

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ САПР ОДЕЖДЫ

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

ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»,  
Владивосток, Россия (690014, ул. Гоголя, д. 41), e-mail: [anuta1983\\_05@mail.ru](mailto:anuta1983_05@mail.ru)

---

В статье отражены вопросы математического моделирования интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» как структурной составляющей интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды. Под интеллектуальной информационной системой понимается какая-либо проектирующая подсистема интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды, реализованная в комплексе с соответствующей ей экспертной системой. Авторами рассмотрены теоретические аспекты разработки математических моделей, методологический подход к разработке экспертных систем, определен сегмент исследований. Создана математическая модель экспертной системы «Технология», определены функции системы на этапе принятия технологических решений. Сформирована концептуальная модель интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий», отражающая элементный и структурный состав системы. -

**Ключевые слова:** интегрированная система автоматизированного проектирования одежды, интеллектуальная информационная система, технология швейных изделий, проектирующая система, экспертная система, база данных.

## THE MODELLING OF STRUCTURAL COMPONENTS OF THE INTEGRATED CAD OF CLOTHES

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

*Vladivostok State University of Economics and Service (VSUES), Vladivostok, Russia, (690014, Vladivostok, street Gogolya, 41), e-mail: [anuta1983\\_05@mail.ru](mailto:anuta1983_05@mail.ru)*

---

The article addresses the issues of mathematical modelling of intelligent information system "Technology of clothing" as a structural component of the integrated system of computer-aided design of clothes. The intelligent information system is considered to be a subsystem of any projecting integrated system of computer-aided design of clothes, implemented in conjunction with the corresponding expert system. The authors of the theoretical aspects of the development of mathematical models, the methodological approach to the development of expert systems, defined segment of the research. The mathematical model of the expert system "Technology" was created, and the functions of the system on the stage of the decision-making process were defined. The conceptual model of intelligent information system "Technology of clothing" was formed which reflects **elemental and structural composition of the system.**

**Key words:** integrated system of computer-aided design of clothes, intelligent information system, the technology of clothing, design system, expert system, database.

### Введение

Специалисты в области IT-технологий отмечают, что развития информационных технологий в настоящее время происходит в направлении наращивания интеллектуальности и усиления интеграция систем и их составляющих. В работах [4,7] сформулирована концепция организации системы автоматизированного проектирования одежды с позиций интеграции, интеллектуализации и перспектив развития. В рамках предлагаемой концепции введено определение «интегрированная система автоматизированного проектирования одежды (ИСАПРО)».

Ограниченность возможностей экспериментального исследования больших систем делает актуальной использование методик их моделирования, которые позволяют в соответствующей форме представить процессы функционирования систем, описание протекания этих процессов с помощью математических моделей, получение результатов экспериментов с моделями по оценке характеристики исследуемых объектов [6].

Математическая модель задачи – это компактная запись её условия на языке математики с помощью математических символов, цифр, скобок, знаков действий, знаков сравнения уравнений, функций и других математических выражений. Это позволяет изучать взаимосвязи величин задачи с помощью всей мощи математического аппарата, выявлять связи и зависимости и закономерности величин задачи. [10].

С целью выявления и описания состава и принципов организации структурных элементов ИСАПРО необходимо разработать соответствующие математические и концептуальную модели.

**Целью исследования** является разработка математической модели интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» (ИИС ТШИ), представляющей собой совокупность проектирующей системы и экспертной системы.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: провести анализ информационных источников по теме исследования; рассмотреть методологический подход к разработке систем; разработать математическую модель интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий»; выявить структурные составляющие экспертной системы «Технология»; разработать математическую модель экспертной системы «Технология»; разработать концептуальную модель интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» в рамках ИСАПРО.

Научная новизна исследования: получение математических моделей интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» и экспертной системы (ЭС) «Технология», представляющие элементный и структурный состав систем.

Практическая значимость работы заключается в создании концептуальной модели ИИС ТШИ.

