

Глава 1. Совершенствование процесса проектирования швейных изделий на основе использования средств автоматизации.

В современных условиях острой конкуренции дешевых импортных товаров важнейшими факторами выживания отечественных швейных предприятий является повышение мобильности производства и расширение ассортимента выпускаемой продукции с учетом быстро меняющейся конъюнктуры рынка. Необходимость выпуска моделей малыми сериями и из разных тканей приводит к возрастанию объема и сложности проектно-конструкторских работ, при том, что весь цикл конструкторской и технологической подготовки производства единичной модели должен осуществляться в более сжатые сроки [1,3].

В свете все большего распространения постоянно дешевающей вычислительной техники, стремительного совершенствования ее аппаратного и программного обеспечения вполне закономерен растущий интерес предприятий к средствам автоматизации проектирования и управления производством.

Автоматизация, грамотно и последовательно осуществляемая даже на отдельных участках проектирования и производства, позволяет значительно повысить производительность труда на предприятии. Однако, опыт показывает, что руководители предприятий не всегда ясно представляют, как, в какой последовательности и что именно нужно автоматизировать в условиях данного конкретного производства с тем, чтобы получить максимальный эффект и избежать издержек [3,4,8]. Как правило, закупают одну из представленных на рынке специализированных систем, ориентируясь в первую очередь на минимальную цену. Рациональный выбор особенно затруднен тем, что мощные и высоконадежные системы зарубежных фирм, давно специализирующихся на автоматизации в швейной промышленности (Assyst, Gerber, Investronica, Lectra), слишком дороги, число же отечественных разработок весьма ограничено, а качество их не всегда соответствует запросам потребителей [4].

Большинство разработчиков специализированных систем для швейной промышленности идут по пути комплексной автоматизации всех аспектов проектирования и производства одежды. Конечной целью, к которой в данный момент наиболее близки ведущие западные фирмы (Assyst, Gerber, Investronica, Lectra), является создание единой (интегрированной) САПР-АСУ предприятия [4,5,7,9,36-44].

1.1. Новая информационная технология сквозного проектирования одежды.

Совершенствование САПР одежды в свете основных тенденций развития автоматизации состоит в переходе к комплексным системам, охватывающим целевое единство всех этапов проектирования и последующей интеграции с производством [4,33].

Необходимость «комплексного автоматизированного проектирования и производства» сформулирована международным симпозиумом по использованию САПР в швейной промышленности. Она определена как «единственная реальная форма для швейной промышленности развитых стран выжить. Так понимает проблему вся Европейская промышленность, которая закупает и устанавливает САПР, чтобы оснастить свою производственную структуру соответствующей гибкостью, мощностью и конкурентоспособностью в пределах тех рыночных стратегий розничной продажи, которые диктует рынок сбыта» [45].

В соответствии с указанным актуальным направлением, в последнее десятилетие и у нас в стране, и за рубежом наблюдается лавинообразный рост числа научных исследований [12-32] и созданных на их основе программных средств [4], которые предназначены для осуществления сквозного проектирования одежды.

Экономические трудности последних лет явились серьезным препятствием для развития отечественных САПР. Большая часть перспективных теоретических разработок не доходит до стадии внедрения в производство. Отсутствие

возможности реализации и промышленной апробации результатов теоретических исследований, в свою очередь, серьезно тормозит дальнейшее развитие последних.

В то же время опыт эксплуатации зарубежных систем в условиях отечественных предприятий показывает значительные трудности при их адаптации. Еще более существенным ограничением на применение импортных систем является высокая стоимость как самого программного обеспечения, так и специализированных периферийных устройств, на работу с которыми рассчитаны данные системы [3,4].

Это убеждает в необходимости развития работ по созданию минимальными средствами многоцелевых отечественных систем сквозного проектирования, учитывающих специфические особенности организации процессов проектирования на отечественных предприятиях, а также ориентированных на применение широкого спектра оборудования (в том числе, более дешевого отечественного).

Научные исследования по автоматизации проектирования швейных изделий ведутся в двух направлениях. Первое направление связано с разработкой общих, концептуальных основ построения САПР одежды [22-24,27,46-53], второе - с детальной проработкой локальных задач и этапов процесса проектирования [12-20,29-31,54-57].

Первое направление получило наиболее плодотворное развитие в семидесятые - восьмидесятые годы. Выполненные в тот период работы и по сей день сохраняют свою методологическую ценность в плане определения подходов к структуризации и формализации информационных процессов проектирования одежды [46,47,51,52]. Но способы обработки, представления и записи информации, используемой в процессе проектирования, даны в этих работах с учетом ограничений, которые теснейшим образом связаны с тогдашним уровнем развития технических и программных средств. На нынешнем витке развития информатики эти способы требуют значительного пересмотра.

В настоящее время большинство исследователей и разработчиков САПР одежды сосредоточились на детальной проработке локальных задач и этапов процесса проектирования. Интеграция создаваемого при этом информационного и программного обеспечения, как правило, сильно затруднена тем, что разработчики ориентируются не на комплексную автоматизацию, а на наиболее эффективное решение конкретной локальной задачи. В результате возникает программная и информационная несовместимость, преодоление которой, в свою очередь, также является весьма сложной проблемой [57,58].

