

Федеральное агентство по образованию  
Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса

---

**И.Л. КЛОЧКО**

# **САПР ОДЕЖДЫ**

Учебное пособие

Владивосток  
Издательство ВГУЭС  
2010

ББК 24  
К 50

Рецензент: Е.А. Розанова, канд. техн. наук,  
профессор каф. сервиса и моды

**Клочко, И.Л.**

К 50 САПР ОДЕЖДЫ : учебное пособие. – Владивосток : Изд-во ВГУЭС, 2009. – 112 с.

Актуальность пособия определена развитием новых информационных и компьютерных технологий в области проектирования дизайна одежды. В рамках учебного процесса необходима подготовка студентов по освоению теоретических основ формирования комплекса систем автоматизированного проектирования (САПР), приобретению навыков работы с инструментарием для разработки алгоритмов построения чертежей конструкций одежды, что, в свою очередь, позволит будущим специалистам с успехом использовать как готовые программные продукты, так и модифицировать уже имеющиеся приложения для продвижения собственных дизайн – проектов.

ББК 75

Печатается по решению РИСО ВГУЭС

© Издательство Владивостокский  
государственный университет  
экономики и сервиса, 2010

## СЛОВАРЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

---

---

АБД – автоматизированная база данных  
АРМ – автоматизированное рабочее место  
БД – база данных  
БДМ – база данных моделей  
БЗ – база знаний  
БК – базовая конструкция  
БнД – банк данных  
ЖЦИ – жизненный цикл изделия  
ИБД – интегрированная база данных  
ИИ – искусственный интеллект  
ИМК – исходная модельная конструкция  
ИПИ – информационная поддержка жизненного цикла изделий  
ИС – информационная система  
КБД – конструкторская база данных  
КМ – конструктивный модуль  
МК – модельная конструкция  
ОП – объект проектирования  
ОС – операционная система  
ПК – персональный компьютер  
ПО – программное обеспечение  
РД – рабочая документация  
САПР – система автоматизированного проектирования  
СУБД – система управления базами данных  
ТБК – типовая базовая конструкция  
ТЗ – техническое задание  
ТО – техническое обеспечение, техническое описание  
ТП – техническое предложение  
ТПр – технический проект  
ТЭ – технический эскиз  
ЦПУ – центр программного управления  
ЭВМ – электронная вычислительная машина  
ЭП – эскизный проект  
ЭС – экспертная система

## ВВЕДЕНИЕ

---

С развитием новых форм производства на предприятиях швейной промышленности проявляется все большая заинтересованность в эффективном использовании достижений науки и техники, освоении нового рыночного сегмента по внедрению информационных технологий, соответствующих техническому и производственному потенциалу предприятия.

Внедрение САПР в легкой промышленности позволяет решить ряд задач, связанных с сокращением производственного цикла и повышением качества проектных работ. Интенсификация высшего профессионального образования в области менеджмента сферы индустрии моды предполагает подготовку, переподготовку, повышение квалификации специалистов на основе освоения современной методологии и средств проектирования.

Развитие методических основ подготовки специалистов высшей квалификации, включая систематизацию знаний по САПР одежды, должно соответствовать национальным требованиям к компетенциям специалистов.

Проблемы научно-методического характера должны быть нацелены на упорядочение предметной области, на выработку единого понимания ее содержания и используемой терминологии. Четкое понимание границ в области автоматизированного проектирования одежды необходимо для правильной организации работ. Примером некорректного использования понятий является их смешивание, т.е. присутствует возможность разных определений для одного и того же объекта САПР, и наоборот.

Тематический параграф «Основные термины и определения» предполагает развитие аналитических навыков из базового набора компетенций. В основу модуля компетенций темы положены знания, необходимые для разграничения определений компонентов САПР и определения связей между ее элементами.

САПР одежды – это, прежде всего, универсальный инструмент, который должен мобильно перестраиваться на конкретный объект проектирования в рамках некоторых формальных ограничений. Компетентностный модуль, сформированный на базе темы 1 и параграфа «Требования»

вания, предъявляемые к САПР швейной промышленности», дополнен компетенциями из базового блока – готовность к изменениям и организационное развитие, а также включает следующие позиции компетентностных моделей: энергичность, инициативность, склонность к обучению, способность анализировать и прогнозировать. Перечень обеспечения для успешного функционирования САПР одежды представлен следующими позициями: методическое, техническое, программное, математическое, информационное, лингвистическое и организационное.

Автоматизированное проектирование одежды предполагает соответствие двух основных требований: наличие и соответствие друг другу технических средств (ПК и периферийные устройства к нему) и программного обеспечения.

В основу модуля компетенций тематических параграфов темы 2 положены модели компетенций базового блока, такие, как аналитические навыки, организационное развитие, готовность к изменениям. Модели выделенных компетенций включают позиции общепрофессиональных и специальных компетенций – знание современных компьютерных и информационных технологий, применяемых при автоматизированных способах проектирования, способность самостоятельно использовать комплексный подход при формировании базового обеспечения САПР, что является необходимым компонентом профессиональной деятельности. Модуль компетенций темы можно дополнить способностью высокого уровня концентрации распределения и устойчивости внимания, которая обеспечит успешность выполнения профессиональной деятельности.

Наиболее крупными элементами САПР являются подсистемы, которые принято выделять по функциональному признаку. Каждая подсистема решает в законченной форме достаточно самостоятельную группу задач автоматизированного проектирования.

В соответствии с основными проектными задачами САПРО одежды, а именно ввод лекал, конструирование лекал, построение чертежа модельной конструкции, градация деталей конструкции, раскладка лекал, построение чертежа конструкции на индивидуальную фигуру, построение лекал – выделены автономными подсистемы (п/с ввода лекал, п/с конструирования лекал, п/с раскладки лекал, п/с проектирования основных и производных лекал, п/с градации, п/с проектирования моделей по индивидуальным заказам, информационно-поисковая п/с, п/с управления качеством).

В учебном пособии рассмотрены этапы выполнения работ внутри каждой подсистемы, режимы работ и выполняемые функции.

Модуль компетенций темы 3 включает аналитические навыки, организационное развитие, готовность к изменениям, мотивацию и их модели: способность к овладению навыками работы с компьютерной тех-

ников и программным сопровождением, в зависимости от потребностей предприятия, адаптация к новым производственно-техническим условиям работы, способность к быстрому обучению.

Внедрение САПР в легкой промышленности позволяет решить ряд задач, связанных с сокращением производственного цикла, повышением качества проектных работ. Однако проблема разработки большого количества проектной документации и необходимость частой сменяемости моделей связана с высокой стоимостью проектных работ как для массового, так и для индивидуального производства одежды, которые не всегда экономически оправданы.

Анализ существующих подсистем и практика производственной деятельности показали целесообразность использования конструкторских баз данных, позволяющих решать проблемы выпуска большого разнообразия новых моделей.

В основе компетентностного модуля темы 4 лежит базовый набор компетенций – аналитические навыки, организационное развитие, готовность к изменениям, мотивация, развитие индивидуальных качеств. Раскрывая модели компетентностного ряда, можно говорить о способности принимать и внедрять новое на практике, гибкости мышления, математических способностях, способности воспринимать большой объем информации. Настойчивость, терпеливость, скрупулезность в работе, и одновременно, открытость для восприятия нового, оригинальность мышления и находчивость

Основные принципы формирования конструкторской базы данных включают: адекватность, достаточность; доступность.

*Адекватность*, т.е. объективность и полезность хранимых данных для оптимального выбора конструктивно-технического решения новых моделей одежды. *Достаточность* определяется репрезентативностью информации, на основе ее накопления и своевременного обновления, исключая дублирования данных. *Доступность* – способ представления данных в БД, который дает возможность свободного доступа для взаимодействия с пользователем. Отсюда формируется следующий блок индивидуальных качеств компетентностного характера – самостоятельность, скрупулезность в работе, изобретательность, усидчивость.

Источники информации при создании моделей одежды весьма разнообразны и многочисленны. Они включают иллюстративную, справочную, научно-методическую, патентную, нормативно-техническую, технологическую информацию и т.д. Изучение параграфа «Информационное обеспечение конструкторских баз данных» темы 4 предполагает приобретение способности анализировать, глубоко понимать и творчески использовать полученные знания для создания информационной платформы конструкторских баз данных. Компетенция выделена из

базового блока и может быть отнесена к аналитическим навыкам и развитию индивидуальных качеств.

Возможности внедрения новых информационных технологий рассматриваются в 5 теме параллельно с принятой по ЕСКД последовательностью выполнения работ. Выделенные этапы проектно-конструкторских работ при разработке проектно-конструкторской документации следующие: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация.

Объем автоматизированных процедур на различных стадиях проектирования различен и определен в значительной степени формализацией процесса.

Очень часто причиной неудовлетворительных результатов является недостаток знаний или пренебрежение знаниями, которые не относятся к прямой компетенции специалиста. В основе компетентностного модуля темы лежит базовый набор компетенций, модели которых включают качества, обеспечивающие успешность выполнения профессиональной проектной деятельности.

Тема 6 пособия рассматривает работы по совершенствованию автоматизированных способов проектирования одежды.

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.

Данная тема формирует компетентностный ряд, в основе которого лежит способность понимать современные проблемы и использовать фундаментальные знания в области создания новых моделей одежды с использованием автоматизированных способов и методов проектирования.

# Тема 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САПР ОДЕЖДЫ

---

---

## 1.1. Исторический аспект развития САПР

Под определением «САПР» обычно понимают пакеты программ, выполняющие функции CAD/CAM/CAE/PDM, т.е. автоматизированного проектирования, подготовки производства и конструирования, а также управления инженерными данными [35], где:

– CAD (*Computer – Aided Design*) – компьютерное обеспечение проектирования [4,5]. Системы предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации. В современные CAD-системы входят модули моделирования трехмерной конструкции и оформления графической и текстовой информации;

– CAM (*Computer – Aided Manufacturing*) – компьютерное обеспечение изготовления [90, 67]. CAM-системы – системы технологической подготовки производства, которые предназначены для изготовления сложнопрофильных деталей и уменьшения цикла их производства. В CAM-системах применяется трехмерная электронная модель детали, созданная в CAD-системе;

– CAE (*Computer – Aided Engineering*) – компьютерное обеспечение инженерных расчетов [90, 67]. Данный вид систем позволяет решать определенную расчетную задачу (группу задач), где в качестве исходных данных применяется трехмерная модель изделия, созданная в CAD-системе;

– PDM (*Product Data Management*) – система управления проектными данными [67, 1].

Относительно недолгую историю САПР, начавшуюся в начале 60-х годов прошлого века, можно условно разделить на три этапа: зарождение и исследование, внедрение, развитие.

Первые CAD-системы появились еще на заре вычислительной техники в 60-х годах и получили наибольшее распространение в электронике и точной механике. Это объясняется тем, что объекты проектирования в выделенных областях сравнительно легко формализуются, а результаты проектирования представляют собой программу для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), что резко сокращает

период между началом разработки и началом серийного выпуска изделия. Именно тогда в компании General Motors была разработана интерактивная графическая система подготовки производства, а в 1971-м ее создатель – доктор Патрик Хэнретти (его называют отцом САПР) – основал компанию Manufacturing and Consulting Services (MCS), оказавшую огромное влияние на развитие этой отрасли. По мнению аналитиков, идеи MCS составили основу почти 70% современных САПР [35].

Впервые САПР была внедрена в начале 1970-х годов крупными авиа- и автокомпаниями, оснастившими ими свои компьютеры. Задачей первых САД-систем было ускорение производственного процесса [19].

В начале 80-х, когда вычислительная мощность компьютеров немало выросла, на сцену вышли первые САМ-пакеты, позволяющие частично автоматизировать процесс производства с помощью программ для станков с ЧПУ, и САЕ-продукты, предназначенные для анализа сложных конструкций [35].

В 1981 году пользователи САД работали на медленных и несовершенных графических терминалах, присоединенных к многокомнатным машинам IBM и Control Data, или же миниЭВМ, таким, как PDP/11 от Digital Equipment Corporation или Nova от Data General. Большую часть САД-систем продавали поставщики, предлагавшие одновременно аппаратное и программное обеспечение.

Коллективно используемые процессоры имели ряд недостатков. При подключении слишком большого количества пользователей центр программного управления (ЦПУ) не справлялся с большой нагрузкой и работа прекращалась. Но поскольку ЭВМ были очень дорогими, ничего другого не оставалось, как разделить ресурсы согласно устанавливаемым приоритетам. ЦПУ представляли собой шкафы с множеством печатных плат, заполненных дискретными компонентами. Микропроцессоры уже появились на свет, но были еще весьма маломощными. САД-системы стоили тогда очень дорого – более 90 тыс. долларов за рабочее место (по данным компании Dataquest), и менеджерам приходилось тщательно подбирать задачи для оправдания расходов. В тот период первые САД-системы стали основой для современных САД-систем. Их развитие происходило параллельно с развитием программного обеспечения (ПО). Проектирование шаблонов печатных плат и слоев микросхем сделало возможным появление схем высокой степени интеграции, ставшие базой сегодняшних компьютерных систем [19].

На протяжении всего периода 80-х годов инженеры постепенно освобождались от тирании «больших машин». САД-работа стала монопольной, переместившись на персональный компьютер (ПК), каждый из которых был оборудован своим собственным микропроцессором, жестким диском и видеокартой. Системы с единственным пользователем работали быстрее, чем многозадачные, да и стоили дешевле. Цена САД-

места за десятилетие снизилась более чем в 4 раза и стала ниже 20 тыс. долларов, как сообщает Dataquest.

Почти одновременно с началом эры персональных компьютеров (ПК) в 1983 году CAD-рынок стал расслаиваться на специализированные сектора. Электрические и механические CAD разошлись в отдельные отрасли [41].

В 90-е годы САПР становятся неотъемлемой частью производственного процесса на предприятиях всех отраслей промышленности. В этот же период появляются графический интерфейс и первые системы твердотельного моделирования ACIS и Parasolid.

Сегодня мы наблюдаем начало четвертого этапа САПР – переход от автоматизации отдельных задач производства к комплексной автоматизации предприятия (холдинга). Эта концепция получила название CALS-технология (Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывность поставок продукции и поддержки ее жизненного цикла). Также происходит интеграция CAD/CAM/CAE-систем с системами управления проектными данными PDM и с другими средствами информационной поддержки изделий [32].

Принято делить CAD/CAM-системы по их функциональным характеристикам на три уровня (верхний, средний и нижний). В 80-е годы и в начале 90-х такое деление основывалось на значительном различии характеристик используемого для САПР вычислительного оборудования. Аппаратной платформой CAD/CAM-систем верхнего уровня были дорогие высокопроизводительные рабочие станции с операционной системой (ОС) Unix. Такая техника позволяла выполнять сложные операции как твердотельного, так и поверхностного геометрического моделирования применительно к сборочным узлам из многих деталей. CAD-системы нижнего уровня предназначались только для автоматизации чертежных работ, выполнявшихся на низкопроизводительных рабочих станциях и персональных компьютерах. По мере улучшения характеристик персональных компьютеров удавалось создавать сравнительно недорогие системы с возможностями параметрического и ассоциативного 3D-моделирования. Такие системы стали относить к CAD/CAM-системам среднего уровня. Сегодня деление CAD/CAM-систем на САПР верхнего, среднего и нижнего уровней еще сохраняется, хотя и страдает очевидной нечеткостью [35].

Проектирование механических изделий заключается, прежде всего, в конструировании, т.е. в определении геометрических форм тел и их взаимного расположения. Поэтому история автоматизация проектирования в машиностроении связана с историей компьютерной графики и практически началась с создания первой графической станции. Это была станция Sketchpad с использованием дисплея и светового пера, представленная в 1963 г. И. Сазерлендом [35].

Следует отметить, что системы автоматизированного проектирования занимают исключительное положение среди других компьютерных технологий. Они являются промышленными технологиями, непосредственно используемыми в сфере материального производства. Уровень развития и применения САПР – важнейший показатель степени экономического развития любого государства.

### **Развитие САПР швейной отрасли**

Развитие швейной промышленности неотделимо от развития и внедрения в производственный процесс высоких технологий. Сегодня швейные конкурентоспособные предприятия должны изготавливать одежду качественно, быстро, сменяя свой ассортимент и выпуская мобильно новые коллекции. Серьезным помощником в решении поставленных задач являются швейные САПР.

