

УДК 867.1

Л. А. Королева, А. В. Подшивалова, В.И. Габрюк

**ФГБОУ ВПО Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ САПР ОДЕЖДЫ**

Аннотация: Статья посвящена актуальному вопросу организации системы автоматизированного проектирования одежды путем реализации ее внутренней интеграции и интеллектуализации. В работе представлена и математически описана структурно-информационная модель процесса функционирования интегрированной САПР одежды.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование одежды, интеграция, интеллектуализация, моделирование систем.

Ограничение возможностей экспериментального исследования больших систем делает актуальным использование методик их моделирования. С целью выявления и описания структурного состава и организации интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды (ИСАПРО) разработаны соответствующие концептуальная и математическая модели, которые позволяют представить и описать процессы функционирования системы.

В основу концептуальной модели [1] заложены выявленные в результате проведенного анализа действующих САПР одежды составляющие их подсистемы и обобщенный модульный состав. На основе полученных данных и предложений авторов разработаны состав и структура ИСАПРО. В составе ИСАПРО выделены подсистемы: Дизайнер, Конструктор, Раскладка, Технолог и концептуально новая подсистема Конфекционер. Дальнейшая декомпозиция представленных подсистем отражает их составные части: модули (где производятся те или иные программные процедуры) и электронные базы данных, используемые для реализации этих процедур, либо являющиеся их результатом.

Одним из основополагающих в организации рассматриваемой ИСАПРО положений является ее интеллектуализация, которая достигается введением в ее структуру экспертных систем (ЭС). Формируемая модель включает четыре экспертные системы: ЭС Дизайн, ЭС Конструирование, ЭС Технология, ЭС Материаловедение. Целью создания экспертных систем является упрощение процедуры принятия решений пользователями в трудно формализуемых предметных областях, улучшение качества и повышение эффективности принимаемых решений, тиражирование знаний экспертов, автоматизация некоторых рутинных направлений деятельности экспертов.

Значимым положением при формировании концептуальной модели ИСАПРО, является то, что исходной информацией процесса проектирования нового изделия может служить его графическое представление (художественный эскиз и/или технический рисунок) с описанием внешнего вида или материал верха, имеющийся на предприятии. Следовательно, первичными в составе ИСАПРО следует считать подсистемы Дизайнер и Конфекционер.

Синхронизация процессов проектирования в рамках предлагаемой концепции ИСАПРО реализуется через интеграционные взаимосвязи между подсистемами и их составными частями (модулями и электронными базами данных).

Использование экспертных систем в процессе проектирования одежды позволит перейти на качественно новый уровень получения объективных и оптимальных проектных решений. Кроме того, синхронизированное использование знаний экспертных систем на различных этапах проектирования обеспечит дополнительную внутреннюю интеграцию ИСАПРО.

Поэтапное моделирование ИСАПРО позволило представить ее структурные составляющие и взаимосвязи между ними, на основании чего произвести математическую формализацию системы.

В соответствии с общим принципом организации системы и теорией множеств [2] ядро модели ИСАПРО представляет собой следующую функциональную зависимость:

$$\{B_1, B_2, B_3, C_4, B_5, B_i\} \subseteq A,$$

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.

Отметим, что под интеллектуальной информационной системой в данной работе понимается какая-либо подсистема ИСАПРО, реализованная в комплексе с соответствующей ей экспертной системой. Для представления структурного состава каждой из интеллектуальной информационной системы введены следующие символьные обозначения: C – подсистемы ИСАПРО, D – экспертные системы. Тогда:

$$\{C_1 \cup D_1\} \subseteq B_1,$$

где C_1 – подсистема «Дизайнер», D_1 – экспертная система «Дизайн»;

$$\{C_2 \cup D_2\} \subseteq B_2,$$

где C_2 – подсистема «Конфекционер», D_2 – экспертная система «Материаловедение»;

$$\{C_3 \cup D_3\} \subseteq B_3,$$

где C_3 – подсистема «Конструктор», D_3 – экспертная система «Конструирование»;

$$C_4 = \{c_{4,i}, c'_{4,j}\}, i = \overline{1, n_4}, j = \overline{1, n'_4}$$

где C_4 – подсистема «Раскладка»;

$$\{C_5 \cup D_5\} \subseteq B_5,$$

где C_5 – подсистема «Технолог», D_5 – экспертная система «Технология».