Переход к комплексной автоматизации проектирования требует увязки всех проведенных научно-исследовательских работ в области автоматизации проектирования одежды в единую организационно-техническую структуру, в основе которой лежит новая информационная технология [32] сквозного проектирования одежды (рис.1.1).

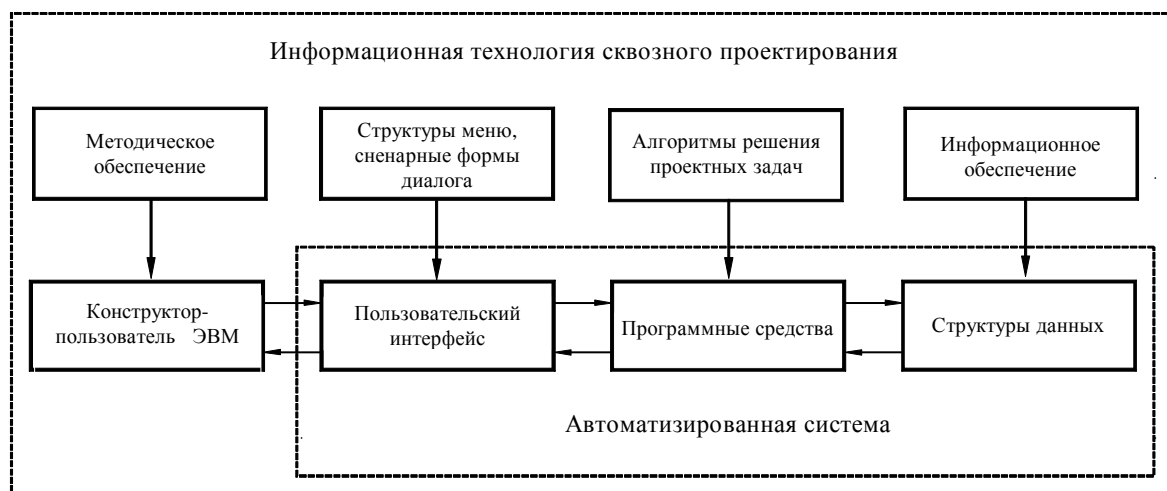


Рис.1.1. Основные компоненты информационной технологии сквозного проектирования одежды.

Создание новой информационной технологии подразумевает:

- разработку детальной функционально-логической схемы процесса проектирования одежды в интегрированной конструкторской подсистеме;
- решение вопросов организации и ведения баз данных, в том числе - графических;
- формирование структуры пользовательских меню и диалоговых сценариев взаимодействия проектировщика с ЭВМ в ходе выполнения различных проектных операций.

Рассмотрение процесса проектирования швейных изделий с формальной стороны - как операций обработки информации - вскрывает идентичность технологии их выполнения с перечнем типовых операций обработки информации, подлежащих автоматизации средствами информационной технологии. К ним относятся поиск, выбор, анализ, отображение информации в виде чертежей конструкций и таблично-описательных документов, передача и обмен информацией и т.д. [57].

Направления совершенствования процесса проектирования швейных изделий определяются из анализа информационных характеристик и особенностей процесса. Оценка реально существующих предпосылок и средств повышения его эффективности на базе новейших средств информатики позволяет определить общую концепцию и основные требования к разработке новых и совершенствованию существующих компонентов САПР одежды [46,58].

Одежда как объект проектирования представляет собой сложную систему, элементы которой формируются под влиянием большого количества внутренних и внешних факторов [2]. Это выражается в много-образии типов, видов, разновидностей одежды, выполняемых ею функций, многообразии конструктивного построения, размеров, форм, используемых материалов и т.д. [2,59-70] В зависимости от этих особенностей можно выделить три основных группы изделий, определяющих ряд специфических особенностей процесса проектирования [2,27,58]:

1. Изделия стабильного ассортимента, предполагающие небольшое варьирование параметров внешнего вида и конструкции. Гладкая, строгая форма. Высокое качество посадки на фигуре и удобство (статическое и динамическое соответствие). Большое значение имеет учет в конструкции технологического решения узлов, а также свойств тканей (технологические свойства: усадка, толщина). Ткани «традиционные», с относительно небольшим разбросом свойств. Технология обработки узлов также достаточно стабильна, для получения идеального качества часто применяется автоматическое оборудование. Новая мода отличается от старой незначительными нюансами конструкции основных деталей и КДЭ: количественные различия выражаются в миллиметрах. Разнообразие моделей в один период времени - в основном за счет наличия и расположения ограниченного набора мелких деталей, а также цвета и фактуры ткани. Мужской ассортимент: костюмы (пиджаки, брюки), пальто. Женский ассортимент: классические прямые юбки. Форменная одежда.
2. Изделия свободной, упрощенной формы, а также изделия из эластичных материалов. Наибольшее значение для потребителя имеет эргономичность изделий, а не статическое соответствие фигуре. Практически, изделия часто выпускаются на объединенные группы размеро-ростов, а также unisex. Можно без ущерба для разнообразия моделей выделить ограниченное количество принципиальных конструктивных решений основных деталей, соответствующих моде и оптимальных по эргономическим показателям. На их основе значительное зрительное разнообразие достигается за счет очень большого разнообразия мелких деталей и декоративных (неформообразующих) членений, а также различных сочетаний цвета и фактуры материалов. Учет свойств материалов - в первую очередь эксплуатационных (растяжимость эластиков, гигиенич. свойства). Мужские плащи, куртки, сорочки, спортивная одежда, ряд изделий производственного назначения.

