

**О концепции интегрированной САПР одежды  
на основе принципов интеллектуализации**

*В статье отражены результаты научных исследований, посвященных актуальному вопросу моделирования состава, структуры и функций системы автоматизированного проектирования одежды в целом и ее составляющих с учетом принципов интеграции и интеллектуализации.*

*Ключевые слова: автоматизированное проектирование одежды, интеграция, интеллектуализация, конфекционирование материалов.*

**About conception of integrated CAD System of clothing  
based on the principles of intellectualization**

**L.A. Koroleva, A.V. Podhsivalova, N.N. Nomokonova**

*Vladivostok State University of Economics and Service*

*This article contains the results of scientific research devoted to the actual question of modeling composition, structure, and functions of the system of automated designed clothing in whole and of it's parts taking into account principles of integration and intellectualization.*

*Keywords: automated design of clothing, integration, intellectualization, selection of materials for the designed goods.*

Интеллектуализация САПР представляет собой усиление традиционных систем автоматизированного проектирования новыми информационными технологиями, основанными на знаниях. Для повышения эффективности САПР требуется внедрить в состав их средств системы инженерии проектных знаний, т.е. программные системы, снабженные специальным инструментарием переработки трудноформализуемых сведений, включающим стратегии поиска, управление базами знаний, механизмы вывода и др. Системы на основе знаний не подменяют обычные программные модули САПР, такие как проектирующие подсистемы. Интеллектуализация САПР предполагает совместное использование интеллектуальных компонентов и традиционных технологий.

Известно, что существующие САПР одежды не отвечают понятию «интеграция» в полном объеме, а интеллектуализация особенно значима в условиях неограниченного объема накопленных разнородных данных и инженерных знаний специалистов отрасли. Вышесказанное определяет необходимость формулирования новой концепции организации системы автоматизированного проектирования одежды с позиций интеграции, интеллектуализации и перспектив развития [1].

В рамках предлагаемой концепции целесообразно введение понятия «Интегрированная Система Автоматизированного Проектирования одежды (ИСАПРо)».

С целью выявления и описания структурного состава и организации сложной системы ИСАПРо разработана концептуальная модель. Представленная в графическом виде

данная модель наглядно отражает состояние САПР одежды в рамках предлагаемой концепции, перспективных направлений развития и используемых технологий (рис. 1).

Разработанная модель ИСАПРО представляет собой круговую схему, развивающуюся по спирали. Так в направлении от центра последовательно представлены: уровень 2D (или плоскостного) проектирования и, как следующая ступень развития, уровень 3D (или объемного) проектирования, реализованный на сегодняшний день частично, преимущественно, на этапах эскизирования, конструирования и изготовления одежды.

В основу представленной модели заложены выявленные в результате проведенного анализа действующих САПРО составляющие их подсистемы и обобщенный модульный состав. На основе полученных данных [2, 3] и предложений авторов сформирован состав и разработана структура ИСАПРО. Ядром модели является интегрированная система автоматизированного проектирования, в состав которой входят следующие 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 (ЭБД), используемые для реализации этих процедур, либо являющиеся их результатом.

Повышение уровня автоматизации процессов проектирования и их интеллектуализации обеспечивается введением в состав ИСАПРО соответствующих экспертных систем (ЭС) – Дизайн, Конструирование, Технология и Материаловедение, основными структурными элементами которых являются базы знаний и механизмы логических выводов. Базы знаний реализуют функции представления знаний в соответствующей предметной области и управление ими. Механизм логических выводов выполняет логические выводы на основании знаний, имеющихся в базе знаний. Каждая из проектирующих подсистем, функционирующая в тандеме с соответствующей экспертной системой, образует интеллектуальную информационную систему (ИИС).

Основным положением, используемым 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, представленным в формализованном виде, или материал верха (значения показателей его свойств), имеющийся на предприятии. Следовательно, первичными в составе ИСАПРО следует считать подсистемы «Дизайнер» и «Конфекционер».

На сегодняшний день, несмотря на активное развитие 3D технологий, практическое применение САПР на предприятиях швейной отрасли в большинстве случаев реализовано «традиционным» – плоскостным – проектированием. Поэтому основное внимание при описании концептуальной схемы организации ИСАПРО уделено этапу 2D проектирования и его составляющих.

Синхронизация процессов проектирования в рамках предлагаемой концепции ИСАПРО реализуется через интеграционные взаимосвязи между подсистемами и их составными частями (модулями, и ЭБД) (рис. 2).

