

УДК 687.02: 51-74

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШВЕЙНО-ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Шеромова И.А., Старкова Г.П.

*ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Минобрнауки РФ», Владивосток, e-mail: Irina.Sheromova@mail.ru*

Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой интегрированной базы данных на основе результатов информационного моделирования процесса конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) швейных изделий из трикотажных полотен. Объектом исследований являются процессы КТПП, предметом – информационное моделирование данных процессов. Используемые методы исследований: методология системного подхода, концепция и принципы CALS-технологий, методы имитационного моделирования и теории множеств и соотношений. Показано, что одним из основных условий совершенствования конструкторско-технологической подготовки швейно-трикотажных изделий на основе концепции и принципов CALS является наличие моделей продукта и процессов его производства. Выполнен системный анализ процессов КТПП. В символической форме описаны задачи процесса проектирования, целевые функции системы в целом и ее технологических процессов. Для формализации структуры КТПП и исследования информационного взаимодействия ее подсистем разработана структурно-информационная модель, учитывающая общие подходы, предусмотренные концепцией CALS. Модель представляет собой совокупность структурно-информационных модулей, отражающих принципы использования, формирования и движения информации внутри отдельных подсистем КТПП, и позволяет разработать развернутую структуру, а также содержание основных информационных объектов общей базы данных об изделии.

Ключевые слова: швейно-трикотажные изделия, конструкторско-технологическая подготовка производства, информационное моделирование, структурно-информационная модель

MODELING PROCESSES OF SEWING AND KNITWEAR DESIGN

Sheromova I.A., Starkova G.P.

Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: Irina.Sheromova@mail.ru

The problems associated with the development of structural-information model of knitted garments design and production planning (DPP). The object of research is the DPP process, the subject – information modeling these processes. Analyzing methods: methodology of a systematic approach, the concept and principles of CALS-technologies, simulation methods and the theory of sets and relations. It is shown that one of the main conditions to improve the knitted garments design and production planning based on the concept and principles of CALS is to have models of the product and its production processes. Systematic analysis of the processes DPP was performed. In symbolic form the tasks of the design process, the objective functions of the system as a whole and its elements have been described. In order to formalize the structure of design processes and research information interaction of its subsystems developed structural-information model, which takes into account the general approaches of the concept of CALS-technologies. The model is a set of structural-information modules that reflect the principles of the information use, creation and transfer flow inside of the individual DPP subsystems. The model allows the development of a detailed structure of the integrated database on the product.

Keywords: garment and knitwear, design and production planning, information modeling, structural-information model

Применение CALS-технологий, или в русскоязычной интерпретации ИПИ-технологий, обеспечивающих непрерывную информационную поддержку процессов жизненного цикла продукта (ЖЦП), является одним из приоритетных направлений в совершенствовании подготовки производства изделий различного назначения, в том числе и продукции легкой промышленности [7]. Несмотря на достигнутые в этой области успехи, внедрение ИПИ-технологий в практику деятельности предприятий сдерживается отсутствием моделей продукта и процессов его производства [5]. В связи с этим существует насущная необходимость решения задач, связанных с моделированием процессов проектирования и производства швейно-трикотажных изделий.

Целью выполненных исследований является разработка структурно-информа-

ционной модели процесса конструкторско-технологической подготовки производства швейных изделий из высокоэластичных трикотажных полотен с учетом концепции и принципов CALS-технологий.

Материал и методы исследований

Объектом проведенных исследований является система конструкторско-технологической подготовки (КТПП) швейно-трикотажных изделий, а их предмет – информационное моделирование процесса КТПП.

При проведении исследований использовались методология системного подхода к проектированию сложных объектов, концепция и принципы CALS-технологий, методы имитационного моделирования и теории множеств и соотношений.

Результаты исследования и их обсуждение

Предварительные исследования, результаты которых отражены в работах [2, 7], по-

казали, что с учетом принципов системного подхода и концепции CALS-технологий конструкторско-технологическую подготовку производства (КТТП) швейно-трикотажных изделий целесообразно рассматривать как систему, основными подсистемами которой являются этапы ЖЦП. С учетом того, что исследование любой системы начинаются с общего анализа ее функционирования, одним из наиболее эффективных методов системного анализа является моделирование процессов.