3. Изделия сложной, нестабильной пространственной формы, которая подвержена сильному влиянию моды, требующие в то же время высокого качества посадки на фигуре (статическое соответствие). Большое разнообразие тканей. Свойства ткани - декоративные: драпируемость, а также технологические: растяжимость эластиков, осыпаемость, раздвигаемость в швах. Технология в значительной мере подчинена замыслу модельера. Разнообразие моделей за счет конструктивного решения основных деталей и мелких элементов. Характерно наличие большого количества складчатых форм, полученных методами конструктивного моделирования (складки, драпировки, сборки). Большинство изделий женского ассортимента.

Для всех трех групп характерен важный в практике автоматизации проектирования факт динамики нарастания объемов информации [27,46]. Из ограниченного объема информации, представленной техническим заданием (ТЗ), в процессе проектирования постепенно формируются большие объемы информации, описывающие полную проектно-конструкторскую документацию на модель.

Информационные процессы проектирования изделий указанных ассортиментных групп имеют много общего. Но в то же время они различаются наличием или отсутствием отдельных проектных процедур и этапов, способами решения отдельных проектных задач, а также целесообразностью применения различных подходов к организации процесса проектирования в целом.

1.2. Основные направления комплексной автоматизации

творческих этапов проектирования моделей одежды

1.2.1. Автоматизация с использованием традиционных

методов конструирования.

Наибольшую сложность для организации сквозного проектирования одежды представляют начальные этапы проектирования, на которых осуществляется творческий поиск путей реализации требований, содержащихся в ТЗ, и структурный синтез проектного решения новой модели [2, 25-27]. Большая часть задач структурного синтеза и анализа на данных этапах решается конструктором (во взаимодействии с модельером и технологом), поэтому при автоматизации творческих этапов проектирования необходимо уделить особое внимание развитию конструкторской подсистемы САПР одежды¹ [4].

Значительная часть задач, решаемых на начальных этапах проектирования носит сугубо неформальный характер. Это создание эскиза модели: творческого (вне конструкторской подсистемы), а затем - технического, разработка чертежа конструкции по имеющемуся эскизу [25-27]. Подобные задачи творческого характера чередуются в процессе проектирования с такими формальными или легко формализуемыми рутинными задачами, как расчет и построение базовых конструкций (БК), построение лекал подкладки по имеющимся лекалам верха, градация лекал и пр [2].

Большинство современных конструкторских подсистем САПР одежды развивается по направлению автоматизации все большего числа формальных,

¹В отечественной литературе часто встречается эквивалентное наименование «автоматизированное рабочее место (АРМ) конструктора», в фирменной документации на импортные САПР одежды – «подсистема Дизайн».

рутинных операций процесса проектирования лекал, с целью повысить производительность труда конструктора и предоставить ему большую свободу для творчества, но не вносят сколько-нибудь заметных изменений в сами методы конструирования одежды [25,26].

Общие требования, предъявляемые к подсистеме конструирования лекал, предназначенной для реализации традиционного подхода к проектированию лекал, определяются ее назначением, современными требованиями к диалоговым программным системам, а также важнейшей ролью данной подсистемы в комплексной САПР одежды [4].

Первое требование - универсальность, т.е. система должна позволять работать как с любой методикой конструирования одежды, так и с изделиями любого ассортимента. Второе - достаточность информации, иными словами, определяемая в подсистеме информация для описания итогового результата проектирования - лекал должна быть достаточной (или избыточной) и качественной [4]. Качество и полнота информации обеспечивают как возможность реализации пользователями САПР разнообразных технологических приемов, так и возможность развития комплекса.

Третье требование - достаточность функциональных возможностей, а именно:

- работа с графическими примитивами: точкой, отрезком, дугой, окружностью, лекальной кривой, текстом и т.д.;
- полный набор геометрических преобразований, таких как перемещение, вращение, копирование, масштабирование вдоль осей координат, симметрия, зеркальное отображение;
- формирование элементов лекала из графических примитивов;
- редактирование лекала без нарушения его целостности;
- измерение различными способами линейных и угловых величин, в том числе длины срезов в процессе градации;
- задание и проверка правил градации лекала различными способами.

Последнее, очень важное требование - удобство и наглядность интерфейса пользователя.

При создании подсистемы «Конструирование лекал» существует два принципиальных подхода, определяющих сущность подсистемы.