В рамках этапа 2D эскизирования подсистема «Дизайнер» представлена модулями: Создание художественного эскиза, Создание технического рисунка, Описание внешнего вида изделия. В информационное поле этих модулей входят ЭБД графических элементов и ЭБД моделей предприятия. Художественный эскиз разрабатывается дизайнером и представляет собой синтез информативных символов: логических (модной осанки в динамике или статике), математических и структурных (пропорций фигуры и изделия), между которыми в дизайне одежды установлена объективная зависимость. Технический рисунок изделия может разрабатываться методом комбинаторного синтеза [4,5].



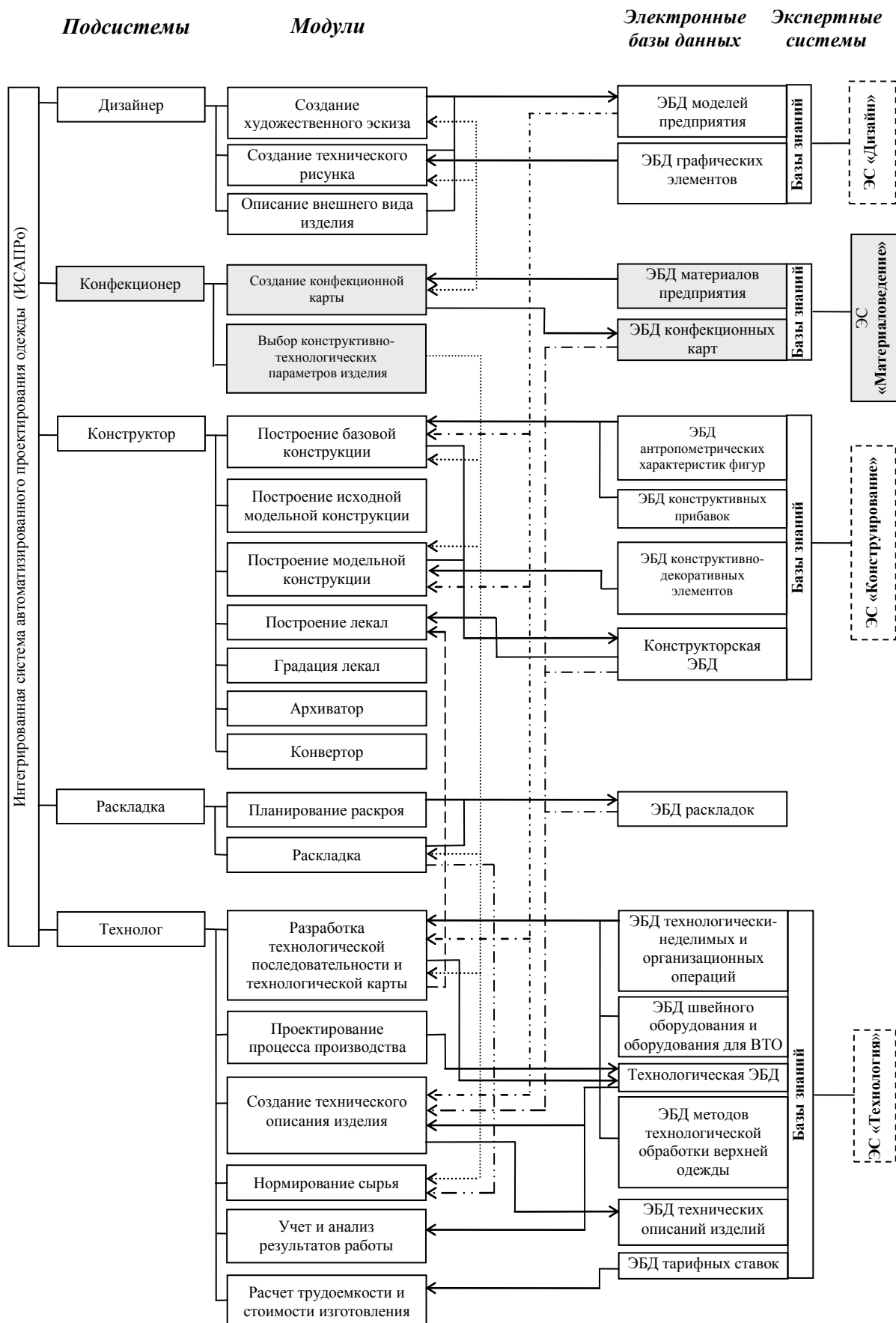


Рисунок 2. - Структурная схема интеграционных взаимосвязей элементов ИСАПРО

ЭБД графических элементов представляет собой поассортиментную базу данных элементов эскиза, комбинируя которые, дизайнер формирует технический рисунок проектируемого изделия. База данных наполнена различными вариантами графических элементов деталей изделия. Каждый элемент сопровождается описанием, что является помощью при описании внешнего вида модели. Вместе с созданным описанием внешнего вида изделия, результаты работы дизайнера заносятся в ЭБД моделей предприятия. Возможно использование занесенных в ЭБД моделей предприятия художественных эскизов и технических рисунков для редактирования и использования результатов предыдущих работ с целью ускорения процесса проектирования.

