3378-3383.

3. Cheremnyh S.V. Strukturnyj analiz sistem: IDFF-tehnologij / S.V. Cheremnyh, I.O. Semenov, V.S. Ruchkin. – M.: Finansyistatistika, 2001. – p. 208.

4. Sosinskaja S.S. Predstavlenie znaniy v informacionnoj sisteme. Metody iskusstvennogo intellekta i predstavlenija znaniy: uchebnoe posobie / S.S. Sosinskaja. – StaryjOskol: TNT, 2011. – p. 216.

5. Ezdakov A.L. Jekspertnyereshenija SAPR: uchebnoeposobie (Vyssheobrazovanie) / A.L. Ezdakov – M.: ID «FORUM», 2009. – p. 160.

6. Portal iskusstvennogo intellekta. Podhody k sozdaniyu jekspertnyh sistem. [Jelektronnyjresurs]. Rezhimostupa:

Рецензенты:

Старкова Г.П., д.т.н., профессор, зам. первого проректора по научной работе, ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», г. Владивосток;

Шеромова И.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры сервисных технологий, ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 04.06.2014.