При первом подходе основой подсистемы является параметрическое моделирование лекал деталей швейного изделия [4,33]. Для комплекта лекал разрабатываются программы, представляющие лекала в параметрическом виде, т.е. описывающие математическую последовательность их построения. Часть размеров лекал, необходимых для этого, объявляются параметрами, значения которых задаются перед началом расчетов. Небольшие изменения этих параметров оказывают влияние на конструктивные особенности лекал. Процесс градации при этом подходе заменяется расчетом комплекта лекал для конкретных антропологических измерений фигуры человека. Одни и те же параметры могут использоваться для построения различных лекал одной модели, что позволяет при изменении значений параметров расчетным путем обеспечить одновременную коррекцию геометрии сопрягаемых срезов лекал.

Подсистемы, работающие с параметрическими моделями, позволяют получать лекала в соответствии с конкретными измерениями фигуры человека, поэтому их целесообразно применять на предприятиях изготовления одежды по индивидуальным заказам.

Возможны два способа реализации указанного подхода.

Первый способ: разработчик конструкторской подсистемы составляет программы для параметрических моделей по видам и ассортименту швейных изделий [4,29,58]. Диалог разрабатывается в терминах предметной области таким образом, чтобы пользователь мог вводить значения параметров и отвечать на запросы программы. Далее происходит автоматический расчет геометрии лекал для заданных измерений. Наиболее существенными проблемами эксплуатации подсистемы для этого способа являются следующие:

- параметрические модели для нового швейного изделия создаются и добавляются в систему только разработчиками;
- срок разработки и отладки программ может быть достаточно большим, что не позволяет оперативно отслеживать изменения в моде;
- параметрические модели разрабатываются на основе определенной методики конструирования, переход к другой методике фактически означает создание новой параметрической модели;
- учет модельных особенностей осуществляется вручную.

Второй способ: разработчик конструкторской подсистемы создает диалоговую оболочку и специальный язык программирования, ориентированный на предметную область и ее термины. Структура такого языка, как правило, основана на логических выражениях и учитывает синтаксис принятого в стране естественного языка [57]. Параметрические модели разрабатывает сам пользователь (конструктор), который фактически пишет на этом специальном языке программы определения геометрии лекал на основе известной ему методики, и сам отлаживает их [11,71,72].

Возможности этого способа реализации конструкторской подсистемы шире, пользователь при создании новых параметрических моделей не зависит от разработчика и самостоятельно определяет методику конструирования при создании модели.

Тем не менее часть нерешенных проблем остается:

- конструктор должен изучать специальный язык программирования и правила работы с ним;
- трудоемкие процедуры отладки и тестирования выполняет сам конструктор;
- учет модельных особенностей осуществляется вручную.

Кроме того, следует отметить, что увлечение разработками специальных языков программирования, ориентированных на конкретные предметные области и предназначенных для специалистов только в этой области (а не программистов) остается далеко в прошлом. Этому способствовало, в частности, появление

персональных компьютеров, значительно облегчивших общение непрофессионалов с вычислительной техникой и ориентированных на диалоговые режимы работы [4,73].

При втором подходе основой подсистемы является графический редактор, обеспечивающий построение лекала путем использования геометрических примитивов и преобразований над ними.

Подобная конструкторская подсистема как бы имитирует работу конструктора с привычными ему инструментами: чертежной доской, карандашом, линейкой, циркулем и т.п. Однако, такое сравнение весьма условно, так как базис графического редактора позволяет включать в подсистему мощные специальные функции, которые позволяют в конечном итоге значительно повысить производительность и обеспечить высокое качество работы [4,58]. Рассмотрим два возможных способа реализации второго подхода.

При первом способе подсистема ориентирована на работу с чертежами лекал, для чего в ней имеется достаточный набор команд построения и преобразования элементов чертежа. После того, как чертеж конструкции изделия полностью сформирован, с помощью других специальных команд конструктор создает из элементов чертежа описание лекала, т.е. определяет внешний контур и другие необходимые элементы лекала. Сформированное лекало записывается в БД, но вновь считанное в такой конструкторской подсистеме оно представляется только в виде чертежа, т.е. теряется описание элементов лекала. Таким образом после даже небольшой модификации лекала приходится формировать новое лекало [4].

Согласно второму способу подсистема ориентирована на работу с лекалом как целостным элементом. В такой подсистеме имеется большой набор команд, которые позволяют редактировать (изменять, добавлять, удалять) как элементы лекала, так и его части (срезы, точки срезов и т.п.), не разрушая его описания. Кроме того, имеются широкие возможности преобразования всего лекала и его частей. Построение нового лекала обычно начинается с простейшей геометрической фигуры

- прямоугольника, который подсистема воспринимает как внешний контур. Модифицируя прямоугольник с помощью команд подсистемы, конструктор получает в итоге требуемую геометрию лекала. Однако у конструктора могут возникать проблемы в тех случаях, когда нужно выполнить вспомогательные построения при создании или модификации лекала [4,58].