В свою очередь элементный состав каждой из подсистем можно представить как:

$$C_1 = \{c_{1,i}, c'_{1,j}\}, i = \overline{1, 3}, j = \overline{1, 2},$$

где $c_{1,i}$ – модули подсистемы «Дизайнер», $c'_{1,j}$ – электронные базы данных (ЭБД) подсистемы «Дизайнер». При этом, $c_{1,1}$ – модуль Создание художественного эскиза, $c_{1,2}$ – модуль Создание технического рисунка, $c_{1,3}$ – модуль Описание внешнего вида изделия; $c'_{1,1}$ – ЭБД моделей предприятия, $c'_{1,2}$ – ЭБД графических элементов.

$$C_2 = \{c_{2,i}, c'_{2,j}\}, i = 1, j = \overline{1, 2},$$

где $c_{2,i}$ – модули подсистемы «Конфекционер», $c'_{2,j}$ – электронные базы данных подсистемы «Конфекционер». При этом, $c_{2,1}$ – модуль Создание конфекционной карты; $c_{2,2}$ – модуль Выбор конструктивно-технологических параметров изделия; $c'_{2,1}$ – ЭБД материалов предприятия, $c'_{2,2}$ – ЭБД конфекционных карт.

$$C_3 = \{c_{3,i}, c'_{3,j}\}, i = \overline{1, 7}, j = \overline{1, 4},$$

где $c_{3,i}$ – модули подсистемы «Конструктор», $c'_{3,j}$ – электронные базы данных подсистемы «Конструктор». При этом, $c_{3,1}$ – модуль Построение базовой конструкции,

$c_{3,2}$ – модуль Построение исходной модельной конструкции, $c_{3,3}$ – модуль Построение модельной конструкции, $c_{3,4}$ – модуль Построение лекал, $c_{3,5}$ – модуль Градация лекал, $c_{3,6}$ – модуль Архиватор, $c_{3,7}$ – модуль Конвертор; $c'_{3,1}$ – ЭБД антропометрических характеристик фигур, $c'_{3,2}$ – ЭБД конструктивных прибавок, $c'_{3,3}$ – ЭБД конструктивно-декоративных элементов, $c'_{3,4}$ – Конструкторская электронная база данных.

$$C_4 = \{c_{4,i}, c'_{4,j}\}, i = \overline{1,2}, j = 1,$$

где $c_{4,i}$ – модули подсистемы «Раскладка», $c'_{4,j}$ – электронные базы данных подсистемы «Раскладка». При этом, $c_{4,1}$ – модуль Планирование раскроя, $c_{4,2}$ – модуль «Раскладка»; $c'_{4,1}$ – ЭБД раскладок.

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

где $c_{5,i}$ – модули подсистемы «Технолог», $c'_{5,j}$ – электронные базы данных 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; $c'_{5,1}$ – ЭБД технологически-неделимых и организационных операций, $c'_{5,2}$ – ЭБД швейного оборудования и оборудования для ВТО, $c'_{5,3}$ – Технологическая ЭБД, $c'_{5,4}$ – ЭБД методов технологической обработки верхней одежды, $c'_{5,5}$ – ЭБД технических описаний изделий, $c'_{5,6}$ – ЭБД тарифных ставок.

Таким образом, выполнено математическое моделирование элементного состава и структуры проектируемой ИСАПРО. Далее составлена укрупненная структурно-информационная модель процесса функционирования ИСАПРО, которая отображает формирование и движение информации внутри системы (рисунок 1). В данной модели представлены операторы преобразования информации (они соответствуют модулям ИСАПРО), электронные базы данных и межоперационные данные.