Первые САПР пришли в Россию около 30-ти лет назад. Собственные разработки в области САПР в СССР велись разрозненно, при серьезном дефиците компьютерного оборудования, что значительно снижало возможности использования САПР на промышленных предприятиях.

Ситуация изменилась в середине 80-х годов прошлого века, когда было решено приобрести лицензию испанской фирмы Investronica на производство автоматизированных настольно-раскройных комплексов. Это решение дало мощный импульс к разработке отечественных САПР одежды. Появление относительно дешевых персональных компьютеров и средств периферии привело к тому, что в настоящее время системы автоматизированного проектирования в производстве одежды широко используются не только на крупных предприятиях, но и в небольших фирмах и ателье.

Наиболее развитые системы проектирования одежды включают:

- дизайнерские программы, позволяющие разрабатывать эскизы изделий, подбирать наиболее удачные сочетания расцветок ткани;
- конструкторские программы, реализующие творческий замысел дизайнера на этапах проектирования проектно-конструкторской документации;
- технологические программы оптимизации раскладки лекал на материале, градации и проектирования процесса раскроя и пошива изделий, учитывающие особенности конкретных производств.

На сегодняшний день на рынке представлено достаточно большое количество САПР отечественного и зарубежного производства. На первый взгляд функционально все системы имеют незначительные отличия, которые определены степенью проработки той или иной программы. Существенные различия наиболее выражены в конструкторских подсистемах САПР одежды и обусловлены способом представления

лекал в памяти компьютера, который может быть параметрическим или графическим.

Параметрическое представление лекал предполагает наличие специальных инструментов для формализации и записи последовательности построения лекала на плоскости. Задавая конкретные размерные признаки и прибавки, система автоматически выполняет построение лекала. Иногда параметрические системы реализуют на базе специализированных компьютерных языков, что делает процесс «программирования лекала» трудным для освоения и весьма продолжительным при разработке проектно-конструкторской документации на изделие.

Графическое представление лекал основано на применении графических примитивов (точек, линий, дуг, сплайнов) для создания лекал и хранения их в памяти или базе данных системы. Такой подход реализован в большинстве систем и носит универсальный характер, так как позволяет достаточно быстро задавать лекала любой геометрической формы. Очевидно, что в данном случае значительно проще решаются вопросы ввода (сколки) бумажных лекал в память компьютера, упрощается процесс конвертации лекал, разработанных в разных подсистемах.

Описанные подходы используют традиционные методики проектирования лекал на плоскости, которые, в свою очередь, обладают существенным недостатком – субъективностью восприятия создаваемой конструкции. Проблема состоит в том, что в процессе проектирования отсутствует пространственный прототип одежды, он «содержится» лишь в воображении конструктора. Становится очевидным, что традиционные плоскостные методики «абсолютно правильно» работают только при наличии высоких профессиональных навыков специалистов.

С начала 70-х гг. научные разработки направлены на поиски более совершенных пространственных методов конструирования одежды в 3D (трехмерном измерении) и получения разверток деталей по заданной форме. Эти методы предполагают приоритет пространственной формы одежды над ее разверткой, т.е. в начале на основе размерных признаков и прибавок строится трехмерная поверхность формы одежды, а затем из полученной пространственной формы получают развертки лекал на плоскости [49].

Однако реальное применение компьютерные методы проектирования одежды в 3D получили относительно недавно (7–10 лет назад), что лишний раз подтверждает сложность и недостаточную теоретическую проработку решаемой задачи.

## **1.2. Цели и задачи САПР одежды**

Автоматизация проектирования – систематическое применение компьютерных технологий в процессе проектирования при условии на-

учно-обоснованного распределения функций между проектировщиком и ПК. Автоматизация проектирования особенно эффективна, когда от автоматизации выполнения отдельных инженерных расчетов переходят к комплексной автоматизации проектирования, создавая для этих целей системы автоматизированного проектирования (САПР) [38. С. 384]. Основная цель создания САПР одежды – сокращение производственного цикла разработки новых моделей на основе развития уровня инженерно-технического проектирования.

Научно-обоснованное распределение функций между разработчиком и ПК: пользователь решает задачи творческого характера, компьютер – механические, представленные в виде алгоритма и запрограммированные на многократность исполнения [1. С. 4].

Основные задачи для эффективного функционирования САПР одежды:

- совершенствование процесса проектирования одежды на основе внедрения новых информационных и компьютерных технологий;
- создание унифицированных и интегрированных баз данных объектов для процессов проектирования одежды;
- разработка и развитие автоматизированных рабочих мест художника, конструктора, технолога и других участников процесса создания новых моделей одежды;
- обеспечение и реализация наиболее оптимального режима взаимодействия пользователя с системой различного уровня и назначения.

Несмотря на специфику проектирования объектов, для многих отраслей промышленности основные теории и практики САПР являются общими, например принцип построения, формирование типовых задач и т.д. [38. С. 384].

### **1.3. Требования, предъявляемые к САПР швейной промышленности**

Большинство применяемых в производственном процессе САПР одежды рассчитаны на специалистов высокой квалификации, от которых зависит уровень проектно-конструкторской документации, что, в свою очередь, не может обеспечить производство конкурентоспособной продукции.

Следовательно, этапам автоматизации проектирования одежды должны предшествовать глубокая проработка предметной области [79] и высокая степень интеллектуализации подсистем проектирования.

Основную группу требований к современным САПР можно сформулировать как: гибкость, интеллект и интеграция.

Гибкость – способность быстро перестраиваться и адаптироваться к изменяющимся условиям производства, которую обеспечивают следующие характеристики:

- **открытость** системы для последующего наращивания новыми модулями и версиями САПР, что обеспечивает **развитие** новых функциональных возможностей;

- **наращивание** – возможность подключения к эксплуатируемой системе дополнительного количества рабочих мест и оборудования;

- функциональная **достаточность** системы обеспечивает автоматизацию выполнения основных проектных процедур;

- **преемственность** – возможность замены действующей системы на новые, более мощные версии, работающие с ранее сформированной базой данных.

Интеллектуализация системы – оптимизация процедур и маршрутов проектирования возможны за счет:

- использования современных технологий хранения и структурирования данных и объектов проектирования баз данных и баз знаний;

- интеллектуального **интерфейса** системы, «дружелюбности» системы к пользователю, т.е. простоты запуска программ, удобства диалога, быстрого доступа к часто используемым функциям.

**Интеграция** подсистем САПР – возможность согласованных маршрутов объектно-функционального комплекса подсистем, реализованного через принципы информационного обмена между отдельными проектными процедурами.

#### 1.4. Основные термины и понятия

Система автоматизированного проектирования (САПР в англоязычном написании CAD System – Computer Aided Design System) – это система, реализующая проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ.

В настоящий момент существует несколько классификационных подгрупп, из них три основных: машиностроительные САПР (MCAD – Mechanical Computer Aided Design), архитектурно-строительные САПР (CAD/AEC – Architectural, Engineering, and Construction), САПР печатных плат (ECAD – Electronic CAD/EDA – Electronic Design Automation). Наиболее развитым среди них является рынок MCAD, по сравнению с которым секторы ECAD и CAD/AEC довольно статичны и развиваются слабо [32]. Рассмотрим теоретические основы автоматизированного проектирования в различных областях производства для определения понятийного аппарата методологической базы.

## **Системы автоматизированного проектирования. Общие определения**

По результатам исследований технической литературы, государственных стандартов, а также электронных ресурсов был отобран ряд определений понятия «система автоматизированного проектирования». Обзор определений приведен в следующем цитатнике:

*САПР* – это комплекс технических средств и программного обеспечения, предназначенный для автоматизированного проектирования технических объектов с участием человека [30];

– организационно-техническая (человеко-машинная) система, которая создается с целью взаимодействия проектировщиков и программно-технических средств в процессе проектирования. Взаимодействие осуществляется коллективно, т.е. САПР обеспечивает совместную работу группы проектировщиков и группы специалистов по программированию и ЭВМ. Проектировщики занимаются передачей, обработкой и оформлением проектной информации на различных стадиях проектирования, а в функции программистов и компьютерщиков входит непосредственно создание и развитие САПР [4. С. 16];

– система, предназначенная для выполнения проектных работ с применением компьютерной техники, позволяющая создавать конструкторскую и технологическую документацию [82];

– системный подход к процессу проектирования, который заключается в том, что многочисленные и весьма разнообразные по своему содержанию элементы процесса объединяются в своеобразную автоматизированную линию со строго регламентированной технологией, в ее основе лежит использование ЭВМ [45. С. 355];

– комплекс средств вычислительной техники для автоматизации проектирования, взаимосвязанных с необходимыми подразделениями проектной организации или коллективом специалистов – пользователей системы, выполняющих автоматизированное проектирование [45. С. 356];

– комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с проектными организациями (пользователями системы). САПР включает технические средства, математическое и программное обеспечение, информационное обеспечение, лингвистическое обеспечение (специальные языки, проблемно-ориентированные) [73. С. 93];

– организационно-техническая система, представляющая собой комплекс средств автоматизированного проектирования, взаимосвязанный с подразделениями проектной организации и выполняющий автоматизированное проектирование [80. С. 4];

– сложная программно-информационно-аппаратурная человеко-машинная система, построенная по иерархическому принципу, так что

каждый уровень иерархии отражает определенный уровень проектирования – структурный, функциональный и т.д. [7. С. 22];

– некоторый комплекс алгоритмов с диспетчером, реализованный в виде множества программ, объединенных в пакеты, библиотеки или модули, и автоматизированных рабочих мест, включающих необходимое для выпуска конструкторской документации оборудование [48. С. 11];

– комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с необходимыми подразделениями проектной организации или коллективом специалистов (пользователей системы), выполняющий проектирование [5. С. 76];

– коллектив проектировщиков, объединенных в рамках одной предметной области единой проектной задачей, общим и однородным организационным, методическим, программным и информационным обеспечением на основе определенных технических средств [55].

ГОСТ 34.003-90 определяет понятие автоматизированной системы (АС) как систему, состоящую из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующую информационную технологию выполнения установленных функций [27].

В зависимости от вида деятельности ГОСТ 34.003-90 выделяет следующие виды АС: автоматизированные системы управления (АСУ), системы автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) и др. [27]

Определение САПР в соответствии с ГОСТ не дает полного представления о предмете исследования. Поэтому необходимо на основе выделенных в различных источниках определений представить обобщенное понятие, которое будет конечным, истинным, полностью отражающим все стороны исследования.

Следует отметить, авторы выбранных определений опираются на определение САПР, представленное в ГОСТ 235010-79, который определяет САПР как организационно-техническую систему, состоящую из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимодействующего с подразделениями проектной организации и выполняющую автоматизированное проектирование [26]. Обратимся к толковому словарю С.И. Ожегова. Он определяет понятие системы как нечто целого, представляющего собой единство закономерно расположенных и находящихся во взаимной связи частей [56. С. 708]. Комплекс, по словарю, это совокупность, сочетание чего-либо [56. С. 282].

Рассматривая проектирование как систему, будем подразумевать, что система включает в себе то, что проектируется (объект проектирования), и тех, кто проектирует (проектировщики), а также то, без чего невозможно проведение процесса – средства проектирования [72. С. 6].

Из всего изложенного следует, что *САПР – это сложная человеко-машинная система, построенная по иерархическому принципу, которая*

*представляет собой единство связанных частей (подсистем). В свою очередь каждая подсистема будет отражать определенный уровень проектирования.*

## **База данных**

Цитатник наиболее емких определений баз данных, представленных разными авторами и определенными стандартами по отраслям производства, приводится ниже:

*База данных (БД) – это совокупность связанных данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования, независимая от прикладных программ. БД является информационной моделью предметной области [82];*

– структурированная совокупность связанных данных конкретной предметной области разнообразного назначения, в которой отражаются состояние объектов, их свойства и взаимоотношения [73. С. 142];

– совокупность файлов, отображающая состояние объектов и их отношений в условиях САПР, совокупность файлов специально организованная и обрабатываемая с целью создания массивов данных, их обновление и получение справок [73. С. 145];

– совокупность взаимосвязанных и хранящихся в удобном для использования виде данных [73. С. 153];

– совокупность массивов данных, организованных таким образом, чтобы обеспечить быстрый и удобный поиск любых данных по запросу или их перемещение и корректировку [7. С. 35];

– структурированная совокупность связанных данных конкретной предметной области разнообразного назначения, в которой отражаются состояние объектов, их свойства и взаимоотношения [81. С. 191];

– идентифицированная совокупность взаимосвязанных данных, предназначенных для многоцелевого использования при решении следующих задач: проектирование технологических процессов, проектирование технологического оснащения, описание объектов производства, генерирование описаний, документирование текстовой и графической информации, пространственное представление [93. С. 86];

– именованная совокупность данных, отражающая состояние объектов и их отношений в рассматриваемой предметной области [46];

– любая информация, в которой имеются связанные по определенному признаку элементы, хранимые и организованные особым образом – как правило, в виде таблиц [63];

– это некоторое подобие электронной картотеки, электронного хранилища данных, которое хранится в компьютере в виде одного или нескольких файлов [63];

– электронные хранилища информации, доступ к которым осуществляется при помощи одного или нескольких компьютеров [61];

– объективная форма представления и организации совокупности данных (например статей, расчетов), систематизированных таким образом, чтобы эти данные могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ [35];

– совокупность данных, расположенных в файле, используемом программами, которые могут копировать или изменять данные, но при этом пользователи не изменяют метод, при помощи которого эти данные записаны [35];

– совокупность взаимосвязанных данных при такой минимальной избыточности, которая допускает их использование оптимальным образом для одного или нескольких приложений в определенной предметной области человеческой деятельности [18. С. 7];

– именованная совокупность данных, отражающая состояние объектов и их отношений и рассматриваемой предметной области [64];

– совокупность массивов данных, организованных таким образом, чтобы обеспечить быстрый и удобный поиск любых данных по запросу, или их перемещение и изменение [65].

*Автоматизированная база данных.* Существует несколько видов достаточно самостоятельных подсистем, каждая из которых обладает определенным набором функций и задач. Одной из таких самостоятельных подсистем является подсистема информационного поиска. Подсистема информационного поиска – это комплекс языково-алгоритмических средств, предназначенный для хранения, поиска в каком-либо множестве элементов (документов, стандартов, чертежей выполненных конструкций, патентов, характеристик материалов и т.п.) и представления информации, отвечающей на запрос, предъявленный этой подсистеме [30. С. 16]. Такую подсистему также называют информационно-поисковой подсистемой, которую часто определяют банком данных (БнД), или автоматизированной базой данных (АБД) [4. С. 25].

ГОСТ 34.003-90 определяет базу данных (БД) как совокупность упорядоченной информации, используемой при функционировании САПР [27].

Современные авторы часто употребляют термины «банк данных» и «база данных» как синонимы, однако в общеотраслевых руководящих материалах по созданию банков данных Государственного комитета по науке и технике (ГКНТ), изданных в 1982 году, эти понятия различаются. В материалах приводятся следующие определения банка данных, базы данных и системы управления базами данных [64]:

Банк данных (БнД) – это система специальным образом организованных данных – баз данных, программных, технических, языковых, организационно-методических средств, предназначенных для обеспече-

ния централизованного накопления и коллективного многоцелевого использования данных [64].

База данных (БД) – именованная совокупность данных, отражающая состояние объектов и их отношений и рассматриваемой предметной области [64]. Под объектом понимается некоторое целое (явление, понятие, предмет, процесс, действие), обладающее рядом неотъемлемых свойств (качеств) [46].

Так как база данных является проекцией – отображением предметной области, для ее создания выделяют из предметной области некоторые объекты. Свойства и состояния этих объектов будут отражаться в базе данных. Кроме самих объектов, существуют также и отношения между ними. Отношения между объектами – взаимосвязь объектов предметной области [46]. Схема, представленная на рис. 1.1, отображает предметные связи между базой данных и предметной областью.



Рис. 1.1. Схематическое изображение понятия «база данных»

И, наконец, система управления базами данных (СУБД) — совокупность языковых и программных средств, предназначенных для создания, ведения и совместного использования БД многими пользователями [64].

Из вышеизложенного можно предположить, что в БД выделяются две составляющие: непосредственно БД и СУБД [4, 45, 46, 64]. СУБД выполняет следующие функции:

- поиск данных для других подсистем САПР;
- запись новых данных; стирание устаревших записей;
- перезапись данных с одних машинных носителей на другие.

Как видно, функции СУБД универсальны, несмотря на жесткую привязанность БД к объектам проектирования [4. С. 25].