Практически все современные подсистемы «Конструирование лекал» (AMF Cybrid, Assyst, Gerber, Investronica и др.) предоставляют возможности работы как с чертежом, так и с лекалами, т.е. предлагают реализацию элементов второго способа. Более того, этот подход позволяет разработчикам включать в подсистему такие команды, которые дают возможность самому конструктору в диалоговом режиме создавать простые параметрические модели. При этом к обычному процессу работы конструктора добавляется возможность использования специальных команд, устанавливающих связи между элементами лекала и определяющих некоторые размеры элементов в виде параметров. Процесс создания таких моделей сводится к ответам оператора на запросы программы (указание нужного объекта, определение его имени или задание формулы) [4].

Рассмотренные подходы позволяют в значительной степени ускорить процесс проектирования и повысить качество проектируемых лекал за счет предоставления конструктору удобного инструментария для выполнения различных проектных операций, автоматизации рутинных видов работ и повышения точности геометрических построений.

Тем не менее, сам процесс проектирования плоских разверток объемной пространственной формы одежды, отображенной художником на эскизе, остается сугубо неформальным. Следовательно, количество итераций, необходимых для получения окончательного проектного решения, целиком и полностью зависит от квалификации конструктора [25-27].

1.2.2. Информационная база конструкторской подсистемы.

Источники информации при создании моделей одежды весьма разнообразны и многочисленны. Они включают иллюстративную, научно-методическую, справочную, патентную, нормативно-техническую, технологическую информацию и т.д [46,47].

Осуществление сквозного проектирования одежды невозможно без тщательного изучения всей совокупности информации, используемой в процессе конструирования лекал. С точки зрения задач автоматизации важно, что часть этой информации неформальным образом учитывается самим конструктором, а часть используется в известных формальных алгоритмах решения определенных проектных задач.

Информация второй группы, обращение к которой происходит наиболее часто [2], должна быть обязательно представлена в БД конструкторской подсистемы. В первую очередь, это антропометрическая информация о типовых фигурах, на которые проектируются швейные изделия, а также информация о методиках конструирования, материалах, технологии изготовления изделий и применяемом для этого оборудовании.

Известно, что в процессе создания каждого нового изделия используется до 70% информации, уже имеющейся на предприятии в проектах и образцах-прототипах: принципиально новых изделий значительно меньше, чем моделей-аналогов [2,27,46].

Закономерность циклического развития моды обуславливает целесообразность накопления и хранения больших массивов информации в виде картотек конструктивно-технологических решений моделей и конструкций.

Это обстоятельство подтверждает необходимость совершенствования баз данных моделей, которые представлены в действующих САПР одежды, таким образом, чтобы конструктор имел возможность оперативно получать полную и

систематизированную информацию о ранее разработанных моделях без обращения непосредственно к лекалам [27,46,50].

Не менее важным направлением совершенствования БД моделей является наличие возможности использовать содержащихся в ней проектные решения как целиком, так и «по частям». Применение методов агрегатирования, комбинаторики и модульного проектирования способно значительно повысить эффективность процесса проектирования одежды [2,21-28]. Но БД моделей в действующих САПР одежды имеют жесткую структуру записи: «Модель (группа лекал) – Лекало». Процесс вычленения из комплекта отдельного лекала или части контура лекала (срез, участок среза) затруднен, а следовательно применение вышеназванных перспективных методов либо невозможно, либо требует от конструктора различных ухищрений.

1.2.3. Новые подходы к организации сквозного автоматизированного проектирования одежды.

В качестве альтернативы традиционным методикам проектирования одежды давно предлагаются так называемые точные (инженерные) методы, в частности, метод объемного проектирования изделия на манекене с последующим получением разверток деталей в чебышевской сети [2].

В настоящее время он может быть успешно реализован технически с использованием средств интерактивной трехмерной (3-D) компьютерной графики [12-20]. Тем не менее данный подход к проектированию еще долго будет иметь ограниченное применение из-за трудности математического моделирования свойств материалов. Эти трудности особенно велики при воспроизведении различных драпировок, складок, фалд, заломов на ткани, имеющих широкое распространение в большинстве видов одежды (вторая и третья группы) [2]. Поэтому применение трехмерного проектирования одежды может быть целесообразно только для одежды гладких или приводимых к ним форм (первая группа, БК изделий второй и

третьей групп) [20]. Полученные развертки в любом случае требуют доработки средствами традиционного плоскостного конструирования.

Если алгоритмы решения прямой задачи - получения развертки поверхности по ее трехмерной модели - в принципе известны, то обратная задача - получения трехмерной модели по имеющейся развертке из ткани - в настоящее время не решается. Данное обстоятельство также не позволяет в полной мере реализовать преимущества объемного проектирования, известные нам по другим областям применения САПР [33,74].

Другим путем частичной формализации перехода от эскиза к конструкции лекал может являться комбинаторный синтез технического эскиза модели одежды из типовых элементов графической информации, которые служат ключем для поиска в БД соответствующих им элементов чертежа конструкции [25-27].