В задачи концептуально новой подсистемы «Конфекционер» входит подбор пакета материалов для проектируемого изделия, составление конфекционной карты, а также разработка рекомендаций по выбору конструктивно-технологических параметров изделия. Этап выбора материалов для изделия осуществляется путем обмена информацией между подсистемой «Конфекционер» и другими подсистемами посредством ЭС Материаловедение на основе интегрированных связей. На настоящем этапе развития представляемой концепции работа подсистемы «Конфекционер» реализуется модулями – Создание конфекционной карты и Выбор конструктивно-технологических параметров изделия. В информационное поле данного модуля входят: ЭБД материалов предприятия и ЭБД конфекционных карт. При этом первая используется для процесса конфекционирования, а вторая является его результатом.

В условиях 2D проектирования реализация работы подсистемы «Конструктор» производится через модули: Построение базовой конструкции, Построение модельной конструкции, Построение лекал, Градация лекал, Архиватор, Конвертор. В информационное поле подсистемы «Конструктор» входят ЭБД антропометрических характеристик фигур, ЭБД конструктивных прибавок, ЭБД конструктивно-декоративных элементов и конструкторская ЭБД. Базы данных конструктивных прибавок и антропометрических характеристик фигур используются модулем Построения базовой конструкции. Модуль Построения модельной конструкции использует ЭБД конструктивно-декоративных элементов. Созданные базовые и модельные конструкции, а также готовые конструкторские решения заносятся в конструкторскую ЭБД, которая используется модулем Построения лекал. Размножение лекал (модуль Градации лекал) осуществляется методом параметрического перестроения – в модуле автоматически синтезируется конструкция для любого типоразмера с помощью тех же алгоритмов, которые используются для создания конструкции базового размеророста. Модуль Архиватор обеспечивает ввод готовых (бумажных, картонных) лекал одежды с помощью дигитайзера, и возможность дальнейшего их распознавания и использования в оцифрованном виде. Модуль Конвертор предназначен для произведения обмена данными по моделям одежды и раскладкам лекал между описываемой моделью ИСАПРО и другими САПР одежды.

Функционирование подсистемы «Раскладка» возможно только в рамках уровня 2D проектирования, поскольку она предназначена для работы с плоскими лекалами и рулонными материалами. В состав подсистемы входят модули Планирования раскроя и Раскладки. В первом модуле происходит формирование набора раскладок для выполнения производственного заказа. Модуль Раскладки реализует выполнение раскладки лекал в ручном, автоматическом и комбинированном (полуавтоматическом) режимах. Модуль Раскладки является многораскладочным, позволяет задавать следующие основные параметры раскладки: ширину материала, вид настиления (в разворот, в сгиб, трубкой), нормативный процент межлекальных выпадов, межлекальный зазор, ширину кромки, отступы и секции на материале, направление ворса, вид и

направление рисунка, величину раппорта, величину усадки материала. Результаты работы двух модулей подсистемы «Раскладка» хранятся в ЭБД раскладок.

Подсистема «Технолог» в рамках уровня 2D проектирования характеризуется получением объемных швейных изделий путем соединения плоских деталей различными способами. Подсистема включает в себя следующие модули: Разработки технологической последовательности и технологической карты, Проектирования процесса производства, Создания технического описания изделия, Нормирования сырья, учета и анализа результатов работы, Расчета трудоемкости и стоимости изготовления. В состав информационного поля подсистемы входят электронные базы данных: технологически-неделимых и организационных операций, швейного оборудования и оборудования для влажно-тепловой обработки, технологическая, тарифных ставок, технических описаний изделий. Помимо стандартных ЭБД, в подсистему «Технолог» вводится электронная база данных методов технологической обработки верхней одежды (ЭБД МТОВО) [6]. В разработанной на кафедре сервисных технологий ВГУЭС ЭБД МТОВО представлены структурированные методы технологической обработки узлов изделий различного ассортимента, из разных видов материалов, плечевой и поясной групп. Структурной единицей ЭБД является графический объект (схема метода технологической обработки, созданная в графическом редакторе AutoCAD) и соответствующая ему технологическая последовательность.

Для функционирования модуля Разработки технологической последовательности и технологической карты необходима информация из ЭБД технологически-неделимых и организационных операций, ЭБД швейного оборудования и оборудования для ВТО, ЭБД методов технологической обработки верхней одежды. Модуль Проектирования процесса производства выполняет следующие функции: - составление технологической схемы разделения труда; расчет технико-экономических показателей технологического процесса; составление карты инженерного обеспечения; выполнение планировки процесса; составление сводки оборудования; составление сводки рабочей силы; создание схемы сборки изделия и диаграммы согласования времени операций; разработка маршрутной схемы; формирование документации по учету, выработке и контролю качества (ведомости учета выработки).