**Методы исследования:** системный подход, методы системного анализа, методы интеграции и интеллектуализации, поддержки принятия решений, методы математического моделирования, описания.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Анализ формальных классификаций математических моделей определил их деление на: линейные или нелинейные; сосредоточенные или распределённые; детерминированные или стохастические; статические или динамические; дискретные или непрерывные. Наряду с формальной классификацией,

математические модели различаются по способу представления объекта: структурные и функциональные модели. [10]

Для целей настоящего исследования выбрана структурная математическая модель, представляющая объект как систему со своим устройством и механизмом функционирования и являющаяся универсальным средством исследования систем. [10]

Математическое описание структурного состава ИИС позволяет: получить больше информации о системе, чем ее экспериментальные исследования; сократить время и затраты на исследования [6]; наглядно и детально представить элементы систем и процессов, а также взаимосвязи между ними; провести анализ и предложить способы усовершенствования структур систем с их количественным обоснованием [11].

В соответствии с заявленной концепцией организации системы [4,7] ядро модели ИСАПРО представляет собой следующую функциональную зависимость [1]:

$$\{B_1, B_2, B_3, C_4, B_5, B_i\} \subseteq A, \quad (1)$$

где  $A$  – ИСАПРО,

$B$  – интеллектуальные информационные системы (ИИС).

При этом,  $B_1$  – ИИС «Дизайнер»,  $B_2$  – ИИС «Конфекционер»,  $B_3$  – ИИС «Конструктор»,  $C_4$  – подсистема «Раскладка»,  $B_5$  – ИИС «Технолог»,  $B_i$  –  $i$ -ая ИИС в составе ИСАПРО.

Под интеллектуальной информационной системой понимается какая-либо подсистема ИСАПРО, реализованная в комплексе с соответствующей ей экспертной системой [4,7].

В работе [5] разработаны математические модели ИИС «Конфекционер» и ЭС «Материаловедение».

В ходе выполнения данного этапа исследования разработана математическая модель структурной составляющей интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды, а, именно, интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» и ее составных элементов. Данная модель представляет собой структурное описание названных систем посредством математических символов на основе теории множеств и системного подхода.

Математическая модель информационной интеллектуальной системы «Технология швейных изделий»:

$$\{C_5 \cup D_5\} \subseteq B_5, \quad (2)$$

где  $C_5$  – проектирующая система «Технолог»,

$D_5$  – экспертная система «Технология»,

$B_5$  – ИИС «Технология швейных изделий».

$$C_5 = \{c_{5,i}, c'_{5,j}\}, i = \overline{1,6}, j = \overline{1,6}, \quad (3)$$

где  $c_{5,i}$  – модули проектирующей подсистемы «Технолог»,  $c'_{5,j}$  – базы данных проектирующей подсистемы «Технолог». При этом,  $c_{5,1}$  – модуль «Разработка технологической последовательности и технологической карты»,  $c_{5,2}$  – модуль «Проектирование процесса производства»,  $c_{5,3}$  – модуль «Создание технического описания изделия»,  $c_{5,4}$  – модуль «Нормирование сырья»,  $c_{5,5}$  – модуль «Учет и анализ результатов работы»,  $c_{5,6}$  – модуль «Расчет трудоемкости и стоимости изготовления»;  $c'_{5,1}$  – база данных технологически-неделимых и организационных операций,  $c'_{5,2}$  – база данных швейного оборудования и оборудования для ВТО,  $c'_{5,3}$  – технологическая база данных,  $c'_{5,4}$  – база данных методов технологической обработки верхней одежды,  $c'_{5,5}$  – база данных технических описаний изделий,  $c'_{5,6}$  – база данных тарифных ставок.

Экспертная система (ЭС) – это вычислительная система, в которую включены знания специалистов о некоторой конкретной проблемной области и которая в пределах этой области способна принимать экспертные решения [2]. Экспертные системы применяются для решения только трудных практических задач. По качеству и эффективности решения экспертные системы не уступают решениям эксперта–человека, а даже и превосходит [3].

Выделяют различные подходы к разработке экспертных систем [9]: подход, базирующийся на поверхностных знаниях; структурный подход; подход, основанный на глубинных знаниях; смешанный подход, опирающийся на использовании поверхностных и глубинных знаний.