В соответствии с этим общую постановку задачи конструкторско-технологической подготовки производства швейно-трикотажных изделий можно определить как этап процесса создания готового продукта, обеспечивающего при минимальных затратах на его изготовление (Z) наилучшие показатели свойств (полезность E), определяемые требованиями потребителей к разрабатываемому изделию (Y), и одновременно удовлетворяющего ограничениям внешней среды, в которой происходит физическая деятельность носчика (X), что символически можно записать как

$$\begin{aligned} \max_E F(E, Z) &= \min_Z \\ E &= f(X, Y), \quad Z = f(X, Y), \\ X &= \{x_i\}, \quad Y = \{y_j\}, \\ i &= \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \end{aligned}$$

Для исследования принципов функционирования системы КТТП в целом и ее отдельно взятых элементов, а также построения структуры рассматриваемой системы был использован блочно-иерархический подход. При этом на первом уровне декомпозиции системы КТТП было выделено пять подсистем процесса проектирования, каковыми являются стадии ЖЦП: проектная, подготовительная, производственная, оценка соответствия, постпроизводственная. Выделенные таким образом подсистемы 1-го уровня декомпозиции, в свою очередь, были разделены на подсистемы 2-го уровня, отражающие этапы ЖЦП в соответствии со структурой жизненного цикла швейных изделий, и подсистемы 3-го и 4-го уровней, в качестве которых выступают виды работ, выполняемые в рамках указанных этапов [2].

На следующем этапе исследования системы КТТП были определены функциональные свойства каждого выделенного в ходе построения ее структуры элемента и системы в целом.

С учетом того, что функция процесса проектирования F есть комплекс действий

операторов на исходные данные C_o и их преобразование в готовый объект C_k , т.е. $F^o: C_o \rightarrow C_k$, функция системы КТТП может быть определена как синтез функций ее отдельных подсистем. Функция каждого уровня F_i связана с функцией других уровней и направлена на выполнение общей функции F^o .

В общем случае функцию всего процесса проектирования можно представить в виде некоторого пропозиционального действия:

$$F^o \subseteq F_1 \cup F_2 \cup F_3 \cup \dots \cup F_k = \bigcup_{i=1}^k F_i,$$

где k – количество уровней декомпозиции и применительно к разработанной структуре КТТП равно 4.

Разработка формализованных моделей, позволяющих установить взаимосвязи между структурными элементами системы КТТП швейно-трикотажных изделий и описывающих ее структуру (S), функцию (F) и свойства, которые представлены набором определенных характеристик (Z), представляет значительную сложность, так как ввиду определенной сложности самого процесса проектирования функцию и ограничения трудно представить в аналитическом виде. В связи с этим целесообразно использовать математический аппарат теории систем [4]. Тогда основу системного проектирования швейно-трикотажных изделий составит процедура развертки общей модели КТТП через частные модели ее подсистем 3-го и 4-го уровней с последующей сверткой параметров частных моделей в параметры общей модели [1].

Пусть M – общая модель процесса создания швейно-трикотажных изделий, которая представляет собой множество моделей i -й операции:

$$M \in \{m_i\}, i = \overline{1, n}.$$

Для m_i целевая функция может быть описана аналогично тому, что и для системы в целом:

$$\begin{aligned} E &= \{e_k\}, \quad k = \overline{1, m_1}, \\ \max_{e_i} f(e_i, z_i) &= \min_{z_i}, \\ e_i &= f_z(x_i), \quad x_i \in [x_{1i}, x_{2i}]. \end{aligned}$$

Однако такая постановка задачи является слишком общей, что не позволяет формализовать модель процесса проектирования, а, следовательно, решить задачу ее создания. Таким образом, возникает необходимость в использовании иных методов системных исследований.

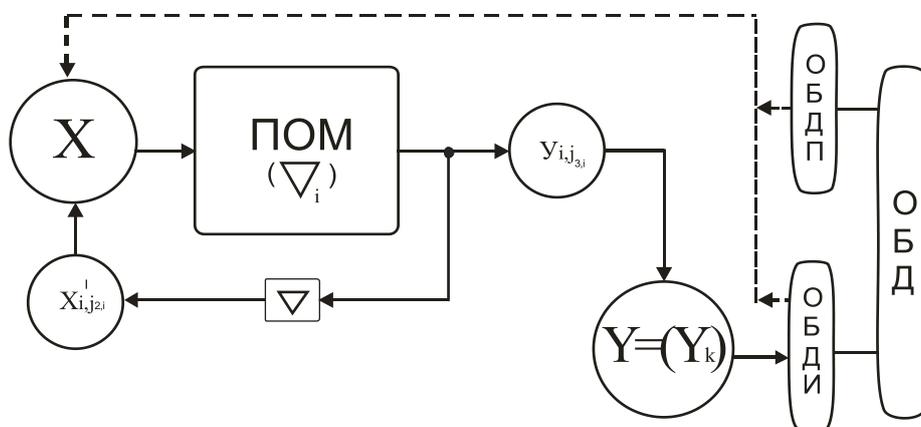
Анализ работ по моделированию процессов проектирования и управления ими [3, 6] показал, что для решения сложных многофакторных и многовариантных задач наиболее приемлемо информационное моделирование и, в частности, метод, в котором динамика процесса представляется в виде циркуляции сбалансированных потоков входной и выходной информации.