Разработанные технологические последовательности и технологические карты, а также результаты работы модуля Проектирования процесса производства хранятся в технологической ЭБД с возможным последующим применением в процессе проектирования новых моделей. Результатом работы следующего модуля является техническое описание (ТО) проектируемого изделия – сводный поэтапный документ, в котором представлены: технический рисунок изделия; описание внешнего вида; технические требования к изделию; особенности изготовления; спецификация материалов и фурнитуры; спецификация деталей; таблица измерений изделия в лекалах и в готовом виде; порядок приемки, маркировки и упаковки; таблица площадей лекал; нормировочная карта; схема раскладки лекал. Техническое описание составляется на основе результатов функционирования всех подсистем (Дизайнер, Конфекционер, Конструктор, Раскладка, Технолог) в процессе уточнения и согласования требований к изделию, особенностей конструкции и технологии изготовления. Поскольку на заключительном этапе формирования ТО заносятся расчетные данные технологического процесса, то в рамках описываемой концепции предлагается отнести модуль составления ТО к подсистеме «Технолог». Исходные данные для составления ТО предоставляются из следующих баз данных: БД моделей предприятия, БД конфекционных карт, конструкторской БД, БД раскладок и технологической БД.

В модуле Нормирования сырья производится расчет норм расхода основных и прикладных материалов, в том числе ниток, беек, кружев, эластичной тесьмы,

фурнитуры. Модуль Учета и анализа результатов работы позволяет оценить степень загрузки каждого исполнителя за выбранный период времени и рассчитать заработную плату, передать полученные данные в бухгалтерскую систему. Модуль позволяет контролировать соответствие учетного количества выполненных технологических операций объему выпуска изделий. Расчет трудоемкости и стоимости изготовления изделия возможен двумя способами: на основе данных о тарифных ставках или на основе технически обоснованных затрат времени.

Итогом процесса интегрированного автоматизированного проектирования одежды является комплект проектно-конструкторской документации, представленный техническим эскизом модели с описанием его внешнего вида, конфекционной картой с перечнем всех материалов для изделия, их характеристики и рекомендации по обработке и уходу, спецификацией деталей, комплектом лекал деталей из основного и подкладочного материалов, технологической картой, схемой разделения труда или технологической последовательностью обработки основных узлов деталей изделия, перечнем необходимого швейного оборудования и оборудования для ВТО, табелем мер, а также раскладкой лекал.

Концептуальная модель организации ИСАПРО предусматривает формирование четырех экспертных систем: Дизайн, Конструирование, Технология и Материаловедение. Использование экспертных систем в процессе проектирования позволит перейти на качественно новый уровень получения объективных и оптимальных проектных решений. Синхронизированное использование знаний экспертных систем на различных этапах проектирования обеспечит дополнительную внутреннюю интеграцию ИСАПРО.

В рамках рассматриваемой концепции расширена общепринятая структура САПРО за счет создания концептуально новой подсистемы «Конфекционер», реализованная в комплексе с экспертной системой Материаловедение. Данная подсистема решает задачи конфекционирования, экспертная система оперирует комплексными знаниями о материалах и их свойствах, и ее функции распространяются на все этапы. Поэтому решение конкретной задачи определило название подсистемы Конфекционер, а формализация комплексных знаний проблемной области «Материаловедение швейного производства» – название экспертной системы Материаловедение.

#### Список литературы:

1. Луценко, Е.В. Интеллектуализация – генеральное направление развития информационных технологий [Электронный ресурс] / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков. – Режим доступа: [http://www.vestnik.adygnet.ru/files/2006.1/98/lucenko2006\\_1.pdf](http://www.vestnik.adygnet.ru/files/2006.1/98/lucenko2006_1.pdf)
2. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учеб. для вузов [Текст] / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 2001. – 343с: ил.
3. Обзор отечественных и зарубежных САПР одежды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/203364/>
4. Левин, М.Ш. Введение в проектирование систем: структурный подход [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iitp.ru/mslevin>
5. Юрина, Ю.В. Исследование возможностей комбинаторного синтеза моделей одежды из унифицированных деталей конструкций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/43.pdf>
6. Старкова, Г.П. Разработка и внедрение методов проектирования и изготовления одежды на основе новых информационных технологий [Текст]: депонированная монография / Г.П. Старкова, Л.А. Королева, Е.А. Легенцова, И.Л. Мякишева. – Владивосток, 2006. – 187 с. ИА Библиогр.:110 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 30.10.06 №1282-В2006.