Хотелось бы подробнее остановиться на понятии «база данных». Большинство авторов определяют БД как совокупность данных, файлов или информации [82, 73, 81, 93]. Термин «информация» в узком смысле – это приращение знаний, в более широком – некоторые сведения [45. С. 360]. Понятие «информация» тесно связано с семантикой. Семантика – значение, смысл слова. «Данные» – сведения, необходимые

для какого-нибудь вывода, решения [56]. Термин «данные» рассматривается как носитель информации.

На основании анализа всех формулировок понятия «база данных» можно выделить обобщенное определение. *База данных – структурированная совокупность связанных данных конкретной предметной области разнообразного назначения, организованных по определенным правилам, в которых отражается состояние объектов, их свойства и взаимоотношения. БД является семантической (информационной) моделью предметной области.*

Информация, хранящаяся в БД, предназначена для многоцелевого использования при решении следующих задач: проектирование технологических процессов, создание технического задания, документирование текстовой и графической информации и др. [93]. Информационные массивы БД разделяют на статические и динамические. Статическая информация образуется в основном данными справочного характера (стандарты, нормалы, каталоги и т.п.) и мало изменяется от проекта к проекту. Динамическая информация образуется данными, полученными в результате процесса проектирования, и существенно изменяется от проекта к проекту. Содержание статических и динамических массивов устанавливается таким образом, чтобы полностью включить всю необходимую информацию для работ всех проектирующих подсистем, причем взаимодействие осуществляется через базу данных [4. С. 25].

При организации данных в БД используются следующие подходы:

- реляционный;
- сетевой;
- иерархический [13, 36, 29, 14].

Сетевая модель данных представлена элементами данных, где каждому элементу данных соответствует имя (код) при описании БД. По этому имени к нему обращаются при обработках. При этом формирование конечного результата осуществляется через однозначную связь между элементами.

База данных иерархической модели может иметь только древовидную структуру. Совокупность корневой записи и множество подчиненных ей записей других типов называют деревом. Количество деревьев в БД определяется числом корневых записей. Принцип иерархической структуры предполагает дублирование данных, что увеличивает объем информации.

Наиболее целесообразным и широкоиспользуемым является реляционный подход к организации данных в БД, который основан на матричной системе и обеспечивает альтернативный выбор проектных решений. Поэтому данный подход является наиболее приемлемым для целей проектирования одежды.

## Основные принципы построения базы данных

Одно из перспективных направлений развития САПР является формирование не только баз данных, но и баз знаний. Построение баз данных основано на использовании информационной системы [36].

Информационная система (ИС) служит для сбора и накопления информации, ее эффективного использования для всевозможных целей. Автоматизация ИС осуществляется с помощью вычислительной техники [13, 36, 29]. При этом информация представляется в виде данных, хранящихся в памяти компьютера (детали конструкции, набор конструктивно-декоративных элементов и т.п.).

Данные, хранящиеся в БД, называются объектами. Между объектами существуют отношения, связывающие их друг с другом, которые определяются последовательностью формирования проектного решения. Существенно то, что эти связи составляют такую же часть операционных данных, как и объединяемые ими объекты. Поэтому они должны быть представлены в базе данных [93, 46, 63, 61, 35, 18, 64, 65, 9, 54]. Объектом может выступать как отдельная структурная единица, так и ее элемент.

Отличительной чертой БД следует считать совместное хранение данных с их описаниями. Современный подход требует, чтобы в программе были перечислены необходимые для обработки данные (система размерных признаков, прибавки и т.д.) и заданы требуемые форматы их представления. Важным является то, что при описании БД становится независимой от программ пользователей и составляет самостоятельный объект хранения. Эти описания обычно называют метаданными.

Пользователей ИС условно можно разделить на две группы:

- внутренние;
- внешние (конечные).

Внутренние пользователи разрабатывают информационную систему (ИС) и поддерживают ее функционирование (программисты, администраторы БД), конечные – те, для которых создается ИС.

Внешний пользователь ИС (проектировщик) имеет возможность обращаться к интересующим его данным, а одни и те же данные могут быть по-разному представлены в соответствии с потребностями пользователя. Это обеспечивается за счет «погружения» БД в специальную программную среду. При этом всякое обращение к данным осуществляется через некоторый программный фильтр, обеспечивающий, если это необходимо, предварительное преобразование запрошенных пользователем данных (рис. 1.2).

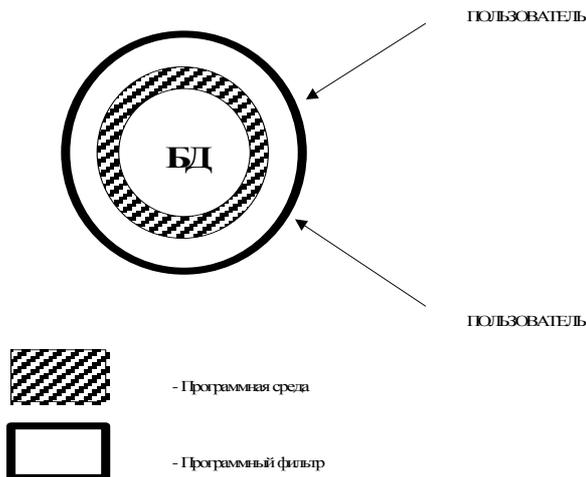


Рис. 1.2. Схема взаимодействия пользователей с БД

Главный компонент структуры автоматизированной ИС – система управления базами данных (СУБД). СУБД является программой, которая управляет доступом к базе данных. Программные составляющие СУБД включают ядро и сервисные средства. Ядро – это набор программных модулей, необходимый и достаточный для создания и поддержки БД. Сервисные программы предоставляют пользователям ряд дополнительных возможностей и услуг по обслуживанию информационной системы (справочная и сервисная информация) [18].

### Общая характеристика и структура базы знаний

Одно из решений проблемы формализации знаний – искусственный интеллект

Искусственный интеллект (ИИ) как научное направление, связанное с попытками формализовать мышление человека, имеет длительную историю. Еще Платон, Аристотель, Р. Декарт, Г.В. Лейбниц, Дж. Буль и многие другие исследователи на уровне современных им знаний стремились описать мышление как совокупность некоторых элементарных операций, правил и процедур.

Первые шаги в области исследований ИИ были направлены на изучение и осмысление процессов, протекающих в сложных, прежде всего, живых системах, включая мыслящие.

Одной из ключевых проблем создания ИИ является проблема представления и использования знаний. Ее разработка осуществляется различными направлениями ИИ [58].

В области ИИ понятие о знаниях сформировалось в ходе исследований по созданию принципов и техники работы с большими объемами данных и по построению баз данных (БД). Эффективность БД во многом зависит от того, каким именно способом организовываются, структурируются данные в памяти ЭВМ. До недавнего времени основную роль в этом играли формальные характеристики данных: принадлежность их некоторой табличной форме, вхождение в одну тематическую группу и т.д. Однако эффективность БД может быть существенно повышена, если связывать хранящуюся информацию не за счет форм тех или иных документов (таблиц, списков), а за счет тех отношений, которые существуют между фактами в предметной области. И отношения эти должны быть не случайными, ситуативными, а отражать существенные связи объекта, его природу, то есть возникла необходимость отображения в БД знаний об объекте. Такие БД стали называть интеллектуальными базами данных или базами (системами) знаний [21, 58].

Тенденция к интеллектуализации ЭВМ послужила причиной возникновения информационных семантических моделей БД или систем. Специфической особенностью их функционирования является семантическая переработка семантической информации, что обеспечивает естественный переход от баз данных к базам знаний (БЗ). БЗ, являясь логическим продолжением БД, поддерживают и моделируют некоторые элементы интеллектуальной деятельности человека, БД являются компонентом БЗ и образуют определенный уровень представления знаний [45. С. 360].

Большинство технической литературы не затрагивают тему существования баз знаний. Но ряд источников [24, 45, 95, 21, 58, 89] все-таки касаются проблемы создания баз знаний.

Итак, база знаний – семантическая модель, описывающая предметную область и позволяющая отвечать на такие вопросы из этой предметной области, ответы на которые в явном виде не присутствуют в базе данных. База знаний является основным компонентом интеллектуальных и экспертных систем.

Знанием является проверенный практикой результат познания действительности. Иначе говоря, знание – это накопленные человечеством истины, факты, принципы и прочие объекты познания. Поэтому в отличие от базы данных в базе знаний располагаются познаваемые сведения, содержащиеся в документах, книгах, статьях, отчетах. В базе знаний в соответствии с принятой в ней методологией классификации располагаются объекты познания, образующие совокупность знаний. В любом объекте представляется набор элементов знаний. Элементы знаний благодаря концептуальным связям, предоставляемым гиперсредой, объединяются, образуя базу знаний.

Базы знаний широко используются не только для получения пользователей тех или иных знаний. Они также применяются и при реше-

нии задач искусственного интеллекта. Так, в рамках экспертных систем используются два важных класса баз. Под экспертной системой понимается сложный программный комплекс, аккумулирующий в формальном виде знания специалистов в конкретных предметных областях [21]. Знания в экспертной системе организованы таким образом, чтобы знания о предметной области отделить от других типов знаний системы, таких, как общие знания о том, как решать задачи проектирования и др. В этом случае выделенные знания о предметной области будут являться базой знаний, тогда как общие знания о нахождении решений задач называются механизмом вывода [58]. Статическая база знаний содержит сведения, отражающие специфику конкретной области и остающиеся неизменными в ходе решения задачи. Динамическая база знаний используется для хранения данных, существенных для решения конкретной задачи и меняющихся в процессе этого решения (например во время проведения лабораторных исследований). Каждая база знаний включает набор сведений, правил и механизм логического вывода. Ее функционирование определяет «система управления базой знаний» [89].

БЗ содержит факты и правила (или другие представления знаний), использующие эти факты как основу для принятия решений. Механизм ввода содержит интерпретатор, определяющий, каким образом применять правила для вывода новых знаний, и диспетчер, устанавливающий порядок применения этих правил [58]. Такая структура БЗ представлена на рис. 1.3.

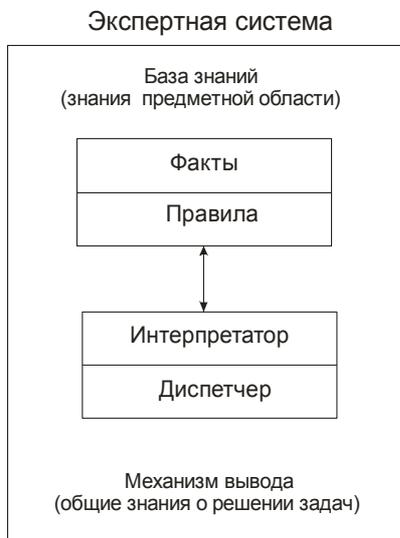


Рис. 1.3. Структурная схема базы знаний

Так, в чем же принципиальное отличие БЗ и БД? Главным и основным отличием этих двух баз является то, что в БД вся информация хранится в виде таблиц, в БЗ же, наоборот, имеет место смысловое описание информации. Вся информация структурирована.

При формировании БЗ соответствующей отрасли она последовательно заполняется базовыми категориями, производными категориями, образуя при этом понятийный уровень; алгоритмами, технологиями, принципами, конструкциями, образуя синтаксический уровень; и, наконец, характеристиками модельных преобразований, проектами машин и систем, образуя при этом семантический уровень знаний. Такое параллельное формирование БЗ и включение ее в САПР позволяют последовательно наращивать интеллектуальность САПР [24].

На основе вышеизложенного базу знаний можно определить следующим образом: *База знаний – это семантическая модель, содержащая в себе организованную совокупность знаний, которая поддерживает и моделирует некоторые элементы интеллектуальной деятельности человека.*

### **Определение понятия «автоматизированное рабочее место»**

*Автоматизированное рабочее место (АРМ) – это индивидуальный комплекс технических и программных средств, предназначенный для автоматизации профессионального труда специалиста [82];*

– место для решения сложных проектных задач в автономном режиме (для трех- и двухмерного представления объектов проектирования), инвариантные к различным видам объектов проектирования и для решения типовых инженерных конструкторских и технологических задач [73. С. 93];

– предназначены для решения сравнительно несложных задач и организации эффективного общения пользователя САПР с комплексом технических средств. Включает в свой состав миниЭВМ и (или) микроЭВМ, графические и символьные дисплеи, координатосъемщики, устройства символьного и графического документирования и другое с соответствующим базовым и прикладным программным обеспечением [80. С. 11];

– комплекс технических средств, обеспечивающий проектировщику оперативный и легкий доступ к ЭВМ, помогающий реализации интеграционных циклов проектирования в рамках диалоговых режимов работы, позволяющий обмениваться с ЭВМ информацией в графической форме [80. С. 49];

– рабочее место, которое используется для решения отдельных проектных задач, не требующих высокой производительности и большого объема оперативной памяти и связанных в основном с редактиро-

ванием графической и текстовой информации и ее документированием [80. С. 50];

- комплекс для организации диалога между ЭВМ и проектировщиком с широким использованием графической информации. В состав АРМ обычно входят мини-ЭВМ, алфавитно-цифровой или графический дисплей, устройство графического ввода и чертежный автомат [48. С. 51];

- диалоговый графический комплекс проектирования, предназначенный для автоматизации операций по подготовке, преобразованию и редактированию текстовой и графической информации, решения конструкторских задач [48. С. 251];

- индивидуальный комплекс технических и программных средств, предназначенный для автоматизации профессионального труда специалиста и обеспечивающий подготовку, редактирование, поиск и выдачу на экран и печать необходимых ему документов и данных; АРМ обеспечивает оператора всеми средствами, необходимыми для выполнения определенных функций [6];

- рабочее место оператора, диспетчера, конструктора, технолога и др., оснащенное средствами вычислительной техники для автоматизации процессов переработки и отображения информации, необходимой для выполнения производственного задания [6];

- используемый проектировщиком комплекс технических средств на основе компьютера, оснащенного внешними устройствами и проблемно-ориентированным программным обеспечением [55];

- комплекс, ориентированный на решение задач по подготовке, преобразованию и редактированию текстовой и графической информации, получению документации на машинных носителях, решению схемотехнических и конструкторских задач в автономном режиме [81. С. 28];

- проблемно-ориентированный вычислительный комплекс, который представляет собой набор программно-управляемых устройств, объединенных производительной ЭВМ с развитой системой общего и специального программного обеспечения [81. С. 128];

- совокупность технических и программных средств, позволяющих управленческим, инженерно-техническим работникам и служащим разных уровней на основе достоверной, своевременной, проблемно-ориентированной по отбору, полноте, достаточности и доступности к восприятию информации формулировать управленческие, плановые, проектно-конструкторские, экспертные, обучающие и другие решения [9. С. 3];

- профессионально-ориентированные малые вычислительные системы, расположенные непосредственно на рабочих местах специалистов и предназначенные для автоматизации их работ [9. С. 5].

Остановимся более подробно на рассмотрении вопросов, связанных с техническим обеспечением, так как необходимо дать более емкое определение автоматизированному рабочему месту (АРМ).

Анализ специальной литературы показывает, что некоторые авторы рассматривают АРМ как рабочее место [73, 80], другие же говорят об АРМ как о комплексе технического обеспечения.

ГОСТ 34.003-90 определяет АРМ как программно-технический комплекс САПР, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида [27]. Данная формулировка понятия АРМ не дает полного представления о предмете исследования, поэтому постараемся его несколько расширить и дать полное определение, которое раскроет сущность АРМ.

Если проследить связь между обозначенными определениями, можно выделить их общую идею, но при этом рассматривать АРМ как комплекс технических средств. АРМ представляет собой комплекс технических средств, расположенный непосредственно на рабочих местах специалистов и предназначенный для автоматизации их работ [82, 48]. АРМ включает в свой состав мини-ЭВМ и (или) микро-ЭВМ, графические и символьные дисплеи, координатосъемщики, устройства символьного и графического документирования и другое с соответствующим базовым и прикладным программным обеспечением [80].

Для каждого объекта проектирования необходимо предусматривать АРМ, которые бы соответствовали своему функциональному назначению. Однако принципы создания АРМ должны быть общими – это системность, гибкость, устойчивость, эффективность. Согласно принципу системности АРМ следует рассматривать как системы, структура которых определяется функциональным назначением.

Принцип гибкости означает приспособляемость системы к возможным перестройкам благодаря модульности построения всех подсистем и стандартизации их элементов.