В рамках проведенных исследований разработана структурно-информационная модель конструкторско-технологической подготовки производства швейно-трикотажных изделий. Модель, представляя собой пооперационное описание процесса КТПП, графически отображает совокупность процессов, направленных на достижение цели проектирования, и их прямое

и обратное информационное взаимодействие. При этом было принято во внимание, что с учетом концепции CALS выходная информация какого-либо этапа проектирования, являясь входной для следующего этапа, не передается напрямую, а накапливается в интегрированной (общей) базе данных (ОБД) и извлекается оттуда по мере необходимости.

Разработанная структурно-информационная модель представляет собой совокупность структурно-информационных модулей, отражающих принципы использования, формирования и движения информации внутри отдельных подсистем КТПП.

Каждый структурно-информационный модуль в общем случае состоит из четырех элементов, как показано на рисунке.



Общая схема структурно-информационного модуля: ПОМ – проблемно-ориентированная модель; ОБД – общая (интегрированная) база данных; ОБДИ – общая база данных об изделии; ОБДП – общая база данных о предприятии (технологической среде); X – совокупность информационных единиц входной информации, извлекаемой из ОБД и формируемой

при реализации ПОМ ($x'_{i,j,2,i}$); Y – совокупность информационных объектов ОБД, формируемых в ходе реализации ПОМ из информационных массивов выходной информации ($y_{i,j,3,i}$); ∇ – оператор преобразований информации

Основой любого структурно-информационного модуля является элемент «ПОМ» (проблемно-ориентированная модель). В качестве данного элемента модуля в соответствии с принципами CALS-технологий выступают подсистемы КТПП или ее отдельные процессы. Для формирования структурно-информационных модулей могут быть использованы подсистемы КТПП различного уровня декомпозиции. При этом критериями выбора декомпозиционного уровня подсистемы КТПП в качестве основы структурно-информационного модуля являются количество информационных массивов, формируемых в ходе данного этапа ЖЦ и трансформируемых далее в самостоятельный технический документ, и степень информационной зависимости отдельных

процессов КТПП. Необходимо отметить, что внутренняя структура элемента «ПОМ» может быть различна: последовательная, последовательно-параллельная, логически оформленная, что определяется алгоритмом реализации процессов и операций проектирования.

Элемент «X» представляет собой всю совокупность информационных единиц входной информации, которая извлекается из интегрированной базы данных или формируется при реализации проблемно-ориентированных моделей внутри модуля.

Элемент «Y» – это совокупность информационных объектов интегрированной базы данных, формируемых в ходе реализации ПОМ из информационных массивов выходной информации. Структурой моду-

ля предусмотрена возможность возврата в ПОМ выходной информации после требуемой обработки посредством оператора преобразований ∇ .

Элемент «ОБД» включает две составляющих: «ОБДИ» и «ОБДП», и представляет собой интегрированную (общую) базу данных (ОБД), которая в соответствии с принципами CALS-технологий включает две базы данных: общую базу данных об изделии (ОБДИ) и общую базу данных о предприятии (ОБДП). ОБД, по сути, является интегрированным хранилищем всей информации, возникающей в сегментах ЖЦ-изделий. Согласно установленному алгоритму, исходная информация X извлекается из соответствующих разделов ОБДИ и ОБДП, а выходная информация Y формирует соответствующие информационные объекты ОБД.

Учитывая разработанные принципы, были выделены и сформированы 8 структурно-информационных модулей: «Разработка технического задания», «Разработка технического предложения», «Эскизное проектирование», «Выбор материалов и/или конфекционирование», «Разработка конструкции», «Выбор методов обработки и технологического оборудования», «Разработка конструкторской документации», «Разработка технологической документации».

Информационное взаимодействие проблемно-ориентированных моделей подсистемы КТПП в общем случае на логико-математическом языке может быть описано следующим образом.

Приняв соответствующие символьные обозначения, а именно: A – ОБД; A_1 – ОБДП, A_2 – ОБДИ, согласно теории множеств, получим: $A \supseteq (A_1; A_2)$.

При этом

$$X = \{x_{i,j_{1,i}}; x'_{i,j_{2,i}}\}; \quad (x_{i,j_{1,i}}) \subset A;$$

$$x'_{i,j_{2,i}} \supseteq \{y_{i,j_{3,i}}\},$$

где

$$i = \overline{1, n}; \quad j_{1,i} = \overline{1, m_1}; \quad j_{2,i} = \overline{2, m_2};$$

$$j_{3,i} = \overline{1, m_3}; \quad \nabla(X) = (y_{i,j_{3,i}});$$

$$Y_j \supseteq \{y_{i,j_{3,i}}\}; \quad Y = \{Y_j\},$$

где $j = \overline{1, k}$; $(Y \cup A_2) \Rightarrow A$.