Согласно теории множеств опишем информационное взаимодействие межоперационных данных и операторов преобразования информации ИСАПРО. Исходной информацией для создания художественного эскиза изделия могут являться базовые характеристики изделия (χ_1): ассортиментная группа, поло-возрастная группа, назначение, условия ношения, направление моды, полнотная группа, особенности телосложения; или показатели свойств материала верха, имеющегося на предприятии (χ_2). При функционировании подсистемы Дизайнер:

$$\nabla_1(\chi_1) = \chi_3; \chi_1 = \{x_{1,i}\}, i = \overline{1, n_1}, \chi_3 = \{x_{3,j}\}, j = \overline{1, n_3},$$

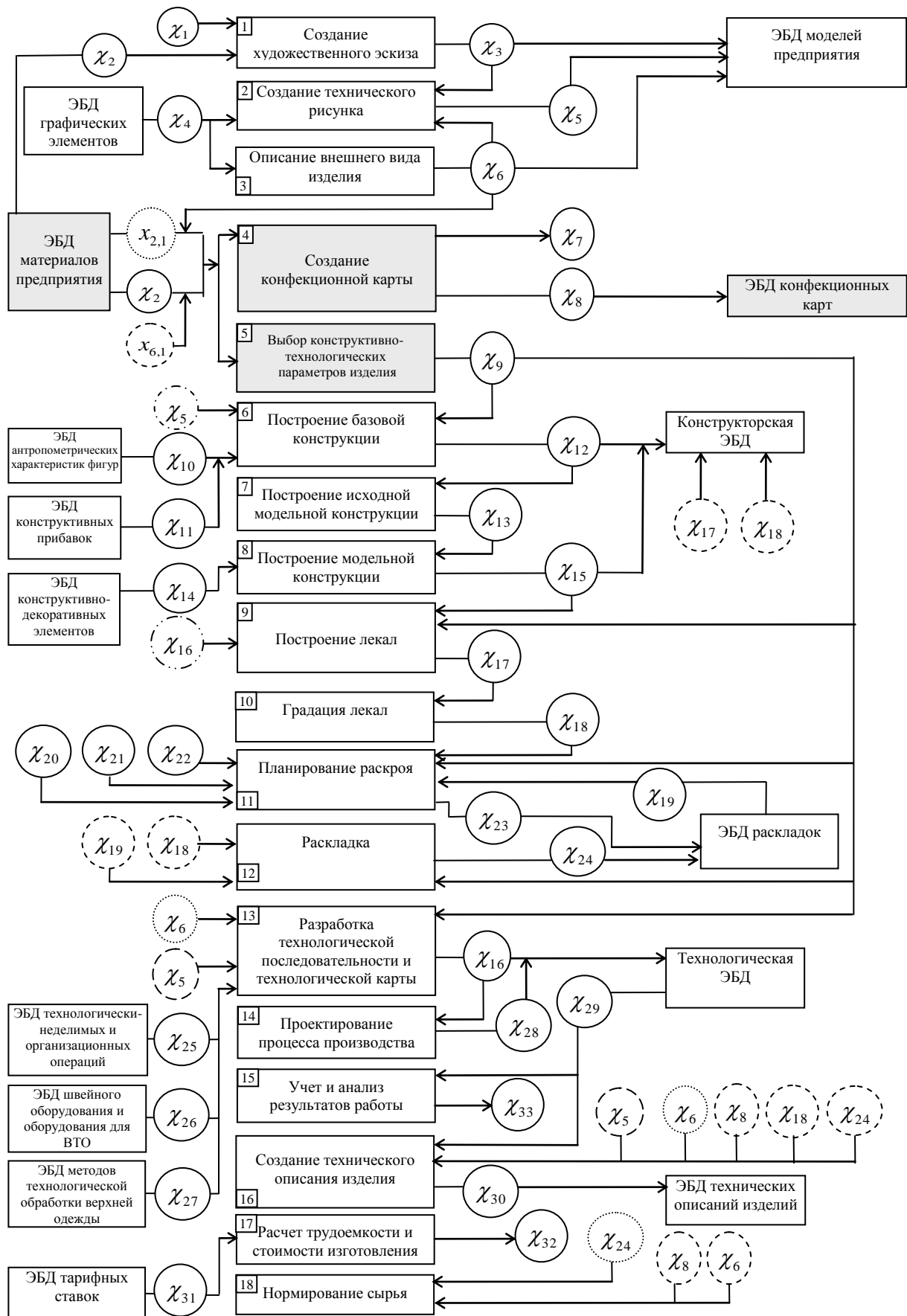


Рисунок 1 – Структурно-информационная модель процесса функционирования ИСАПРО

где ∇_1 - оператор создания художественного эскиза; χ_3 - художественный эскиз,

либо:

$$\nabla_1(\chi_2) = \chi_3; \chi_2 = \{x_{2,i}\}, i = \overline{1, n_2}.$$

Далее,

$$\nabla_2(\chi_4, \chi_3, \chi_6) = \chi_5; \chi_4 = \{x_{4,i}\}, i = \overline{1, n_4}, \chi_6 = \{x_{6,j}\}, j = \overline{1, n_6};$$

$$\nabla_3(\chi_4) = \chi_6,$$

где ∇_2 - оператор создания технического рисунка; ∇_3 - оператор описания внешнего вида изделия; χ_4 - множество графических элементов с их описанием; χ_5 - технический рисунок; χ_6 - формализованное описание внешнего вида изделия.

Для оператора создания конфекционной карты (∇_4) подсистемы Конфекционер исходной информацией могут являться технический рисунок и описание модели, либо основной материал и характеристики его свойств. При этом, результатом действия являются заявка на приобретение материала (χ_7) или конфекционная карта (χ_8):

$$\nabla_4(\chi_6, x_{2,1}) = \chi_7, \chi_7 = \{x_{7,i}\}, i = \overline{1, n_7};$$

$$\nabla_4(\chi_2, x_{6,1}) = \chi_8, \chi_8 = \{x_{8,i}\}, i = \overline{1, n_8},$$

где $x_{2,1}$ - ассортиментная группа материала верха, $x_{6,1}$ - ассортиментная группа изделия.

Для оператора выбора конструктивно-технологических параметров изделия (∇_5) исходными данными является конфекционная карта (показатели свойств представленных материалов, входящих в ее состав):

$$\nabla_5(\chi_8) = \chi_9, \chi_9 = \{x_{9,i}\}, i = \overline{1, n_9},$$

где χ_9 - рекомендуемые конструктивно-технологические параметры изделия.

При реализации подсистемы Конструктор:

$$\nabla_6(\chi_5, \chi_{10}, \chi_{11}, \chi_9) = \chi_{12}, \chi_{10} = \{x_{10,i}\}, i = \overline{1, n_{10}}, \chi_{11} = \{x_{11,j}\}, j = \overline{1, n_{11}},$$

$$\chi_{12} = \{x_{12,q}\}, q = \overline{1, n_{12}};$$

$$\nabla_7(\chi_{12}) = \chi_{13}, \chi_{13} = \{x_{13,i}\}, i = \overline{1, n_{13}};$$

$$\nabla_8(\chi_{13}, \chi_{14}) = \chi_{15}, \chi_{14} = \{x_{14,i}\}, i = \overline{1, n_{14}}, \chi_{15} = \{x_{15,j}\}, j = \overline{1, n_{15}};$$

$$\nabla_9(\chi_{16}, \chi_{15}, \chi_9) = \chi_{17}, \chi_{16} = \{x_{16,i}\}, i = \overline{1, n_{16}}, \chi_{17} = \{x_{17,j}\}, j = \overline{1, n_{17}};$$

$$\nabla_{10}(\chi_{17}) = \chi_{18}, \chi_{18} = \{x_{18,i}\}, i = \overline{1, n_{18}},$$

где ∇_6 - оператор построения базовой конструкции; ∇_7 - оператор построения исходной модельной конструкции; ∇_8 - оператор построения модельной конструкции; ∇_9 - оператор построения лекал; ∇_{10} - оператор градации лекал; χ_{10} - антропометрические характеристики фигур; χ_{11} - конструктивные прибавки; χ_{12} - базовая конструкция; χ_{13} - исходная модельная конструкция; χ_{14} - множество конструктивно-декоративных элементов; χ_{15} - модельная конструкция; χ_{16} - технологическая карта и технологическая последовательность (особенности методов технологической обработки изделия); χ_{17} - комплект лекал базового размерароста; χ_{18} - комплект градируемых лекал.