Принцип устойчивости заключается в том, что система АРМ должна выполнять основные функции независимо от воздействия на нее внутренних и внешних возможных факторов. Это значит, что неполадки в отдельных ее частях должны быть легко устранимы, а работоспособность системы – быстро восстановима.

Эффективность АРМ следует рассматривать как интегральный показатель уровня реализации приведенных выше принципов, отнесенный к затратам по созданию и эксплуатации системы.

Итак, так что же такое АРМ? В общем случае, *АРМ – это индивидуальный комплекс технических средств, предназначенный для автоматизации профессионального труда специалиста и обеспечивающий подготовку, редактирование и передачу на экран и печать необходимых ему документов и данных; АРМ обеспечивает оператора всеми средствами, необходимыми для выполнения определенных функций; АРМ включает в свой состав мини-ЭВМ и (или) микро-ЭВМ, графические и символьные дисплеи, координатосъемщики, устройства сим-*

*вольного и графического документирования и другое с соответствующим базовым и прикладным программным обеспечением.*

АРМ можно рассматривать и как самостоятельную систему. В этом случае она может выступать как проектирующая подсистема. АРМ как проектирующая система используется при условии своего автономного существования, когда в результате взаимодействия с пользователем получают проектные решения и соответствующие проектные документы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Сформулируйте в общем случае определение системы автоматизированного проектирования.
2. Дайте концептуальное определение САПР одежды.
3. Охарактеризуйте понятие «автоматизированное рабочее место».
4. Сформируйте основные принципы построения баз данных.
5. Проведите сравнительный анализ баз данных и баз знаний
6. Перечислите основные требования, предъявляемые к САПР.
7. Выделите общую идею организации диалога между пользователем и ЭВМ.
8. Сформулируйте основные цели и задачи САПР одежды.
9. Дайте определение информационной системе.
10. Проследите этапы развития САПР различных видов производств.

## Тема 2. ПОДСИСТЕМЫ САПР ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

---

### 2.1. Определение понятия «подсистема»

В состав САПР входят функциональная и обеспечивающая части. Обеспечивающая часть представляет собой совокупность обеспечений: методического, лингвистического, математического, программного, информационного, организационного и, наконец, технического [30, 4, 92]. В отличие от функциональной обеспечивающая часть должна входить в систему всеми своими компонентами даже в случае различной степени совершенства каждой из них. При отсутствии любой составляющей обеспечивающей части нельзя говорить о существовании САПР в целом, поскольку все компоненты тесно взаимосвязаны [30].

Наиболее укрупненными элементами САПР являются подсистемы, которые принято выделять по функциональному признаку. Каждая подсистема решает в законченной форме достаточно самостоятельную группу задач автоматизированного проектирования.

Согласно ГОСТ 23501.0-89 подсистемы – составные структурные части САПР, которые представляют элементы всех «обеспечений» автоматизированного проектирования, необходимые для выполнения подсистемой ее функций, и по своим свойствам и функциям могут рассматриваться как отдельные системы [25]. Анализ технической литературы, а также электронных ресурсов позволил сформировать ряд определений понятия «подсистема».

*Подсистема* – набор объектов и подсистем, обеспечивающих некоторую функциональность и взаимодействующих между собой в соответствии с их интерфейсами [58. С. 115];

– часть САПР, отвечающая за информационное и техническое обеспечение системы, за выполнение работ на различных этапах проектирования [82];

– составная структурная часть САПР, жестко связанная с организационной структурой проектной организации; в подсистемах при помощи специализированных комплексов средств решается функционально законченная последовательность задач САПР. По назначению подразделяются на проектирующие и обслуживающие [45. С. 355];

– составная структурная часть САПР, обладающая всеми свойствами систем и создаваемая как самостоятельная система [72. С. 10];

– выделяемая часть системы, с помощью которой можно получить законченные результаты [6. С. 78];

– ориентированные подсистемы на решение задач определенного этапа проектирования: инженерных расчетов, конструирования, создания проектной документации, технологической подготовки производства и др. Система обеспечивает ввод, хранение, обработку и вывод графической информации в виде инженерных документов [55];

– выделенная по некоторым признакам часть САПР, обеспечивающая получение законченных проектных решений и соответствующих проектных документов. Каждая подсистема состоит из набора задач, в функциональном отношении тесно связанных между собой и в то же время образующих некоторые автономные части системы. Существуют проектирующие и обслуживающие подсистемы [38. С. 384];

– выделенные по некоторым принципам составные части, обеспечивающие получение законченных проектных решений и соответствующих проектных документов [81. С. 15];

– отдельные единицы, основные функции которых – автоматизация отдельных участков наиболее трудоемких процессов проектирования, т.е. ввода и вывода информации, изготовления документации и т.д. [59];

– сложные комплексы проектирования, направленные на автоматизацию проектирования отдельных узлов сложных изделий [83].

В зависимости от назначения подсистемы могут быть:

- проектирующие,
- обслуживающие.

*Проектирующая подсистема* имеет те же функции, что и САПР в целом, но применительно к более узкому кругу задач. Она выполняет самостоятельный этап проектирования в законченной форме, т.е. с выдачей соответствующей документации [4. С. 24];

– подсистема, имеющая объектную ориентацию и реализующая определенный этап проектирования [45. С. 355];

– подсистема, выполняющая проектные процедуры и операции [80. С. 10].

В зависимости от отношения к объекту проектирования проектирующие подсистемы делятся на:

- объектно-ориентированные (объектные),
- объектно-независимые (инвариантные).

В объектных подсистемах выполняются процедуры и операции, непосредственно связанные с конкретным типом объектов проектирования; в инвариантных подсистемах – унифицированные процедуры и операции, имеющие смысл для многих типов объектов проектирования [80. С. 11];

В зависимости от степени специализации по типам объектов различают проектирующие подсистемы объектно-ориентированные (объектные) и объектно-независимые (инвариантные): объектная – осуществляет проектирование некоторого объекта (класса объектов) на определенной стадии проектирования; инвариантная – выполняет функции управления и обработки информации, не зависящие от особенностей проектируемого объекта [38. С. 384];

- подсистема, предназначенная для решения задач отдельных этапов либо уровней [81. С. 15];

- объектные (объектно-ориентированные) подсистемы осуществляют непосредственное проектирование; инвариантные (объектно-независимые) подсистемы выполняют функции управления и обработки информации, не зависящие от объекта проектирования [5. С. 20].

*Обслуживающая подсистема* – подсистема, имеющая общесистемное применение и обеспечивающая поддержку функционирования проектирующих подсистем, а также оформление, передачу и вывод полученных в них результатов [45. С. 355];

- подсистема, предназначенная для поддержания работоспособности проектирующей подсистемы [80. С. 10];

- подсистема, выполняющая те или иные вспомогательные функции [38. С. 385];

- подсистема, выполняющая вспомогательные функции [81. С. 15];

- подсистемы, обеспечивающие функционирование проектирующих подсистем, их совокупность часто называют системной средой (или оболочкой) САПР. Типичными обслуживающими подсистемами являются подсистемы управления проектными данными, подсистемы разработки и сопровождения программного обеспечения CASE (Computer Aided Software Engineering), обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР [67].

подавляющее большинство изученных источников определяют подсистему как составную структурную часть САПР. Если провести соответствие через все выделенные определения, можно обозначить их общую идею: подсистемы обеспечивают получение законченных проектных решений и соответствующих проектных документов. Учебное пособие по машиностроению определяет подсистему еще более просто – как выделяемую часть системы, с помощью которой можно получить законченные результаты [6. С. 78]. Таким образом, обобщенное понятие подсистемы можно сформулировать следующим образом: *Подсистема – это составная структурная часть САПР, которая при помощи специализированных комплексов выполняет и реализует законченные проектные решения и соответствующие проектные документы.*

## 2.2. Классификация подсистем

Как было отмечено в предыдущем параграфе, функциональная часть САПР представлена в виде набора подсистем, удовлетворяющих поставленным целям проектирования: технологической подготовки производства, моделирования, информационного поиска, инженерных расчетов, управления САПР, испытаний, изготовления, машинной графики [30. С. 15]. Подсистемы различаются по назначению и по отношению к объекту проектирования. Схема классификации подсистем представлена на рис. 2.1.

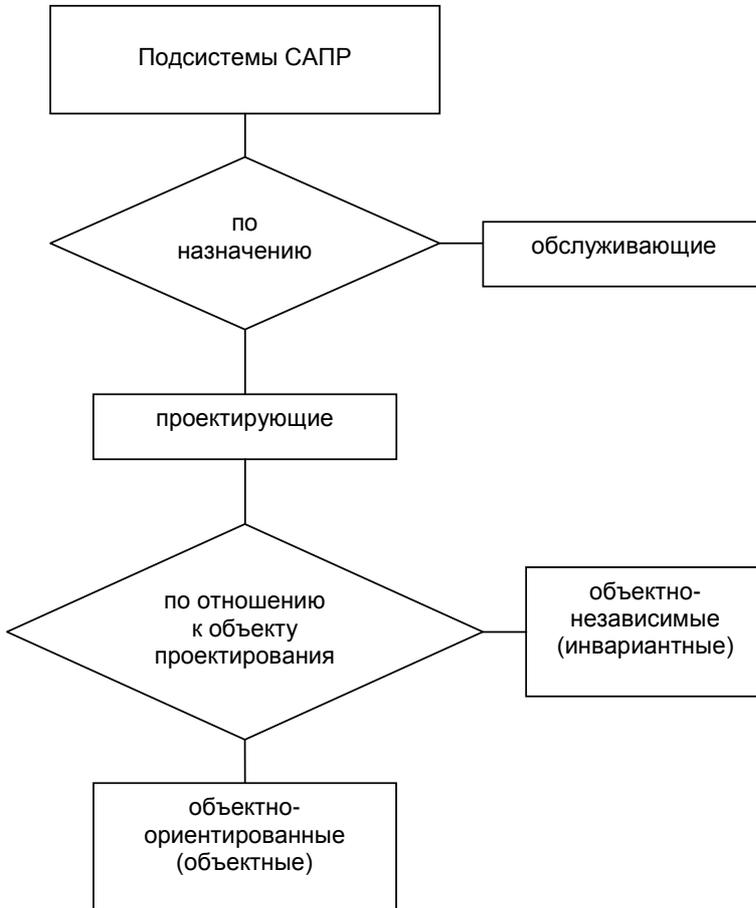


Рис. 2.1. Классификация подсистем

Процесс проектирования в САПР, то есть непосредственное решение проектных задач, выполняется с помощью проектирующих подсистем [4. С. 24].

Каждая проектирующая подсистема имеет почти те же функции, что и САПР в целом, но предназначена для решения задач отдельных этапов либо уровней. Таким образом, *проектирующая подсистема выполняет законченный этап проектирования, то есть определяет конечный результат. Функции проектирующих подсистем реализуются в САПР с помощью программного обеспечения.*

Проектирующие подсистемы, в свою очередь, по отношению к объекту проектирования делятся на объектно-ориентированные (объектные) и объектно-независимые (инвариантные) [24. С. 6].

Обратимся к словарю С.И. Ожегова. Понятие «инвариант» определяет как некую величину, остающуюся неизменяемой при тех или иных преобразованиях [56. С. 241]. «Объект» – явление, предмет, на который направлена чья-нибудь деятельность [56. С. 432]. Таким образом, из представленных формулировок понятия объектных и инвариантных подсистем и кратких определений понятий «инвариант» и «объект» следует, что:

– *объектные подсистемы* выполняют проектные процедуры или операции, которые непосредственно связаны с конкретным объектом проектирования;

– *инвариантные подсистемы* – это подсистемы, которые только унифицируют проектные процедуры и операции. Инвариантные подсистемы выполняют функции управления и обработки информации, независимые от особенностей проектируемого объекта [38].

Остановимся на обслуживающих подсистемах. Все источники дают достаточные краткие и сжатые определения. В большинстве случаев *обслуживающую систему* рассматривают как систему, выполняющую те или иные вспомогательные функции. Горбатов [24] и Норенков [54] определили обслуживающую подсистему более конкретно, но все-таки расплывчато. По определению указанных авторов, обслуживающие подсистемы предназначены для поддержания работоспособности проектирующей подсистемы. Это определение обслуживающей подсистемы затрагивает ее взаимосвязь с проектирующей подсистемой, но не дает точного представления об основных ее функциях.

Наиболее точным определением обслуживающей подсистемы в пределах САПР одежды является определение Медведевой Т.В. [45]. Медведева Т.В. определяет ее как подсистему, имеющую общесистемное применение и обеспечивающую поддержку функционирования проектирующих подсистем, а также оформление, передачу и вывод полученных в них результатов [45]. При этом совокупность обслуживающих подсистем часто называют системной средой (или оболочкой)

САПР [67]. Типичными обслуживающими подсистемами являются подсистемы управления проектными данными, подсистемы разработки и сопровождения программного обеспечения. Кроме этого к обслуживающим подсистемам можно отнести обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР [24, 93].

### 2.3. Структура САПР одежды

Структурную схему типовой САПР можно представить в виде функциональной и обеспечивающей частей [30]. Структурная схема САПР представлена на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Структурная схема САПР

Функциональная часть САПР на схеме представлена в виде набора подсистем, удовлетворяющих поставленным целям проектирования: технологической подготовки производства, моделирования, информационного поиска, инженерных расчетов, управления САПР, испытаний, изготовления, машинной графики. Подсистемы являются основными структурными звеньями САПР и различаются по назначению и по отношению к объекту проектирования [30].

Каждая из составляющих САПР подсистем может быть определена как комплекс программных средств, предназначенных для выполнения определенного этапа процесса проектирования. Представленный в схеме перечень подсистем может быть применен для большинства САПР, но в швейной промышленности принято выделять другой ряд подсистем.

САПРО представляется следующими подсистемами:

- «Художник»;
- «Конструирование и моделирование»;
- Информационного поиска или «База данных»;
- «Построение лекал»;
- «Градация лекал»;
- «Конфекционирование»;
- «Раскладка»;
- «Технология»;
- «Учет»;
- «Планирование»;
- «Управление предприятием»;
- «Управление качеством».

Каждая подсистема осуществляет свои функции и задачи.

***Подсистема «Художник»:***

- создание эскизов и рисунков моделей;
- формирование цветовых решений;
- организация компьютерного каталога изделий.

***Подсистема «Конструирование и моделирование»:***

- построение базовых и модельных конструкций изделий по любой методике;
- построение лекал нужных размеров, ростов и полнот;
- перестройка лекал на конкретные фигуры с автоматическим контролем и корректировкой сопряжения деталей в каждом размере;
- создание табеля мер;
- проектирование изделий в трехмерном пространстве.

***Подсистема «База данных»:***

- хранение информации о лекалах, моделях, раскладках и необходимых массивов данных;

– передача указанной информации другим подсистемам и пользователям.

***Подсистема «Построение лекал»:***

- построение припусков на швы;
- оформление углов лекал в соответствии с технологической обработкой и сопряжения срезов;
- создание производных и вспомогательных лекал на базе основных;
- маркировка лекал (создание надписей);
- задание нити основы;
- комплектация лекал;
- автоматическое формирование документации на изделие (спецификации, табеля мер).

***Подсистема «Градация лекал»:***

- создание и хранение в базе данных таблиц размеров;
- техническое размножение лекал по размерам, ростам и полнотам;
- расчет промежуточных точек градации;
- перерасчет приращений в точках при моделировании;
- копирование правил градации с одной модели на другую.

***Подсистема «Конфекционирование»:***

- разработка требований к материалам для изготовления данного изделия;
- разработка требований к материалам, необходимым для приобретения;
- разработка требований к материалам, производимым по заказам предприятия;
- выбор конкретных материалов из имеющихся на предприятии;
- разработка конфекционной карты (выбор пакета материалов).

***Подсистема «Раскладка»:***

- проектирование раскладок в ручном, автоматическом и полуавтоматическом режимах с учетом рисунка материала, способа настиления и технологических требований;
- зарисовка раскладки в натуральную величину и раскроя на автоматизированный раскройный стол;

***Подсистема «Технология»:***

- создание и ведение баз данных оборудования, специальностей, тарифных ставок, неделимых и организационных операций;
- составление технологических последовательностей, схем разделения труда;
- расчет времени и стоимости изготовления.

***Подсистема «Учет»:***

- учет основных и вспомогательных материалов, фурнитуры, выполненных работ и готовой продукции.