Понятие «комбинаторика» изначально связано с разделом математики, изучающим вопросы размещения и взаимного расположения конечного множества объектов произвольной природы в составе некоего целого [75]. Наглядным примером приложения законов комбинаторики к проектированию различных технических объектов является агрегатирование (модульное проектирование), которое заключается в создании различных изделий путем их компоновки (сборки) из ограниченного числа стандартных или унифицированных деталей и узлов, обладающих геометрической и функциональной взаимозаменяемостью [27,57]. Термин "комбинаторное формообразование", применяемый в технике [76], архитектуре [77] и дизайне [21], близок по значению, но шире, чем "агрегатирование", так как подразумевает применение подобного метода не только к реальному изделию, но и к различным формам представления информации о нем на всех стадиях проектирования (схема, чертеж, рисунок, словесное описание).

Технический эскиз, используемый в процессе проектирования наряду с творческим, представляет собой линейное или, реже, линейно-колористическое изображение изделия на фигуре потенциального потребителя - в определенном

масштабе, в двух - четырех ортогональных проекциях: спереди, сзади, справа и слева (для сложных асимметричных моделей). Данный вид эскиза характеризуется четкой и однозначной передачей пропорций фигуры человека, размеров и взаимного расположения всех элементов конструктивного и декоративного оформления модели. В техническом эскизе в емкой и наглядной форме содержится информация о конструкции, материалах и планируемой технологии изготовления модели: в какой-то мере он выступает аналогом сборочного чертежа изделия в машиностроении [27].

В соответствии с принципами комбинаторного формообразования, технический эскиз может быть рассмотрен как сложная иерархическая система специальных графических знаков (символов), из которых складывается описание внешнего вида модели. Таким образом, он может быть положен в основу универсального графического языка, с помощью которого объект проектирования описывается в интегрированной САПР одежды [25-27].

Для связи интерактивно формируемого технического эскиза с чертежом конструкции изделия предлагается создать единую (интегрированную) базу данных, содержащую согласованные между собой структурные элементы эскиза и конструкции изделия. Интегрированная база данных должна включать в себя справочники типовых решений элементов графических образов «Эскиз» и «Чертеж конструкции», а также информацию об их соответствии друг другу [26].

Типовые решения из справочников могут служить как исходными «кирпичиками» для комбинаторного синтеза новых моделей в интерактивном режиме, так и аналогами (прототипами) при разработке оригинальных решений элементов. Повидимому, при формировании эскиза из типовых элементов, обладающих полной взаимозаменяемостью, возможно автоматическое получение чертежей конструкции новых моделей. В остальных случаях при формировании по эскизу чертежа конструкции изделия необходимы дополнительные запросы к конструктору и (или) последующая «доводка» получаемых конструкций обычными средствами конструкторской подсистемы.

Предложенный подход требует значительной доработки в плане уточнения методов представления в базе данных информации о типовых элементах эскиза и конструкции, и связей между ними. Пока что не решенным остается вопрос, кто, где и как будет разрабатывать справочники для различного ассортимента с учетом быстро меняющейся моды. В то же время, подобная форма представления информации о типовых (или аналоговых) проектных решениях может иметь значительные преимущества по сравнению с традиционно применяемой в швейных САПР структурой записи «Модель (группа лекал) – Лекало» [78]. Во первых, она обладает большей гибкостью за счет более глубокой структуризации (до уровня срезов и участков срезов), следовательно, на основе одного и того же числа типовых проектных решений можно получить гораздо больше производных [27]. Во вторых, такая запись более интеллектуальна, так как включает в себе информацию не только о наличии тех или иных элементов в составе целого, но и об их взаимосвязях и расположении друг относительно друга.

Исследование новейших подходов к проектированию одежды показывает их существенно большую эффективность по сравнению с традиционным процессом плоскостного конструирования для ряда частных случаев проектирования, но меньшую универсальность. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, ограничивающие область применения данного подхода (метода). В частности, трехмерное проектирование имеет преимущества при проектировании изделий первой группы (см.п.1.1) [18-20]. Применение комбинаторного синтеза, в свою очередь, предпочтительно для второй [25-27]. Для третьей группы, наиболее сложной в смысле формализации процесса проектирования, остаются актуальными традиционные методы конструктивного моделирования на плоскости [29,58], которые также должны использоваться и для доработки проектных решений в первых двух случаях [19].

Оптимальным способом решения этой проблемы может явиться создание интегрированной многофункциональной конструкторской подсистемы, реализующей

как наиболее перспективные направления автоматизации традиционного подхода к проектированию лекал, так и новые перспективные методы сквозного проектирования. При этом вопрос выбора одного из альтернативных путей решения проектных задач может решаться либо на уровне определения конфигурации подсистемы при ее установке, либо, что более удобно, непосредственно в процессе проектирования. В последнем случае интерактивный выбор оптимального маршрута проектирования является компонентом информационной технологии сквозного проектирования одежды.

Важным аспектом создания интегрированной конструкторской подсистемы является также наличие в ней развитой информационной базы, обеспечивающей выполнение основных проектных процедур без обращения конструктора к дополнительным источникам информации - проектно-конструкторской, нормативно-справочной и пр. документации, представленной на бумаге [46].