При реализации подсистемы Раскладка:

$$\nabla_{11}(\chi_9, \chi_{18}, \chi_{19}, \chi_{20}, \chi_{21}, \chi_{22}) = \chi_{23}, \chi_{19} = \{x_{19,i}\}, i = \overline{1, n_{19}}, \chi_{23} = \{x_{23,j}\}, j = \overline{1, n_{23}};$$

$$\nabla_{12}(\chi_9, \chi_{18}, \chi_{19}) = \chi_{24}, \chi_{24} = \{x_{24,i}\}, i = \overline{1, n_{24}},$$

где ∇_{11} - оператор планирования раскроя; ∇_{12} - оператор раскладки; χ_{19} - параметры раскладки; χ_{20} - планируемый выпуск по каждому из размеров; χ_{21} - желаемая длина настила; χ_{22} - максимальное число слоев материала в настиле; χ_{24} - раскладка.

При реализации подсистемы Технолог:

$$\nabla_{13}(\chi_5, \chi_6, \chi_9, \chi_{25}, \chi_{26}, \chi_{27}) = \chi_{16}, \chi_{25} = \{x_{25,i}\}, i = \overline{1, n_{25}}, \chi_{26} = \{x_{26,j}\}, j = \overline{1, n_{26}},$$

$$\chi_{27} = \{x_{27,q}\}, q = \overline{1, n_{27}};$$

$$\nabla_{14}(\chi_{16}, \chi_{26}, \chi_{32}) = \chi_{28}; \chi_{28} = \{x_{28,i}\}, i = \overline{1, n_{28}}, \chi_{32} = \{x_{32,j}\}, j = \overline{1, n_{32}}$$

$$\nabla_{15}(\chi_{29}) = \chi_{33};$$

$$\nabla_{16}(\chi_5, \chi_6, \chi_8, \chi_{18}, \chi_{24}, \chi_{29}) = \chi_{30}, \chi_{30} = \{x_{30,i}\}, i = \overline{1, n_{30}};$$

$$\nabla_{17}(\chi_8, \chi_{18}, \chi_{31}) = \chi_{32}, \chi_{31} = \{x_{31,i}\}, i = \overline{1, n_{31}};$$

$$\nabla_{18}(\chi_6, \chi_8, \chi_{20},) = \chi_{34},$$

где ∇_{13} - оператор разработки технологической последовательности и технологической карты, ∇_{14} - оператор проектирования процесса производства, ∇_{15} - оператор учета и анализов результатов работы, ∇_{16} - оператор создания технического описания изделия, ∇_{17} - оператор расчета трудоемкости и стоимости изготовления, ∇_{18} - оператор нормирования сырья, χ_{25} - множество технологически-неделимых и организационных операций, χ_{26} - технические характеристики швейного оборудования и оборудования для ВТО, χ_{27} - множество методов технологической обработки верхней одежды, χ_{28} - производственная документация, χ_{29} - технологическая документация, χ_{30} - техническое описание изделия, χ_{31} - множество тарифных ставок, χ_{32} - трудоемкость и стоимость изготовления, χ_{33} - расчет заработной платы, χ_{34} - норма расхода сырья.

Таким образом, предложена структурно-информационная модель процесса функционирования ИСАПРО, описывающая формирование и движение информации внутри системы, которая позволяет в последующем сформировать алгоритм автоматизированного процесса формирования необходимого комплекта проектно-конструкторской документации в рамках описываемой системы на качественно новом уровне.

Литература:

1. Подшивалова, А. В. Совершенствование автоматизированного проектирования одежды на основе интеллектуализации процесса конфекционирования материалов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Подшивалова Анна Викторовна. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2011.

2. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов [Текст] / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – 13-е изд., исправленное. – М.: Наука, 1986. – 544 с.