***Подсистема «Планирование»:***

- планирование ассортимента коллекций;
- задание плана выпуска изделий;
- определение степени готовности моделей к запуску в производство;
- оперативный расчет производственных затрат, себестоимости и отпускной цены, потребности в материалах;
- планирование отгрузки и оплаты труда;
- передача данных в программу 1С Бухгалтерия.

***Подсистема «Управление предприятием»:***

- обеспечение руководителя оперативной информацией о динамике производства и реализации любого изделия за любой период;
- расчет производственных показателей формирования оптимального плана.

***Подсистема «Управление качеством»:***

- контроль качества изготавливаемых изделий;
- учет материалов на складе, а также контроль над правильностью их хранения.

## **2.4. Функции составляющих элементов САПР одежды**

Каждая подсистема САПР может быть структурирована путем разбиения на взаимосвязанные компоненты.

Каждый элемент САПР выполняет свои функции в общей функциональной структуре САПР, в том числе:

*Функции САПР* – совершенствование технологической подготовки производства, обеспечивающей высокое качество и эффективность проектных решений;

- выполнение проектных работ с применением компьютерной техники, позволяющей создавать конструкторскую и технологическую документацию;

- решение профессиональных задач, помогающих специалисту справиться с огромным объемом информации, систематизировано хранить, быстро находить, обрабатывать и многократно использовать наработанные данные, а также создавать на их основе новые информационные массивы;

- обеспечение совместной работы группы проектировщиков и группы специалистов по программированию и ЭВМ.

*Функции проектирующей подсистемы*

- выполнение задач, в функциональном отношении тесно связанных между собой и в то же время образующих некоторые автономные части системы. К ним относятся задачи определенного этапа проекти-

рования: инженерных расчетов, конструирования, создания проектной документации, технологической подготовки производства и др.;

- выполнение самостоятельного этапа проектирования в законченной форме, т.е. с выдачей соответствующей документации;

- ввод, хранение, обработка и вывод графической информации в виде инженерных документов.

*Функции базы данных:*

- обеспечение информацией как автоматизированных, так и ручных процессов проектирования;

- обеспечение быстрого и удобного поиска любых данных по запросу или их перемещения и корректировки;

- хранение информации, создание массивов данных, их обновление и получение справок.

*Функции автоматизированного рабочего места:*

- автоматизация профессионального труда специалиста;

- решение отдельных проектных задач, не требующих высокой производительности и большого объема оперативной памяти и связанных в основном с редактированием графической и текстовой информации и ее документированием;

- организация эффективного общения пользователя САПР с комплексом технических средств;

- обеспечение проектировщика оперативным и легким доступом к ЭВМ, помогающим реализовать этапы проектирования в рамках диалоговых режимов работы, позволяющих обмениваться с ЭВМ информацией в графической форме.

## **2.5. Взаимозаменяемость понятий и определений элементов автоматизированного проектирования**

Рассмотрим составляющие системы автоматизированного проектирования с точки зрения возможности их самостоятельного существования и определим условия, когда термины, или компоненты САПР будут взаимозаменяемы.

Необходимо заметить, что все компоненты САПР взаимосвязаны, но в некоторых случаях и при некоторых условиях можно говорить о том, что база данных является подсистемой, или автоматизированное рабочее место может существовать как достаточно автономная единица системы – проектирующая подсистема, или как самостоятельная САПР.

Так, при каких же условиях можно говорить о подобного рода «равенстве» некоторых определений, а точнее «равенстве» составных частей структуры САПР?

В существующих САПР не обязательно должен быть представлен весь набор функциональных подсистем – они могут сочетаться произвольно в зависимости от задач, стоящих перед системой. Все функциональные подсистемы тесно взаимосвязаны, поэтому зачастую невозможно провести между ними четкие границы. Некоторые подсистемы в зависимости от степени их развития или назначения могут существовать как самостоятельные системы (например, информационно-поисковые системы, графические и др.)

Такие преобразования одного понятия в другое затрагивают многие авторы [30, 4, 54, 87, 77]. В зависимости от характера базовой подсистемы – ядра САПР – выделяют несколько разновидностей САПР [54].

В рассмотренной классификации особый интерес вызывают САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования, а также САПР на основе СУБД.

САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования рассматриваются как системы, ориентированные на приложения, где основной процедурой проектирования является конструирование, то есть определение пространственных форм объекта. К этой группе систем относят большинство САПР в области машиностроения, построенных на базе графических ядер [54].

Все вышесказанное позволяет предположить, что в САПР одежды (САПРО) можно выделить подобного рода системы. В настоящее время в большинстве исследований по созданию САПРО основное внимание уделяется проработке основного структурного звена – подсистеме конструирования лекал, основное назначение которой проектирование базовых (БК) и исходных модельных конструкций (ИМК) [74, 88, 16, 91, 12, 20]. Развитие этого направления связано с внедрением новых информационных технологий [91].

Например, в подсистеме «Конструирование» основной процедурой проектирования является конструирование, в частности, создание комплекта лекал от базовой конструкции (БК) до модельной конструкции (МК). В этом случае можно допустить, что подсистема может выступать и как проектирующая подсистема, так и достаточно самостоятельная САПР.

Другой разновидностью автоматизированных систем является САПР на базе СУБД или так называемые информационные системы. Они ориентированы на приложения, в которых при сравнительно несложных математических расчетах перерабатывается большой объем данных. Такие САПР призваны собирать, компактно хранить и в нужный момент избирательно передавать необходимый файл информации на вход следующей подсистеме или по требованию конструктора на указанное им устройство [54].

Решить проблему качественного процесса проектирования позволяют конструкторские базы данных, которые представляют собой описания элементов конструкций или конструкций одежды в графическом или алфавитно-цифровом варианте. Основное условие эффективного использования БД выражено в интеграции хранимых данных. Цель создания конструкторской БД (КБД) является выбор проектного решения из некоторой совокупности объектов, составляющих базу данных. В случае, если БД существует самостоятельно, можно судить о БД как о подсистеме САПР или как о проектирующей подсистеме, где формируется законченное проектное решение, в данном случае ИМК или МК.

Создание САПР на базе АРМ следует признать прогрессивным по многим аспектам, главные из которых следующие: во-первых, процесс проектирования не зависит от выхода из строя одного из рабочих мест, во-вторых, независимая обработка данных избавляет проектировщика от потерь времени, связанных с выполнением задания другого, упрощает управление процессом проектирования.

В случае, если АРМ существует независимо, имеются все средства, чтобы выполнять на рабочем месте проектные задачи одного или нескольких этапов проектирования, тогда его можно считать самостоятельной проектирующей подсистемой, а в конечном итоге самостоятельной мини-САПР.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте определение подсистемы.
2. В чем принципиальные отличия обслуживающих и проектирующих подсистем?
3. Какие проектирующие подсистемы различают в зависимости от степени специализации по типам объектов?
4. Охарактеризуйте объектные и инвариантные подсистемы.
5. Назовите основные автономные подсистемы САПР одежды.
6. Определите основные функции автоматизированного рабочего места художника.
7. Назовите основные подсистемы САПР одежды.
8. Перечислите основные функции проектирующих подсистем.
9. Приведите примеры взаимозаменяемых компонентов САПР.
10. Какие подсистемы САПР одежды можно отнести к проектирующим и почему?

## Тема 3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР

---

### 3.1. Классификация обеспечения САПР

Взаимодействие подсистем осуществляется с помощью связей между их компонентами. Таким образом, как отдельные подсистемы, так и САПР в целом можно рассматривать как системы взаимосвязанных компонентов. Компоненты группируют по следующим видам обеспечений функционирования САПР и их подсистем: методического, лингвистического, математического, программного, технического, информационного и организационного [30, 4, 24, 92].

*Техническое обеспечение САПР* представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств, включающих ЭВМ и работающие под ее управлением внешние устройства, предназначенных для автоматизированного проектирования. Техническое обеспечение делится на группы средств программной обработки данных (процессоры и запоминающие устройства, в которых реализуются преобразования данных и программное управление вычислениями), подготовки, ввода и отображения данных, вывода, хранения и передачи данных [30. С. 15].

*Математическое обеспечение САПР* – математические модели объектов проектирования, а также методы и алгоритмы проектирования. Компоненты математического обеспечения значительно влияют не только на программно-технические средства их реализации, но и на качество и эффективность проектирования в САПР [4]. По существу оно оказывается основой для разработки программного обеспечения. Математический метод определяет постановку и способ решения конкретной задачи проектирования.

*Программное обеспечение САПР* представляет собой описание алгоритмов проектирования, использованных в данной САПР, а также документы с исходными текстами программ, программы на машинных носителях и эксплуатационные документы.

*Информационное обеспечение САПР* объединяет различные данные, необходимые для выполнения автоматизированного проектирования, которые могут быть представлены в виде документов на различных

носителях, содержащих сведения справочного характера о материалах, типовых проектных решениях, сведения о состоянии текущих разработок в виде проектных решений, параметров проектируемых изделий и т.п. Основной задачей информационного обеспечения является полное, надежное и своевременное поступление всей необходимой информации для решения задач системы при минимальном времени ожидания и наименьших затратах на создание и эксплуатацию.

*Лингвистическое обеспечение САПР* представлено совокупностью языков, применяемых для описания процедур автоматизированного проектирования и проектных решений, а также языками программирования. Языки проектирования образуют символы и правила построения из них описаний объекта проектирования.

*Методическое обеспечение САПР* составляют документы, содержащие правила проектирования в данной системе [4], и определяет объект проектирования, процесс проектирования и взаимосвязь между машиной человеком, т.е. что проектировать и как управлять процессом проектирования [38]. Оно формируется на основе тщательной проработки и анализа методологии проектирования.

*Организационное обеспечение САПР* включает в себя положения, инструкции, приказы, штатные расписания, квалификационные требования и другие документы, регламентирующие организационную структуру подразделений и проектной организации в целом, взаимные отношения пользователей САПР и их взаимодействие со средствами автоматизации [30, 4].

### **3.2. Основные характеристики технического обеспечения**

Для начала обозначим, что такое «техническое обеспечение»? *Техническое обеспечение (ТО)* – средства вычислительной техники, организационной техники, техники измерений и передачи данных, а также их сочетания. Эти компоненты объединяются в вычислительные комплексы и вычислительные системы, которые составляют техническую базу САПР. Типичным примером вычислительного комплекса являются ЭВМ в соединении с внешними (периферийными) устройствами ввода, вывода и хранения информации, а также АРМ [4]. На основе такой формулировки структуру ТО САПР можно рассматривать как сеть узлов, связанных между собой средой передачи данных. Структура ТО САПР представлена на рис. 3.1. Узлами (станциями данных) являются рабочие места проектировщиков, называемые АРМ или рабочими станциями (WS – Workstation) [54. С. 37].

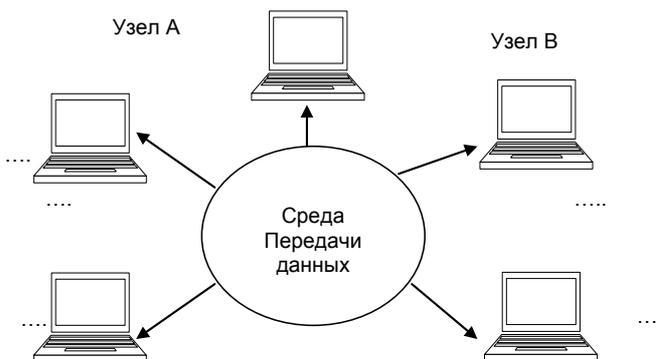


Рис. 3.1. Структура технического обеспечения САПР

### Требования к техническому обеспечению САПР

Требования к комплексу технического обеспечения САПР можно условно разделить на:

- системные,
- функциональные,
- технические,
- организационно-эксплуатационные.

Группа **системных** требований к ТО обеспечивает:

- эффективное выполнение всех функций автоматизированного проектирования с целью получения качественных проектных решений;
- выполнение всего процесса проектирования без изменения конфигурации оборудования;
- бесперебойное функционирование системы в течение всего цикла проектирования;
- требуемый уровень точности (достоверности) принимаемых решений;
- защиту от внешних воздействий, в т.ч. от несанкционированного вмешательства;
- возможность работы широкого круга пользователей;
- приемлемую стоимость оборудования.

**Функциональные** требования к ТО обеспечивают:

- реализацию математических моделей и алгоритмов программ;
- систему поиска данных;
- документирование результатов проектирования;
- наглядность информации;
- возможность работы в различных режимах (автоматическом, интерактивном);

– вывод результатов работы.

**Технические** требования закладываются на этапе разработки ТО. Выражаются в виде количественных, качественных и номенклатурных значений характеристик и параметров:

- производительность
- быстродействие
- пропускная способность
- разрядность
- объем хранимой информации
- виды носителей информации.

Перечень группы требований к ТО **организационно-эксплуатационного** характера предъявляется с целью обеспечения нормальных условий эксплуатации и обслуживания САПР и представлен следующими позициями:

- эргономика и техническая эстетика;
- безопасность персонала при эксплуатации;
- уровень квалификации персонала;
- централизованное техническое обслуживание;
- звукоизоляция;
- климатические условия помещений.

При определении конфигурации оборудования для комплексной САПР приведенная группа требований является обязательно необходимой для успешного и эффективного функционирования.

### **Виды оборудования**

Конфигурация и набор технического обеспечения каждой конкретной САПР определяется спецификой производства.

Типовой набор оборудования для функционирования САПР в пределах одного предприятия малой и средней мощности может быть представлен следующими позициями:

- 3–6 ПК типа IBM PC/AT
- 1 дигитайзер формата А0, либо А1
- 1–2 графопостроителя форматов А0-А1 и А3-А4
- 1 принтер.

Распределение функций по рабочим местам при указанной комплектности оборудования происходит следующим образом:

- информационная БД о лекалах, моделях, раскладках;
- автоматизированное рабочее место конструктора;
- 2 автоматизированных рабочих места раскладчика;
- рабочее место управления плоттером;
- рабочее место управления автоматизированным раскройным столом.

При формировании парка оборудования САПР особый акцент необходимо сделать на выборе периферийного оборудования, такого как дигитайзер (графический планшет) и плоттер (графопостроитель).

Дигитайзер (рис. 3.2) – устройство для ввода графической информации (чертежей, лекал, рисунков) от руки непосредственно в память ПК. Состоит из основания и курсора, перемещаемого по его поверхности. Изначально предназначалось для оцифровки изображений. При нажатии на кнопку курсора его месторасположение на поверхности планшета фиксируется, а координаты передаются в компьютер. Принцип действия дигитайзера основан на фиксации месторасположения курсора с помощью встроенной в планшет сетки, состоящей из проводочных и печатных проводников с довольно большим расстоянием между ними (от 3 мм до 6 мм).



Рис. 3.2. Напольный дигитайзер для оцифровки лекал

По технологии изготовления дигитайзеры делятся на два типа:

- электростатические (ЭС);
- электромагнитные (ЭМ).

В первом случае регистрируется локальное изменение электрического потенциала сетки под курсором. Во втором – курсор излучает электромагнитные волны, а сетка служит приемником. Независимо от принципа регистрации существует погрешность в определении координат курсора, называемая точностью дигитайзера.

Конструктивно планшеты бывают жесткими и гибкими. Отличия гибких планшетов от жестких:

- низкая цена;
- небольшой вес (до 7 кг в упаковке);
- компактность при транспортировке.

Основные характеристики дигитайзеров:

- тип курсора,

– точность вычерчивания, м,

– ориентировочная цена.

Работать без дигитайзера можно в тех случаях, если:

– конструкция строится «с нуля»;

– базовая конструкция имеется в БД подсистемы.

Плоттер – устройство для вывода на печать. Основные характеристики графопостроителей:

– тип

- рулонный
- планшетный
- рулонно-планшетный

– формат, мм

– функция вырезания

– точность вычерчивания, мм

– скорость максимальная, мм/с

- вычерчивания
- вырезания

– интерфейс

– занимаемая площадь, м<sup>2</sup>

– потребляемая мощность, кВт

– масса

– ориентировочная цена.

Виды плоттеров с рулонной подачей бумаги представлены на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Виды плоттеров с рулонной подачей бумаги

В заключение хотелось бы отметить, на данный момент рынок периферийного оборудования настолько многообразен, что предприятие может достаточно легко выбрать для своего уровня производства подходящую модель. Вопрос только в том, адаптировано ли программное обеспечение установленной САПР к выбранному оборудованию.