1.3 Организация диалога в современных САПР

Такие особенности процессов проектирования одежды как:

- отсутствие для большинства задач жесткой программируемой логики;
- высокая интенсивность корректировок конструкций в процессе разработки, превышающая рост общих объемов информации;
- наличие нечетко заданной эвристической информации -

определяет в качестве наиболее эффективной диалоговую форму организации информационного процесса автоматизированного проектирования одежды. Рациональное распределение функций между машиной и человеком в процессе диалога составляет предмет методологии автоматизации [79].

Организация диалогового взаимодействия предполагает всестороннее исследование данной предметной области в сочетании с глубоким пониманием средств и методов автоматизации [79-88].

Диалоговый процесс автоматизированного проектирования проходит поочередно через две разнородные среды: человека и ЭВМ. Переход из одной среды в другую и обратно осуществляется посредством совокупности программно-аппаратных средств взаимодействия, называемых интерфейсом (см. рис.1.1) [83].

В очень большой степени возможность активного участия человека в процессе проектирования определяется «дружественностью», конкретностью и наглядностью пользовательского интерфейса САПР. Обеспечиваемая диалоговыми средствами САПР возможность манипулирования привычными объектами и терминологией соответствующей предметной области облегчает освоение системы неквалифицированным пользователем, позволяет быстро и эффективно решать сложные проектные задачи [79,86]. По этой причине качество пользовательского интерфейса в последнее время становится одним из важнейших требований к программному продукту, независимо от его назначения [83].

Опыт создания и эксплуатации диалоговых систем как общего, так и специального назначения, а также теоретические работы по организации диалога [79,82,84,85] свидетельствуют о различии подходов к проектированию структуры диалогового взаимодействия. Эти различия проявляются, прежде всего, в том, кому отдается инициатива в управлении диалогом, и отражают его ориентацию на определенный уровень подготовки пользователя даже в пределах одного и того же класса задач проектирования. В зависимости от того, кому принадлежит управляющая функция, выделяют два основных режима ведения диалога: пассивный («Ведущий – ЭВМ»), активный («Ведущий – человек»). Между этими крайними режимами существует почти непрерывный спектр промежуточных режимов, в которых функция управления диалогом перераспределяется между партнерами по диалогу [79]. Иногда говорят также о режиме «Равных партнеров», в котором функция управления диалогом переходит от человека к ЭВМ и обратно в зависимости от формальных показателей качества функционирования системы «человек – машина», к которым можно отнести: статус пользователя в системе; длительность перерыва в работе; количество ошибок, совершаемых пользователем; количество обращений за инструкциями, подсказками и помощью; степень ответственности выполнения данного шага диалогового цикла [81].

За последние несколько лет произошла значительная интеллектуализация интерфейса человек - ЭВМ [73,79,83]. «Дружественность» интерфейса обеспечивается путем имитации привычной для человека работы с объектами, основанной на максимальном использовании новых технических возможностей видеотерминалов и персональных ЭВМ, а также на ряде методических приемов и принципов. При этом старые методы работы, реализуемые новыми средствами, приобретают качественно новый характер.

При интеллектуализации общения проектировщиков и САПР могут использоваться следующие принципы и приемы [33,73,79,83]:

1. Объектно-ориентированный диалог представляет собой аналогию нахождения человека в мире объектов. Работа человека на ЭВМ состоит в целенаправленном изменении некоторого объекта, имеющего внутреннюю структуру, определенное содержание и внешнее символьное или графическое представление. Объект при этом понимается в широком смысле слова, например, компьютерное представление реального объекта или процесса из некоторой предметной области, база данных, текстовый документ и т.п. Человек имеет возможность создавать мир объектов, изменять его свойства в целом, воздействовать непосредственно на отдельные объекты, изменяя их атрибуты и связи с другими объектами.
2. Принцип непосредственности общения основан на максимальном отказе от языкового общения (командного и даже естественноречевого) в пользу непосредственного безъязыкового взаимодействия пользователя с системой. Для выполнения манипуляций над объектами используются клавиши управления курсором на клавиатуре, а также различные устройства указания (мышь, настольный дигитайзер, джойстик и т.д.). Преимуществами такой организации взаимодействия является вовлечение образно-геометрического восприятия человека взамен абстрактно-логического.
3. Принцип согласованности интерфейса состоит в том, что при работе с компьютером у пользователя формируется система ожидания одинаковых реакций на одинаковые действия. При этом сокращается время на освоение человеком каждого нового приложения, а потом - на выполнение работы. Пользователь делает меньше ошибок, в результате чего чувствует себя с системой комфортнее. Согласованный пользовательский интерфейс выгоден и разработчикам приложений, так как позволяет выделить общие блоки интерфейса, стандартизировать значительную часть элементов интерфейса и взаимодействие с ними, а затем строить интерфейс новых приложений методом агрегатирования.