При функционировании экспертной системы пользователь, желающий получить необходимую информацию, через пользовательский интерфейс посылает запрос к экспертной системе; решатель, пользуясь базой знаний, генерирует и выдает пользователю подходящую рекомендацию, объясняя ход своих рассуждений при помощи подсистемы объяснений [12]. В свою очередь инженер по знаниям и эксперт, обладая знаниями через интеллектуальный редактор, формирует базу знаний экспертной системы.

Учитывая вышесказанное, разработана математическая модель ЭС «Технология». Математическую модель ЭС «Технология» обозначенную как  $D_5$ , можно представить как:

$$\{F_5, H_5\} \subseteq D_5, (4)$$

где  $F_5$  – база знаний экспертной системы «Технология»;

$H_5$  – программные средства функционирования экспертной системы «Технология».

В свою очередь элементный состав ЭС «Технология» можно представить как:

$$F_5 = \{f_{5,i}\}, i = \overline{1, n_{f_5}}, (5)$$

$$H_5 = \{h_{5,j}\}, j = \overline{1, n_{h_5}}, (6)$$

где  $f_{5,i}$  – базы знаний (соответствующие базам данных проектирующей системы «Технолог»);

$h_{5,j}$  – программные средства (решатель, интерфейс пользователя, подсистема объяснений, интеллектуальный редактор).

На основе полученной математической модели ИИС ТШИ разработана её концептуальная модель, которая наглядно отражает элементный и структурный состав ИИС ТШИ и представлена в графическом виде на рисунке 1.

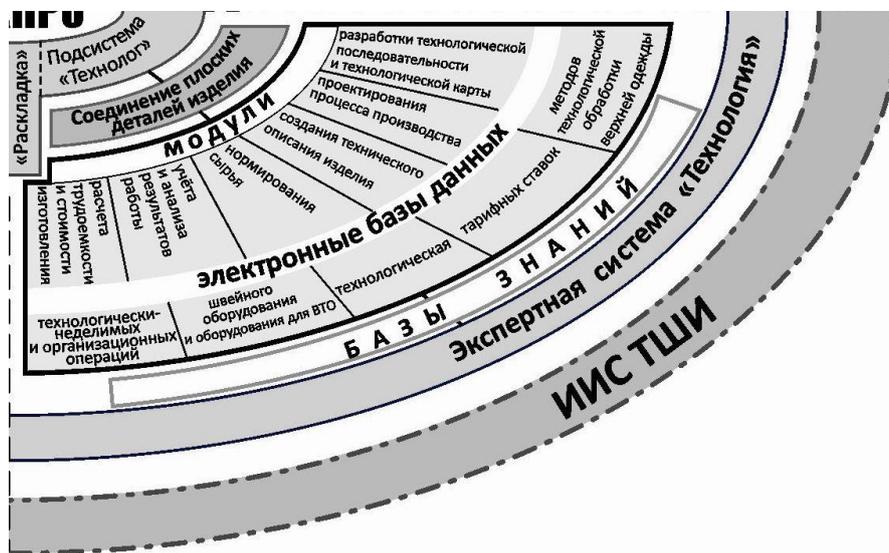


Рисунок 1 – Концептуальная модель ИИС «Технология швейных изделий»

### Выводы.

В ходе проведения анализа информационных источников изучен методологический подход к разработке экспертных систем, на основе которого определен структурный состав экспертной системы «Технология». Рассмотрена классификация существующих математических моделей, для целей исследования выбрана структурная математическая модель. Разработаны математические модели ИИС «ТШИ» и экспертной системы

«Технология». Сформирована концептуальная модель информационной интеллектуальной системы «Технология швейных изделий».