### **3.3. Характеристика программного обеспечения**

Программное обеспечение САПР представляет собой совокупность программ, предназначенных для эффективного функционирования конкретной САПР.

**Программной** называют данные, предназначенные для управления конкретными компонентами САПР, реализующие определенный алгоритм [96. С. 166]. Физически в состав ПО входят:

- документы с текстами программ;
- программы;
- эксплуатационные документы.

Различают системное и прикладное (специализированное) ПО. **Системное** ПО предназначено для поддержания работоспособности системы и содержит набор программных средств для повышения эффективности ее использования. К основным функциям системного программного обеспечения относят:

- управление процессом вычислений;
- ввод, вывод и обработка информации;
- установление диалога между пользователем и системой;
- хранение, поиск, сортировка и идентификация данных, защита их целостности и защита от несанкционированного доступа;
- контроль и диагностика комплекса.

**Прикладное (специализированное)** ПО включает прикладные программы и пакеты прикладных программ, основной функцией которых является формирование проектных решений. Прикладной называют программу, предназначенную для решения задачи или класса задач в определенной области применения системы. Систему прикладных программ, предназначенную для решения задач определенного класса, называют пакетом прикладных программ.

В целом, состав и структура ПО определяются составом и структурой САПР и ее подсистем. Программное обеспечение – столь же важное и необходимое средство автоматизации проектирования, как и технические средства (вычислительная техника, сетевое и периферийное оборудование). Однако, в отличие от технических средств, являющихся универсальным инструментарием, используемым в одинаковом или почти одинаковом составе в различных САПР, прикладное программное

обеспечение является оригинальным инструментом автоматизации и отражает специфику конкретной системы 963. С. 167].

## **Виды программного обеспечения САПР одежды**

Процесс автоматизации проектирования в настоящее время следует рассматривать в комплексе как систему взаимосвязанных конструкторских, расчетных и технологических программных инструментов на всех стадиях проектирования. Все современные CAD/CAM/CAE системы в зависимости от решаемых ими задач можно разделить на две группы:

- специализированные,
- универсальные.

Специализированные программные комплексы могут использоваться как автономно, так и включаться в состав универсальных систем.

Универсальные системы предназначены для комплексной автоматизации процессов проектирования, анализа и производства продукции.

В зависимости от специфики процесса и объекта проектирования ПО для САПР одежды можно структурировать на:

- графические системы, обеспечивающие процесс черчения;
- конструкторские библиотеки различных видов одежды, открытые для пользователя;
- набор прикладных программ (раскладка, грация, автоматический раскрой).

Как правило, все выделенные группы программ носят прикладной характер, что не влияет на характеристики результатов проектирования.

**Графические системы** относятся в большинстве случаев к универсальным комплексам, идеология которых базируется на создании параметрических объектах.

Изучение современных графических систем для обеспечения целей сквозного проектирования в САПР позволил выделить четыре системы лидера Autodesk AutoCAD, T-Flex, 3D-StudioMax и КОМПАС. Каждая из них обладает практически полным набором функций и дает возможность проектировать чертежи деталей и узлов любого уровня сложности как двух-, так и трехмерные. Во всех системах имеется универсальный набор выходных форматов файлов, позволяющий строить на их основе сквозные интегрированные системы [17].

Достоинства использования подобного рода систем очевидны:

- эффективное ведение диалога;
- широкий набор инструментария;
- качественная графика;
- наличие средств программирования для решения специализированных задач;
- потенциал для расширения функциональных возможностей.

**Конструкторские библиотеки** являются единой исходной базой для проектирования новых моделей одежды в автоматизированном режиме, которые могут быть реализованы в виде набора прикладных программ, сформированных автономно, либо в результате работы системы.

Библиотеки конструктивного решения могут быть представлены:

- набором базовых конструкций;
- набором типовых базовых конструкций;
- набором исходных и модельных конструкций;
- алгоритмами описания конструктивных модулей;
- алгоритмами описания отдельных элементов конструкции.

### **3.4. Определение связей между элементами САПР. Логическая структура САПР**

Для полноты представления функционирования САПР определим связи между элементами структуры САПР. САПР – это сложная система, которая может рассматриваться на различных уровнях детализации. Наиболее укрупненными элементами САПР являются подсистемы, которые, как уже отмечалось выше, выделяются по функциональному признаку. Каждая подсистема решает в законченной форме достаточно самостоятельную группу задач автоматизированного проектирования. Представление САПР в виде взаимосвязанных функциональных подсистем соответствует верхнему (наиболее общему) уровню детализации, с которого начинается изучение сложных систем [4, 24]. Типовая структурная схема функционирования и взаимосвязи элементов САПР на этом уровне приведена на рис. 3.4.

Взаимодействие пользователя с программно-техническими средствами САПР осуществляется с автоматизированного рабочего места с помощью устройств ввода и вывода информации. Для ввода используются печатающие устройства, сканеры, плоттеры, алфавитно-цифровые и графические дисплеи и др. Вывод информации в зависимости от требуемой формы (алфавитно-цифровой; текстовой или графической) производится посредством печатающих устройств, графопостроителей, дигитайзеров и дисплеев. Для хранения или последующего использования информации в других автоматизированных системах вывод информации возможен также на магнитные носители.

Для описания информации, вводимой в САПР, используются языки программирования и входные языки. Для описания информации, выводимой из САПР, не требуются специальные языки. Формы представления выходной информации определяются устройствами вывода и соответствуют формам проектной документации. По содержанию выходная информация определяется не только проектны-

ми данными, но и промежуточными сообщениями, необходимыми для управления процессом проектирования со стороны проектировщика. Благодаря промежуточным сообщениям, в САПР организуется двусторонний обмен информацией (диалог) между проектировщиком и ЭВМ, который необходим для оперативной реализации процесса проектирования [4].

Таким образом, в соответствии с рис. 3.4 функции преобразования входной и выходной информации осуществляются программным путем и выделены в отдельные подсистемы.

Центральное место в функционировании САПР занимает управляющая подсистема. Функции управления в САПР достаточно разнообразны: взаимодействие всех подсистем; ввод и вывод информации; заданный процесс проектирования; диалоговый режим проектирования; работа программных и технических средств и т.п. [92].

Процесс проектирования в САПР, то есть непосредственное решение проектных задач, выполняется, как известно, с помощью проектирующих подсистем. Функционирование проектирующих подсистем поддерживается обслуживающими подсистемами. Каждая проектирующая подсистема имеет почти те же функции, что и САПР в целом, но при этом применительно только к узкому кругу задач. Как уже отмечалось выше, проектирующая подсистема выполняет самостоятельный этап проектирования в законченной форме, то есть с выдачей соответствующей документации.

Каждая проектирующая подсистема оперирует определенными входными и выходными информационными массивами. При взаимодействии подсистем в процессе проектирования входная информация одной подсистемы частично используется в качестве входной информации для других подсистем. Для передачи информации от одной подсистемы непосредственно к другой необходимо, чтобы все информационные массивы имели одинаковую структуру [4, 92]. Поэтому проблема информационной согласованности проектирующих подсистем в САПР решается наличием в структуре базы данных и базы знаний. Наличие этих двух баз существенно облегчает формирование и ввод входной информации, а также принятие решений в ходе процесса проектирования.

На рис. 3.4 выделены связи между элементами структуры САПР. Взаимодействие подсистем в САПР осуществляется с помощью связей между ними. Таким образом, как отдельные подсистемы так и САПР в целом можно рассматривать как системы взаимосвязанных компонентов, число которых зависит от конкретной структуры и вида САПР.

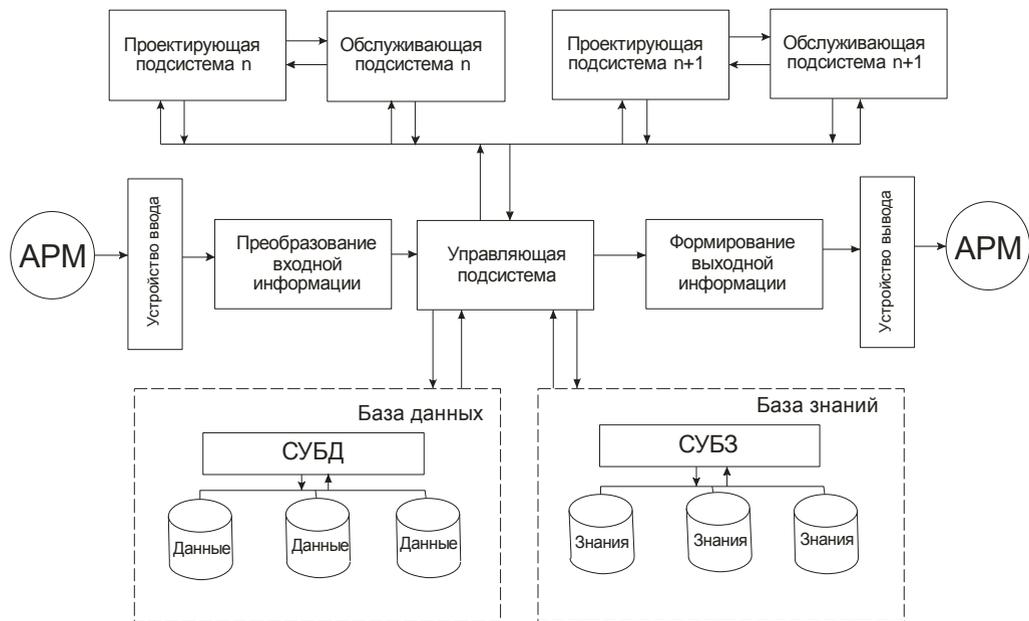


Рис. 3.4. Логическая структура САИР

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Сформулируйте требования к составу технического обеспечения САПР.
2. Приведите основные характеристики и примеры программного обеспечения САПР.
3. Назовите основные отличия между системным и прикладным программным обеспечением САПР.
4. Дайте характеристику минимально необходимого технического обеспечения САПР.
5. Сформируйте типовой набор оборудования для САПР швейной промышленности.
6. Перечислите возможное периферийное оборудование для САПР одежды, предъявляемые требования и характеристики.
7. Какими объектами данных представлены библиотеки конструктивных решений?
8. Выполните аналитический обзор рынка дигитайзеров и плоттеров с учетом мощности заданной САПР.
9. Дайте определения видам обеспечения САПР.
10. Охарактеризуйте процесс проектирования в САПР с позиции связей между ее элементами.

## **Тема 4. КОНСТРУКТОРСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

---

В настоящее время в большинстве исследований по созданию систем автоматизированного проектирования одежды (САПРО) основное внимание уделяется проработке основного структурного звена САПРО – подсистеме конструирования лекал, основное назначение которой проектирование базовых и исходных модельных конструкций [69, 45, 31, 74, 88, 17, 91, 12, 20, 69, 68, 86]. Развитие этого направления связано с внедрением новых информационных технологий [47].

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 проектных операций [31].

### **4.1. Характеристика направлений развития конструкторской подсистемы проектирования лекал**

Подсистема «Конструирование лекал» предназначена для выполнения следующих операций:

- построение лекал базовой конструкции (БК) новой модели «с нуля»;
- создание лекал новой модели путем модификации уже имеющихся лекал;
- проверка и коррекция геометрии лекал, введенных в подсистеме «Ввод лекал»;
- подготовка лекал к градации [31].

В связи с развитием технических средств и возможностей САПР появились новые функции подсистемы «Конструирование лекал», такие, как моделирование, градация, проектирование лекал на индивидуальную фигуру, проектирование изделий в трехмерном пространстве и др.

Требования, предъявляемые к этой подсистеме, определяются ее назначением, общими требованиями к диалоговым программным системам, а также ее местом в автоматизированном комплексе.

Первое требование – универсальность, т.е. подсистема должна позволять работать как с любой методикой конструирования одежды, так и с изделиями любого ассортимента. Второе – достаточность информации, т.е. определяемая в подсистеме информация для описания лекала должна быть достаточной и качественной.

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.

Четвертое требование – удобство и наглядность интерфейса пользователя.

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

При первом подходе основой подсистемы является параметрическое моделирование лекал деталей швейного изделия [84].

Возможны два способа реализации указанного подхода.

Первый способ: разработчик конструкторской подсистемы составляет программы для параметрических моделей по видам и ассортименту швейных изделий [38, 42, 74, 47].

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 [54]. Параметрические модели разрабатывает сам пользователь (конструктор), который пишет на специальном языке программы определения геометрии лекал на основе известной ему методики, и сам отлаживает их [54, 40].

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

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 базу данных (БД), но вновь считанное в такой конструкторской подсистеме оно представляется только в виде чертежа, т.е. теряется описание элементов лекала. Таким образом, после небольшой модификации лекала приходится формировать новое лекало [44].

Согласно второму способу подсистема ориентирована на работу с лекалом как целостным графическим образом, так и с элементами лекал. 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 подсистемы 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) [31, 44].

В настоящее время широкое распространение получили САПРО, использующие для построения лекал плоскостные методы (системы 2D) проектирования одежды, которые наиболее развиты и характеризуются технической простотой и практической доступностью [97]. Системы 2D основаны на использовании дискретной информации о размерах фигуры и приближенных методах конструирования одежды. Модели этого типа распознаются системой как плоские кадры, ограниченные точками, ориентированными в декартовых координатах  $X$  и  $Y$ .

Автоматизация способа 2D позволяет решить ряд проблем, а именно, увеличить скорость создания конструкций, сократить материалоемкость производства, упростить процессы корректировки базовых и исходных модельных конструкций [74].

Недостатком данных систем является ориентация их на создание промежуточных образцов (т.е. наличие примерки), а также необходимость

частой сменяемости исходной информации – алгоритмов описания геометрической формы.

В то же время ликвидация недостатков автоматизированного плоскостного конструирования позволит наиболее эффективно применить его в промышленном изготовлении одежды.

Одним из перспективных и широкоразрабатываемых сейчас направлений совершенствования данного способа является создание универсальной базы данных для разработки базовых и исходных модельных конструкций.

Системы пространственного конструирования, или 3D системы, позволяют описывать модели с пространственными координатами X, Y, Z, и основаны на использовании инженерных методов. Системы 3D ориентированы на решение проектно-конструкторских задач, связанных с созданием пространственных геометрических образов изделий, которые представляют возможность просмотра проектируемого изделия в трех измерениях. Системы 3D не получили пока достаточно широкого применения по следующим причинам:

- необходимость натурального воспроизведения макетов фигур;
- техническая сложность создания цифровых моделей фигур и одежды при автоматизированном способе проектирования одежды;
- недостаточная визуализация объемной формы с учетом свойств материалов.

Системы трехмерного конструирования одежды создают достаточные условия для осуществления полной автоматизации процесса проектирования швейных изделий. Проектировщик получает широкий спектр возможностей для создания моделей одежды на основе реального трехмерного изображения. Отличительной особенностью 3D систем является возможность построения объемного изделия как на условно-типовую фигуру, так и на фигуру с отклонениями, разработка различных объемно-пространственных форм, поиск новых пропорций, задание положений швов на объемном изображении изделия и т.д. Разработка изображения модели сопровождается оценкой ее внешнего вида и отдельных узлов с помощью просмотра их на экране монитора в различных ракурсах. После создания модели (или в процессе ее создания) конструктор имеет возможность видеть на экране монитора развертку этой модели, что позволяет исключать корректировочные этапы проектирования новых моделей одежды [68].

Существует возможность перевода системы 3D в систему 2D, т.е. получение адекватных разверток поверхности, а также решение обратной задачи, иными словами, создание трехмерной поверхности по заданному чертежу конструкции изделия.

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 процесс проектирования лекал остается достаточно трудоемким и требует специализированной подготовки пользователя (знание языка программирования, навыков работы с пакетами программ и т.д.).

Для обеспечения качественного процесса проектирования одежды на современном этапе необходима интеграция множества конструктивно-технических решений в единую структуру, что позволяет обеспечить преемственность проектных работ, создать гибкие технологические линии и, в конечном итоге, поднять на более высокий уровень производственный процесс. Решить эту проблему позволяют конструкторские базы данных, которые представляют собой описания элементов конструкций или конструкций одежды в графическом или алфавитно-цифровом варианте.

## **4.2. Анализ конструкторских баз данных**

### **Принципы формирования конструкторских баз данных**

При переходе от автоматизации отдельных проектных процедур к созданию автоматизированных информационных систем требуется не только взаимоувязка приложений, но и качественно новый подход к организации данных. Этот подход состоит в интеграции конструктивно-технических решений в единую структуру – базу данных.