4. Интеграция программных средств обеспечивает комплексную интеллектуализацию деятельности проектировщиков. Необходимые программные и аппаратные средства объединяются в так называемые системы управления проектом, или интегрированные системы и позволяют одновременно поддерживать управление базами данных, коммуникационные возможности, средства отображения объекта и интеллектуальный диалоговый интерфейс.
5. Метафора письменного стола - имитация на экране дисплея письменного стола с расположенными на нем документами. При этом применяется так называемое многооконное отображение информации. В каждом окне воспроизводится физический облик документа или его части. Средства управления курсором и клавиатура позволяют находить, просматривать, редактировать, перемещать или удалять документы на экране.
6. Метафора текстового редактирования - единый стиль общения пользователя с системой при работе с текстовым представлением объектов. Для поддержания соответствия между объектами и их внешними представлениями предлагается стандартный набор операций редактирования: перемещение окна вдоль объекта; редактирование атрибутов объекта; вставка или добавление объекта; удаление объекта; движение внутрь - раскрытие содержимого объекта; Движение наружу - определение места объекта в мире объектов; выполнение действия; выбор активного окна. Текстовое представление объекта может быть разнообразным: строка текста, поле базы данных, математическое выражение, ячейка таблицы.
7. Метафора графического редактирования - на экране воспроизводится привычная обстановка работы художника или конструктора над графическим документом. В первом случае говорят о метафоре рисования, для обозначения второго обычно применяется термин «электронный кульман».
8. Метафора крупноформатного бланка - расчет и представление результатов в виде двумерной электронной таблицы. Каждая адресуемая ячейка таблицы имеет

определенное значение и может быть связана с расчетной формулой. Возможно определение и групповых операций над строками или столбцами.

Характерной особенностью интеллектуального интерфейса является наличие на каждом шаге диалога большого количества возможных альтернативных действий (до нескольких десятков), допустимость многократных итераций - все это входит в понятие интерфейса, управляемого событиями [73,83].

Основные технологические приемы, используемые при реализации указанных принципов организации диалогового взаимодействия ЭВМ и пользователя, вошли в разработанный в 1987 г. фирмой IBM и принятый в настоящее время большинством разработчиков прикладного программного обеспечения стандарт CUA (Common User Access) [83]. Этот стандарт определяет вид, правила взаимодействия и типовую компоновку на экране основных, общих для большинства прикладных систем элементов интерфейса, таких как окна (первичные, вторичные и всплывающие), панели, меню действий с падающими меню, кнопочные и пиктографические меню, поля ввода и выбора, а также предусматривает определенное количество символов и знаков, применяемых для указания пользователю, с каким именно из элементов он работает (рамки, радиокнопки, переключатели, контактные кнопки, линейки протяжки и др.) [73,83].

Исследование литературных источников и опыт эксплуатации действующих САПР одежды показывает, что вопросам организации человеко-машинного диалога САПР одежды в настоящее время не уделяется достаточного внимания. Применение устаревших подходов к организации областей экрана, несогласованность интерфейса недопустимым образом снижает качество программных средств, разработанных на основе перспективных алгоритмов и подходов к проектированию [4]. Это обуславливает необходимость особого внимания к разработке интеллектуального пользовательского интерфейса интегрированной конструкторской подсистемы на основе рассмотренных требований к организации человеко-машинного диалога.

Реализация в САПР одежды общепринятых приемов и методов построения пользовательского интерфейса, в сочетании с грамотным использованием понятийного аппарата данной предметной области, позволяет при прочих равных условиях повысить конкурентоспособность разрабатываемых подсистем за счет очевидного удобства для пользователя при освоении и работе в них. Весьма важным представляется также единый подход к проектированию диалога в различных подсистемах одной и той же САПР.

Выводы к 1 главе.

1. Анализ направлений совершенствования современных САПР одежды показал необходимость разработки новой информационно-технологической сквозной проектной системы.
2. Выявлено, что разработка новой информационной технологии включает три основных аспекта: определение способов формализованного представления и хранения в БД САПР всей совокупности информации, используемой в процессе проектирования; разработку алгоритмов и программ преобразования информации на различных стадиях процесса проектирования; организацию процесса проектирования, в том числе решение вопросов интерактивного взаимодействия пользователя и программно-аппаратных средств САПР.
3. Установлено, что задачей первостепенной важности при разработке информационной технологии сквозной проектной системы является автоматизация начальных творческих этапов создания новых моделей, которые выполняются преимущественно конструктором в рамках конструкторской подсистемы САПР одежды.
4. Рассмотрены требования, предъявляемые к конструкторской подсистеме применительно к разным методам организации процесса конструирования лекал и различным способам представления информации об объекте проектирования.
5. Обоснована целесообразность разработки интегрированной многофункциональной конструкторской подсистемы, реализующей в форме различных маршрутов проектирования как наиболее перспективные подходы к автоматизации традиционного плоскостного конструирования, так и новые перспективные методы сквозной проектной системы одежды: комбинаторный синтез из взаимосвязанных типовых элементов эскиза и чертежа конструкции, объемное конструирование.

6. В связи с неформальным характером задач, решаемых в интегрированной конструкторской подсистеме, показана особая важность аспекта, связанного с организацией человеко-машинного диалога в интегрированной конструкторской подсистеме. Рассмотрены основные требования и подходы к проектированию современного пользовательского интерфейса САПР сложных технических объектов.