### **Список литературы.**

- 1 Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов [Текст] / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – 13-е изд., испр. – М.: Наука, 1986. – 544 с.
- 2 Гаврилов А.В. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие: в 2-х ч. / А.В. Гаврилов. – Часть 1. – Новосибирск: НГТУ, 2001. – 67 с.
- 3 Ездаков А.Л. Экспертные решения САПР: учебное пособие (Высшее образование) / А.Л. Ездаков – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 160 с.
- 4 Королева Л.А. Интеллектуализация процесса автоматизированного проектирования одежды [Текст]: монография. / Л.А. Королева – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 196с.
- 5 Королева Л.А. Разработка информационно-алгоритмического обеспечения интеллектуальной информационной системы «Конфекционер» / Л.А. Королева, А.В. Подшивалова, В.И. Габрюк // Швейная промышленность. – № 2 (март-апрель). – 2011. – С.22-25.
- 6 Подготовка магистерской диссертации / Под ред. Е.Ю. Татаркина. Барнаул: изд-во Алт. гос. техн. ун-та им. И.И. Ползунова. 2011.- 183 с.
- 7 Подшивалова А. В. Совершенствование автоматизированного проектирования одежды на основе интеллектуализации процесса конфекционирования материалов: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Владивосток, 2011. – 22 с.
- 8 Портал искусственного интеллекта. Подходы к созданию экспертных систем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/ways-creation.html>
- 9 Самарский А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. / А.А. Самарский, А.П. Михайлов – М.: Физматлит, 2001. – 320с.
- 10 Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>
- 11 Системати. Теория систем. Системный анализ. Информационные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://systematy.ru/articles>
- 12 Степанова М.Д. Прикладные интеллектуальные системы и системы принятия решений. Конспект лекций: учебное пособие / М.Д. Степанова, С.А. Самодумкин; Под науч. ред. В.В. Голенкова. – Мн.: БГУИР, 2007. – 119с.

### **The list of references**

- 1 Bronshtejn I.N. Spravochnik po matematike dlja inzhenerov i uchashhihsja vuzov [Tekst] / I.N. Bronshtejn, K.A. Semendjaev. – 13-e izd., ispr. – M.: Nauka, 1986. – 544 s.
- 2 Gavrilov A.V. Sistemy iskusstvennogo intellekta: uchebnoe posobie: v 2-h ch. / A.V. Gavrilov. – Chast' 1. – Novosibirsk: NGTU, 2001. – 67 s.
- 3 Ezdakov A.L. E`ekspertnye reshenija SAPR: uchebnoe posobie (Vysshee obrazovanie) / A.L. Ezdakov – M.: ID «FORUM», 2009. – 160 s.
- 4 Koroleva L.A. Intellektualizacija processa avtomatizirovannogo proektirovanija odezhdy [Tekst]: monografija. / L.A. Koroleva – Vladivostok: Dal'nauka, 2011. – 196s.
- 5 Koroleva L.A. Razrabotka informacionno-algoritmicheskogo obespechenija intellektual'noj informacionnoj sistemy «Konfektioner» / L.A. Koroleva, A.V. Podshivalova, V.I. Gabrjuk // Shvejnaja promyshlennost'. – № 2 (mart-aprel'). – 2011. – S.22-25.
- 6 Podgotovka masterskoj dissertacii / Pod red. E.Ju. Tatarkina. Barnaul: izd-vo Alt. gos. tehn. un-ta im. I.I. Polzunova. 2011.- 183 s.
- 7 Podshivalova A. V. Sovershenstvovanie avtomatizirovannogo proektirovanija odezhdy na osnove intellektualizacii processa konfektionirovanija materialov: Avtoref. dis. kand. tehn. nauk. – Vladivostok, 2011. – 22 s.
- 8 Portal iskusstvennogo intellekta. Podhody k sozdaniju jekspertnyh sistem. [E`elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/ways-creation.html>
- 9 Samarskij A.A. Matematicheskoe modelirovanie. Idei. Metody. Primery. – 2-e izd., ispr. / A.A. Samarskij, A.P. Mihajlov – M.: Fizmatlit, 2001. – 320c.
- 10 Svobodnaja jenciklopedija Vikipedija [E`elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ru.wikipedia.org/wiki>
- 11 Sistemati. Teorija sistem. Sistemnyj analiz. Informacionnye sistemy [E`elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://systematy.ru/articles>
- 12 Stepanova M.D. Prikladnye intellektual'nye sistemy i sistemy prinjatija reshenij. Konspekt lekcij: uchebnoe posobie / M.D. Stepanova, S.A. Samodumkin; Pod nauch. red. V.V. Golenkova. – Mn.: BGUIR, 2007. – 119s.

#### **Рецензенты:**

Старкова Галина Петровна, д-р техн. наук, профессор, зам. проректора по научной работе, ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», 690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41, 8(423)2404001

Номоконова Наталья Николаевна, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры Электроники, ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», 690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41, 8(423)2404075