Основным условием эффективного использования БД является интеграция хранимых данных. Это означает, что БД содержит данные для многих пользователей, а не для одного из них. Интеграция данных обеспечивается:

- синхронное поддержание данных для всех приложений;
- устранение избыточности данных;
- повышение уровня достоверности хранимой информации;
- унификацию средств организации данных;
- независимость приложений от организации данных.

Сохранность и достоверность хранимых данных поддерживается службой администратора БД, в задачи которого входит:

- защита данных от разрушения;
- обеспечение достоверности данных;
- анализ эффективности использования ресурсов ИС.

Ряд требований, предъявляемых к защите данных от разрушений при сбоях оборудования, от некорректных обновлений и несанкционирован-

ного доступа, обеспечивается физической и логической целостностью данных [52].

Физическая целостность достигается средствами ведения системного журнального файла и возможностью восстановления текущего состояния БД на основании копии и журнального файла.

Логическая целостность определяется механизмами управления доступом пользователей к данным.

Основные принципы формирования конструкторской базы данных включают [38, 31, 22]:

- адекватность;
- достаточность;
- доступность.

Адекватность, т.е. объективность и полезность хранимых данных для оптимального выбора конструктивно-технического решения новых моделей одежды. Достаточность определяется репрезентативностью информации на основе ее накопления и своевременного обновления, исключая дублирования данных. Доступность – способ представления данных в БД, который дает возможность свободного доступа для взаимодействия с пользователем.

## **Информационное обеспечение конструкторской базы данных**

Большое количество исследований в области проектирования одежды принадлежит поиску способов создания базовых и силуэтных форм с минимальными затратами при сохранении качества проектных работ. Существующие конструкторские подсистемы САПР одежды не позволяют проектировщику оперативно осуществить выбор оптимального проектного решения ввиду отсутствия интегрированных конструкторских баз данных (ИКБД). Вместе с тем опыт работы подтверждает, что длительный доступ к информации замедляет производственный процесс, следовательно, увеличиваются трудозатраты и время выполнения операций. В связи с этим проблема создания ИКБД конструкторских подсистем САПР одежды становится актуальной и вызывает необходимость создания мощного информационного обеспечения, которое позволяет сузить рамки поиска оптимального решения [31, 74, 88, 17, 91, 12].

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

Сложность организации процесса проектирования одежды обусловлена влиянием субъективного фактора изменения исходных данных. Это приводит к необходимости пересмотра ранее принятых проектных решений. Вместе с тем в любом процессе проектирования можно установить

моменты, в которых информация об объекте проектирования может быть определена как выходная некоторого цикла работ, без которой решение задач следующего уровня невозможно [72].

В зависимости от сложности проектных задач и принципов их решения исходная информация для формирования конструкторских баз данных группируется по классам [38, 31]:

1) информация справочного характера (стандарты, каталоги, справочники и т.д.);

2) данные прототипов объекта проектирования (модели-аналоги);

3) методики проектирования (способы построения конструктивных участков);

4) специфичные условия и требования к конкретному объекту проектирования.

Первые три класса исходной информации не изменяются на продолжительном отрезке времени, в пределах одной ассортиментной группы. Информация четвертого класса меняется от объекта к объекту. К ней относятся данные об особенностях объемно-силуэтных форм, модельных особенностях, свойствах материалов, требований к изделию и т.п.

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 [31].

Основной целью создания конструкторской БД (КБД) является выбор проектного решения из некоторой совокупности объектов, составляющих базу данных. Поэтому структура информационного обеспечения будет зависеть от вида БД.

В качестве структурной единицы КБД может выступать БК, ИМК, ТБК, отдельные элементы конструкции, обладающие конструктивной завершенностью [38] (верхняя часть переда, средний срез спинки и т.п.).

Информационное обеспечение КБД в своем составе имеет общие параметры, определяющие габаритные размеры конструкции (размерные признаки, прибавки) и специфические параметры в зависимости от конструктивного построения структурной единицы КБД. Специфические параметры устанавливаются на основе тщательного анализа моделей-аналогов. Анализ существующих баз данных позволил сформулировать структуру исходной информации.

Обобщенная структура исходной информации для создания и функционирования КБД приведена на рис. 4.1



Рис. 4.1. Обобщенная структура исходной информации для формирования конструкторской базы данных

В данной схеме предполагается следующее описание общих и специфических параметров:

- Размерные признаки определяются системой стандартов размерной типологии населения. Выбор величины прибавок обусловлен объемно-силуэтной формой изделия, свойствами материала, пакетом одежды.

- Покрой определяется способом соединения рукава с проймой.

- Способ конструктивного членения предусматривает количество вертикальных членений, их расположение.

- Способы формообразования верхней части переда и спинки могут быть конструктивными (вытачка) и технологическими (посадка, сутужка).

- Объемно-пространственная форма на участках ширины переда и спинки предполагает степень облегания выпуклости лопаток и груди (уплощенная или округлая).

- Степень прилегания по основным конструктивным уровням создает силуэтную форму и определяется на участке перехода от линии груди до линии талии и от линии талии до линии бедер.

Выбор окончательного конструктивного решения зависит от большого количества факторов, поэтому для совершенствования информационного обеспечения КБД необходимо представлять возможно полную и систематизированную информацию об особенностях объемно-силуэтной формы изделия. Это позволит объективизировать выбор проектного решения, исключить или максимально сократить время на корректировочные этапы.

### **Достоинства и недостатки существующих конструкторских баз данных**

Анализ существующих конструкторских БД позволил выделить 3 основных варианта их структурирования:

- 1) в виде набора базовых конструктивных основ с каталогом конструктивно-декоративных элементов;
- 2) в виде сочетания типовых базовых конструкций;
- 3) в виде элементов графических образов, формирующих конструкцию в интерактивном режиме.

Первый вид структуры КБД был сформирован на этапе появления первых САПР (Investronica, Gerber) на предприятиях и представлен на электронных носителях в виде файлов, с именем соответствующего классификационному коду модели. В соответствии с принятой структурой записи информации о проектируемых моделях каждой модели соответствует один файл чертежа, который содержит всю совокупность графической информации, описывающей модель на разных стадиях проектирования (технический эскиз, чертеж конструкции, лекала). Подсистема моделирования позволяет осуществлять все необходимые операции над файлами чертежей (открывать, сохранять, вставлять в другие чертежи, создавать новый файл на основе старого, с незначительным его редактированием).

Реализация описанной структуры БД моделей (БДМ) позволяет оперативно в интерактивном режиме получать новые модели ассортиментной серии. Для этого вносятся графические корректировки в чертеж ранее созданной модели. При этом возникают проблемы с подготовкой лекал для дальнейшего преобразования.

Другим примером является БД для разработки фирменной одежды, созданная специалистами научно-производственного объединения «Реликт» [78].

Размещение в базе данных конструкторской и технологической документации на модели одежды, которые разрабатывались ранее, приводит к необходимости хранения большого объема избыточной информации. Одни и те же элементы в этом случае представлены многократно в составе различных моделей. При разработке документации на новую модель

требуется выбирать аналоги отдельных элементов из различных моделей, хранящихся в базе, а затем при компоновке документации на новую модель одежды перерабатывать лекала, технологические последовательности и конфекционные карты, разработанные ранее для нескольких разных моделей.

Совокупность моделей в БД НПЦ «Реликт» рассматривается как вид ассортимента и строится с использованием ограниченного количества конструктивных основ и обширного множества вариантов конструктивно-декоративных элементов (КДЭ). Каждая сборочная единица, представленная в базе данных посредством единой системы кодирования, характеризуется техническим рисунком, комплектом лекал, технологической последовательностью сборки и конфекционной картой.

Достоинства подобной базы данных очевидны. Во-первых, резко сокращается длительность подготовки производства. Рисунок новой модели создается на экране монитора в присутствии заказчика. Конструкция изделия, комплект лекал и раскладки изготавливаются в течение одного рабочего дня. Во-вторых, трудоемкость подготовки производства (затраты времени на создание рисунка и техническое описание модели, формирование комплекта лекал, построение раскладок и разработку технологической последовательности) снижается в 3–5 раз.

Однако сформированная БД ориентирована на запись моделей ограниченного ассортимента, имеющего стабильные формы (одежда специального назначения) и вследствие своей специфики не может широко использоваться

Другим важным направлением совершенствования БД моделей является возможность использовать содержащиеся в ней проектные решения как целиком, так и по «частям». Применение методов агрегатирования, комбинаторики и модульного проектирования способно значительно повысить эффективность процесса проектирования одежды.

Второй и третий вид структуры БД относятся к методам модульного проектирования, который в последнее время получил наиболее широкое распространение и развитие [38, 31, 22].

При модульном проектировании одежды в качестве структурной элементарной и формообразующей части конструкции принят конструктивный модуль (КМ) – часть типовой конструкции, обладающая определенной функциональной и информативной независимостью и унифицированная по принципу построения [38].

Исследование процесса формообразования в костюме является частью общего вопроса об оптимизации форм костюма для промышленного производства, так как геометрия структуры формы несет нагрузку не только визуально-эстетического, но и функционального характера. Элементы конструкции должны иметь сопряженные линии и подобие [38].

Решение задачи принципа формообразования позволит создать математическую модель объекта проектирования (ОП), т.е. формализовать описание, обеспечивающее однозначное воспроизведение геометрии и качественных особенностей [53].

В результате исследования закономерностей формообразования типовых базовых конструкций (ТБК) [22] женского платья было выделено несколько конструктивных модулей, которые формируют их различные варианты в зависимости от заданной исходной информации (код конструкции, основные конструктивные припуски). Номенклатура конструктивных модулей, формирующих ТБК женского платья, включает 15 наименований: основные линии базисной сетки, боковые срезы для изделий прямого силуэта, средняя линия спинки, построение верхних контурных линий спинки, построение верхних контурных линий полочки, линия проймы для втачного рукава, линия низа спинки и полочки, конструкция с цельнокроеными рукавами без ластовиц, конструкция с цельнокроеными рукавами с ластовицей, модули построения втачного рукава и модули построения рукава покроя реглан. Подобный подход позволяет получать достаточно большое разнообразие ТБК, оперируя только вариантами исходной информации, характеризующей их.

Модельные конструкции рациональной ассортиментной серии формируются из модулей, которые являются общими для серии моделей одежды, тем самым исключается дублирование однотипных операций и повышается эффективность самого процесса проектирования [38].

Однако реализация базы данных конструктивных модулей, формирующих ТБК женского платья, ограничена вариантами их решения, поэтому не предоставляет возможности получения различных геометрических форм моделей одежды.

На новом уровне технологию модульного проектирования позволяет реализовывать система «Грация» [17, 87, 70, 86]. Средством для этого является возможность записи фрагментов или целых алгоритмов в виде стандартных блоков, которые можно включать в различные вновь создаваемые алгоритмы. Модули (блоки) описывают и реализуют процессы расчета и построения конструкции (или ее элементов), а исходные данные (параметры) задаются конструктором в зависимости от особенностей создаваемой модели.

В базе данных системы «Грация» большое количество стандартных блоков, описывающих процессы построения базовых основ, различных вариантов конструктивного моделирования деталей, производных деталей. В системе стандартные блоки введены в отдельные папки, для вызова блока в алгоритме записывается название папки, название блока, значения параметров.

Для проектирования изделий полуприлегающего и приталенного силуэтов в готовый алгоритм вводятся параметры, задающие суммарное распределение выточек на линии талии. Построение рельефов переда, рельефов и среднего шва спинки (если он требуется) выполняется автоматически. Форму рельефа конструктор может изменить по своему усмотрению, непосредственно на экране, используя операцию «графические корректировки», что не всегда позволяет проектировщику осуществить объективный выбор решения объемно-пространственной формы проектируемого изделия.

Один из возможных путей решения проблемы создания конструкции одежды из ограниченного набора типовых или унифицированных элементов на сегодняшний день предложен Т.Ю. Джемардьян через интеграцию локальных графических баз данных подсистем «Эскиз» и «Конструкция» [31].

Разработка новой конструкции на основе базовой значительно облегчается за счет создания для указанных подсистем единой базы данных, содержащей согласованные между собой элементы технического эскиза и конструкции изделия.

Интегрированная база данных включает в себя локальные БД подсистем «Эскиз» и «Конструкция» в виде справочников типовых решений элементов графических образов «Эскиз» и «Чертеж конструкции», а также информацию об их соответствии друг другу. Типовые решения из справочников могут служить как аналогами (прототипами) при разработке оригинальных решений элементов, так и исходными «кирпичиками» для комбинаторного синтеза новых моделей в интерактивном режиме.

База данных «Эскиз» и «Конструкция» организована таким образом, что элемент технического эскиза (ТЭ) является ключом для поиска соответствующего элемента конструкции при синтезе ее по заданному эскизу. Может быть решена и обратная задача – отыскание элементов эскиза по элементу конструкции.

Процесс интерактивного проектирования чертежа конструкции, как и эскиза, заключается в комбинаторном повторении и сочетании элементов графической информации в рамках одного ассортимента, вида одежды и размеророста изделия, базового для своей половозрастной группы.

При создании новых моделей методом комбинаторного синтеза из элементов, представленных в БД, можно идти как от ТЭ к конструкции, так и от конструкции к ТЭ, а можно работать параллельно с тем и другим. Любое изменение автоматически отражается на конструкции и, наоборот, благодаря чему проектировщик имеет возможность контролировать результаты своего труда.

Разработка конструкции завершается вычленением из общего чертежа сборочных единиц, а из них – деталей, что осуществляется в режиме активного диалога проектировщика и ЭВМ.

При описанном подходе конструкторская подсистема дает возможность выполнять все трудоемкие операции, связанные с разработкой и уточнением полного комплекта лекал, автоматически или в режиме пассивного диалога. За проектировщиком остается решение только творческих задач.

Формализация творческих этапов процесса проектирования новых моделей одежды – разработка исходной модельной и модельной конструкторских – задача достаточно трудоемкая. Ее решение во многом определяют профессиональные навыки и опыт работы конструктора. В связи с этим формирование и получение оригинального решения конструкции будущего изделия будет зависеть от конкретного пользователя и его профессиональных качеств, что не всегда может предопределить оптимальный вариант решения поставленной перед проектировщиком задачи создания новой формы.

Анализ существующих КБД показал, что именно метод модульного проектирования одежды позволяет легко наращивать функциональные возможности конструкторской подсистемы, расширяя ее, модифицируя и совершенствуя.

Основным достоинством модульного метода является возможность использования прикладных программ с последующим синтезом проектного решения.

Дальнейшее совершенствование структуры КБД на основе конструктивных модулей необходимо проводить в направлении повышения вариативности принятия проектных решений и сокращения затрат времени на проектирование новых моделей одежды.

#### **4.3. Логическая структура информационного обеспечения конструкторской БД**

Создание интегрированных конструкторских баз данных, способных функционировать в любой системе конструирования и позволяющих оперативно формировать любую заданную объемно-силуэтную форму, связано с необходимостью решения и взаимоувязки формальных и неформальных проектных задач. Стремление к широкому использованию современных компьютерных технологий требует формализации проектных процедур и, значит, математической модели моделирования процесса проектирования в целом.

Сложность формирования ИКБД определяется не столько объемом программного обеспечения и количеством составных частей (конструктивных модулей, подпрограмм), сколько наличием информационных связей, носящих эвристический характер, что осложняет применение известных методов моделирования процессов проектирования одежды.

Анализ основных этапов конструирования женской плечевой одежды [38, 31, 74, 88, 17, 91, 12, 20] в автоматизированных проектирующих системах [31, 87, 6, 1, 16, 50, 8, 78] показал, что одним из наиболее приемлемых методов моделирования процессов проектирования одежды является информационное моделирование.

Основой информационного моделирования является разделение процесса на операции [72], для которых сформулированы цель, критерии, входные и выходные данные, т.е. информационная модель является поэтапным описанием процесса проектирования одежды, что, в свою очередь, является отображением некоторого объективного состояния современных способов разработки проектного решения [34]. Для того чтобы наиболее полно определить структурные и методологические основы процесса, необходимо рассмотреть весь процесс проектирования новых моделей одежды с точки зрения организации связей между отдельными этапами процесса.