При этом n – количество проблемно-ориентированных моделей, формирующих

элемент ПОМ; i – порядковый номер проблемно-ориентированной модели; $x_{i,j_{1,i}}$ – массив входной информации, извлекаемой из ОБД и используемой i -й ПОМ, где $j_{1,i}$ – порядковый номер массива и m_1 – число массивов; $x'_{i,j_{2,i}}$ – массив входной информации, возникающей внутри ПОМ и используемой i -й ПОМ, где $j_{2,i}$ – порядковый номер массива и m_2 – число массивов; $y_{i,j_{3,i}}$ – массив выходной информации, формируемый i -й ПОМ, где $j_{3,i}$ – порядковый номер массива и m_3 – число массивов; Y_j – информационный объект, формируемый из массивов

выходной информации $y_{i,j_{3,i}}$ и помещаемый в ОБД.

Заключение

Предложенная структурно-информационная модель конструкторско-технологической подготовки производства швейно-трикотажных изделий с учетом результатов предварительно выполненных исследований, связанных с изучением процесса формирования информационных массивов ОБД, позволяет разработать развернутую структуру общей базы данных об изделии и определить содержание ее основных информационных объектов, как интегрированных, так и единичных. Кроме того, построенная в ходе исследования модель служит основой для разработки концепции функционирования всех процессов подготовки производства с применением принципов CALS (ИПИ)-технологий, что является необходимой составной частью поэтапного решения задачи их внедрения в швейную отрасль.

Список литературы

1. Блауберг И.В. Проблема целостности и системный подход. – М.: Эдиториал УРСС, 1997. – 450 с.
2. Дремлюга О.А. Разработка концепции совершенствования подготовки производства одежды / О.А. Дремлюга, И.А. Шеромова, А.П. Жихарев. // Дизайн и технологии. – М.: МГУДТ, 2010. – № 15 (57). – С. 69–74.
3. Золотцева Л.В. Разработка методологических основ проектирования технологии и процессов производства швейно-трикотажных изделий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.19.04. – М., 2007. – 51 с.
4. Термические процессы в швейной промышленности / И.И. Мигальцо и др. – К.: Техника; Будапешт: Muszaki, 1987. – 213 с.
5. Мокеева Н.С. CALS – технологии. Оценка готовности швейных предприятий к их внедрению / Н.С. Мокеева, Т.А. Проскурдина, В.А. Веретено // Швейная промышленность. – 2004. – № 3. – С. 34–36.
6. Старкова Г.П. Методологические основы проектирования спортивной одежды из высокоэластичных материалов: дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2004. – 326 с.

7. Шеромова И.А. Применение стратегии ИПИ-технологий при проектировании одежды // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008. – № 2. – С. 41–45.

References

1. Blauberg I.V. *Problema tselostnosti sistem nyjpodkhod* [The problem of integrity and systematic approach]. Moscow, Editorial URSS Publ., 1997. 450 p.

2. Dremlyuga O.A., SHeromova I.A., Zhikharev A.P. *Dizajn i tekhnologii Design and Technology*, 2010, no. 15 (57), pp. 69–74.

3. Zolottseva L.V. *Razrabotka metodologicheskikh osnov proektirovaniya tekhnologii i protsessov proizvodstva shvejnotrikotazhnykh izdelij: avtoref. dis. ... dokt. tekhn. nauk* [Development of methodological basis for designing technologies and manufacturing processes garment and knitwear: Author. of dis. ... Doctor of science]. Moscow, 2007. 51 p.

4. Migal'tso I.I. *Termicheskie protsessy v shvejnoj promyshlennosti* [Thermal processes in the sewing industry]. Kiev, Technique Publ.; Budapest, Muszaki Publ., 1987. 213 p.

5. Mokeeva N. S. *S Hvejnaya promyshlennost' Sewing industry*, 2004, no 3, pp. 34–36.

6. Starkova G.P. *Metodologicheskie osnovy proektirovaniya sportivnoj odezhdy iz vysoko-ehlastichnykh materialov : dis. ... dokt. tekhn. nauk* [Methodological bases of designing sportswear of highly elastic materials: Dis. ... Doctor of science]. Moscow, 2004. 326 p.

7. SHeromova I.A. *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti News of Higher education institutions. Technology of Textile Industry*, 2008, no 2, pp. 41–45.

Рецензенты:

Железняков А.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Машины и аппараты легкой промышленности» Новосибирского технологического института Московского государственного университета дизайна и технологии (филиал), г. Новосибирск;

Бойцова Т.М., д.т.н., профессор, директор института сервиса, туризма и дизайна Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 01.08.2013.