Операционной основой системного подхода к проектированию одежды является логическая схема согласования частных проектных решений [18], обеспечивающая рациональность структуры процесса разработки конструкций новых моделей одежды. Непосредственным проявлением этого положения является обобщенное рассмотрение проектирование как системы. При этом проектирование осуществляется в соответствии со следующими основными положениями системного подхода: логическая последовательность каждой проектной операции вытекает из предыдущей; обязательная завершенность построения отдельных конструктивных модулей; возможность программной взаимосвязки конструктивных модулей построения между собой; возможность поэтапного возврата назад, к предыдущему модулю построения.

Логическая структура процесса проектирования женской плечевой одежды с использованием КБД представлена на рис. 4.2. Процедура создания чертежа конструкции модели с использованием ИКБД разбивается на два этапа:

- 1) получение чертежа БК изделия,
- 2) получение ИМК.

В общем случае алгоритмы построения БК и ИМК можно представить в виде схем, приведенных на рис. 4.3–4.11. Алгоритмы построения БК и ИМК включают отдельные проектные процедуры соответствующих порядку построения конструкции, сформированному в результате анализа методов конструирования одежды. В свою очередь, каждая проектная процедура имеет альтернативные решения, выбор которых определяется эскизным проектом.



Рис. 4.2. Логическая структура процесса проектирования женской плечевой одежды в автоматизированном режиме

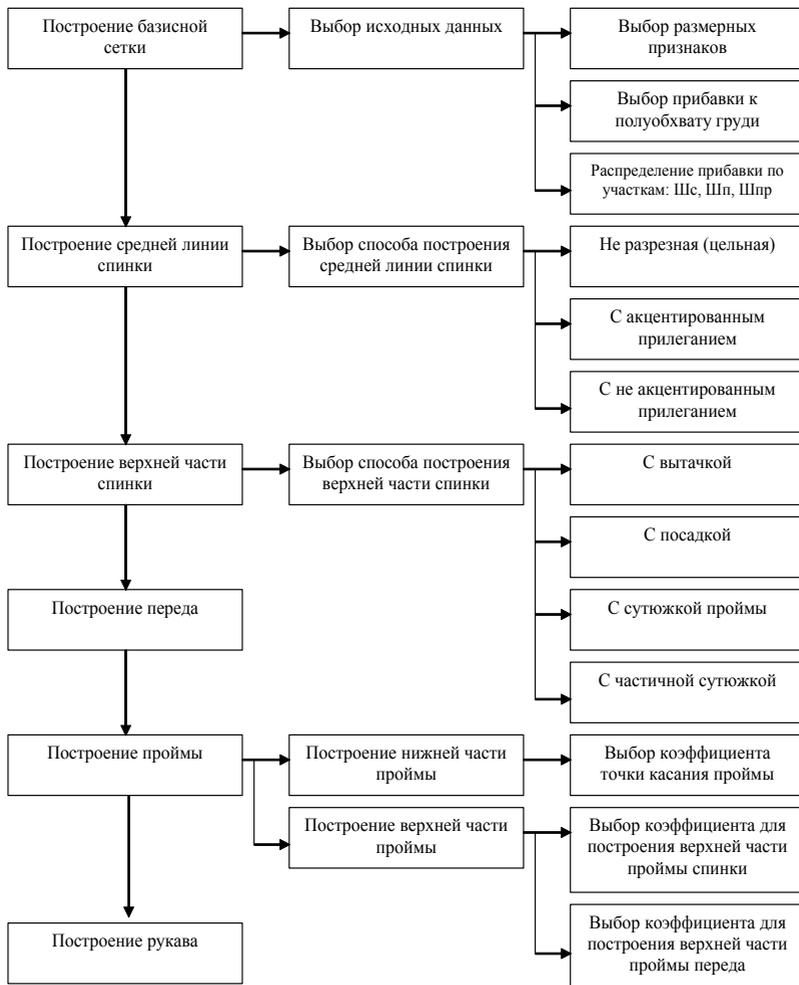


Рис. 4.3. Схема построения базовой конструкции изделия в автоматизированном режиме

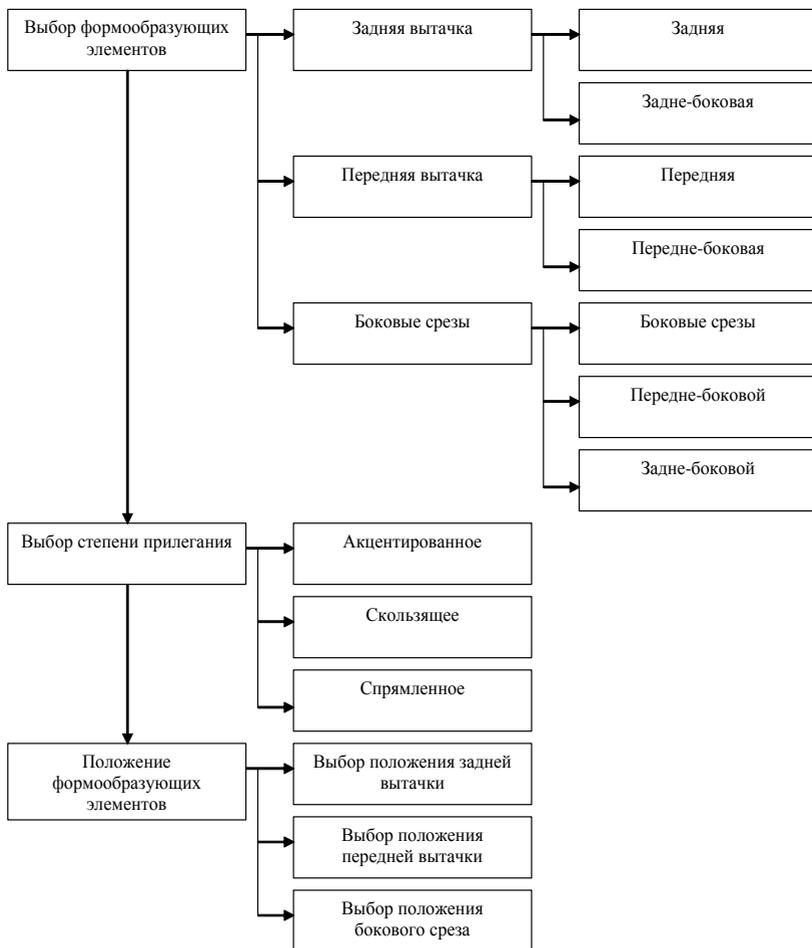


Рис. 4.4. Схема построения исходной модельной конструкции изделия в автоматизированном режиме

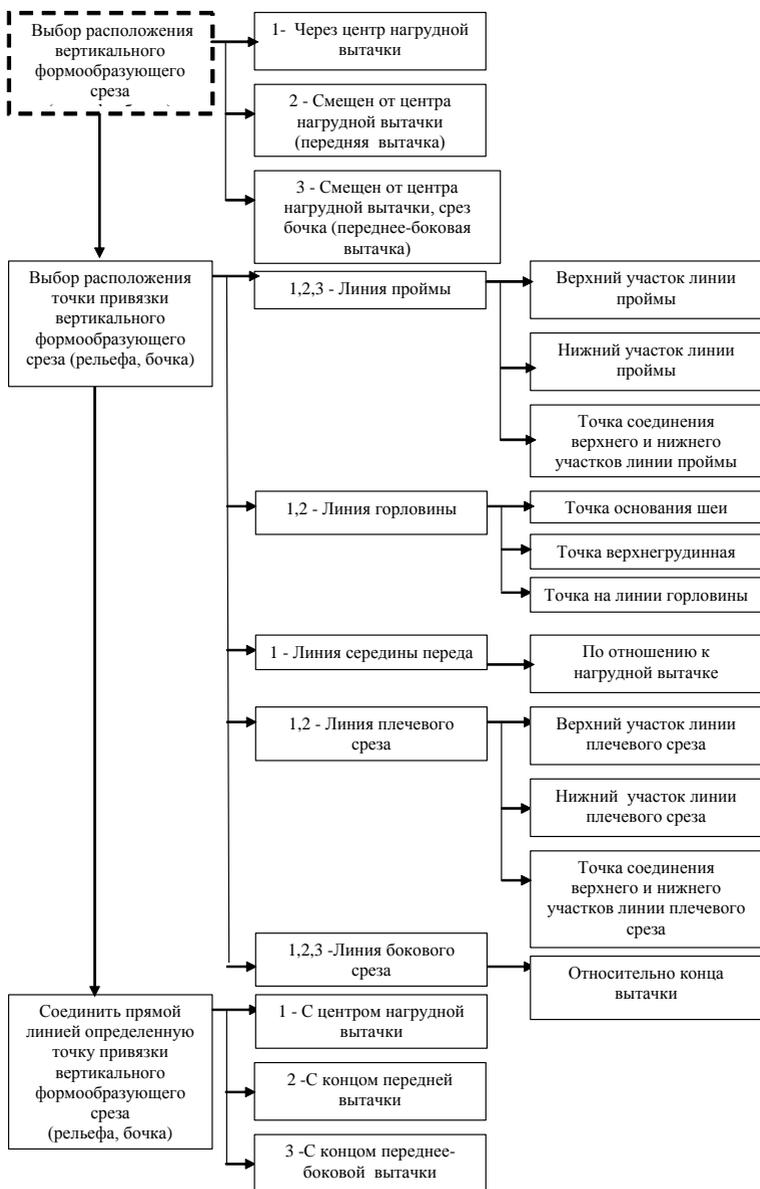


Рис. 4.5. Схема алгоритма построения вертикальных формообразующих срезов переда (рельефов, бочка)

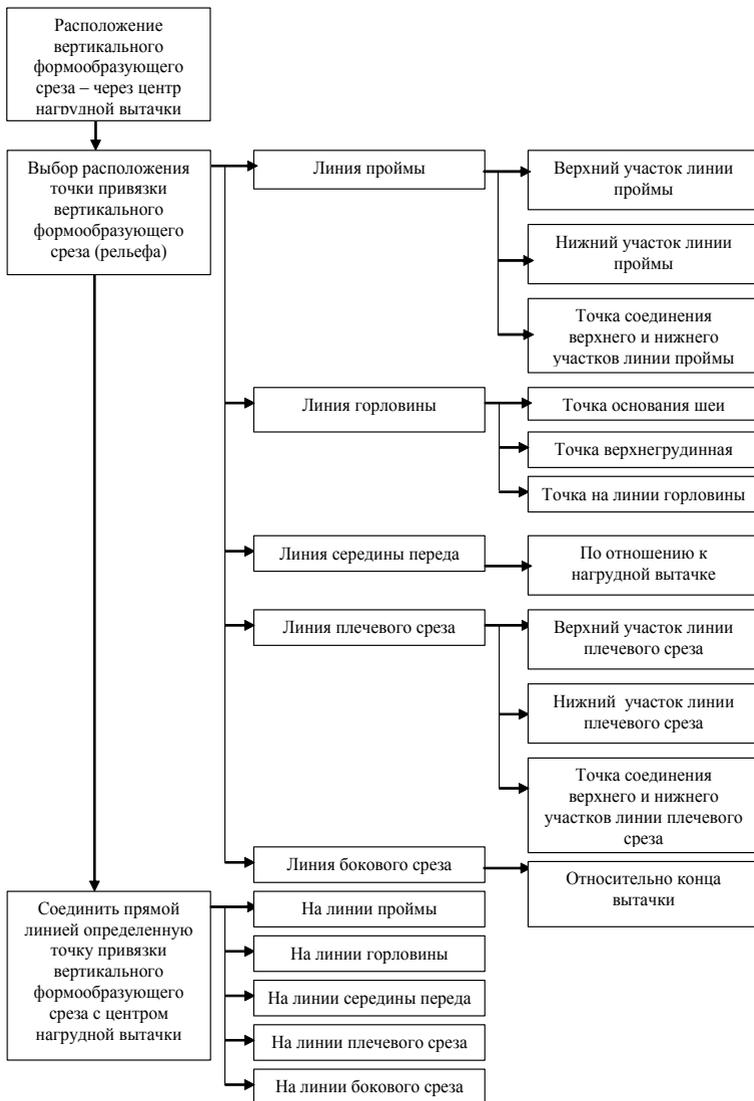


Рис. 4.6. Схема алгоритма построения вертикальных формообразующих срезов переда, проходящих через центр нагрудной вытачки

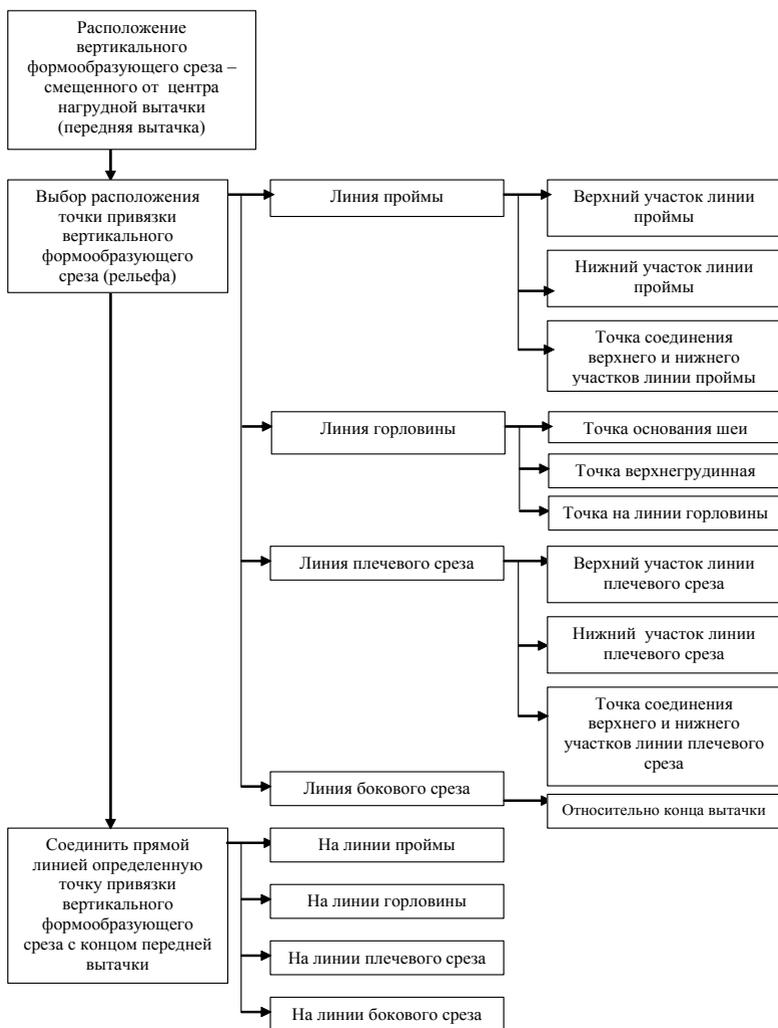


Рис. 4.7. Схема алгоритма построения вертикальных формообразующих срезов переда смещенных от центра нагрудной вытачки (передняя вытачка)

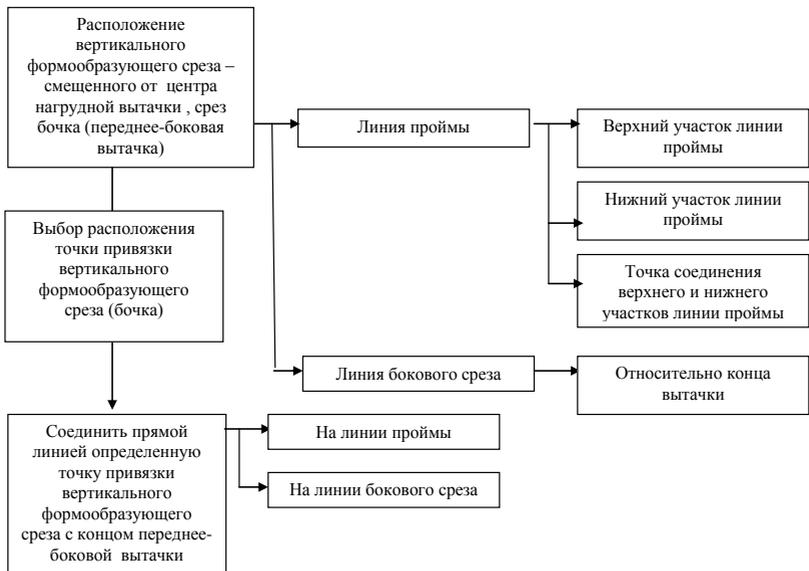


Рис. 4.8. Схема алгоритма построения вертикальных формообразующих срезов переда смещенных от центра нагрудной вытачки (передне-боковая вытачка)

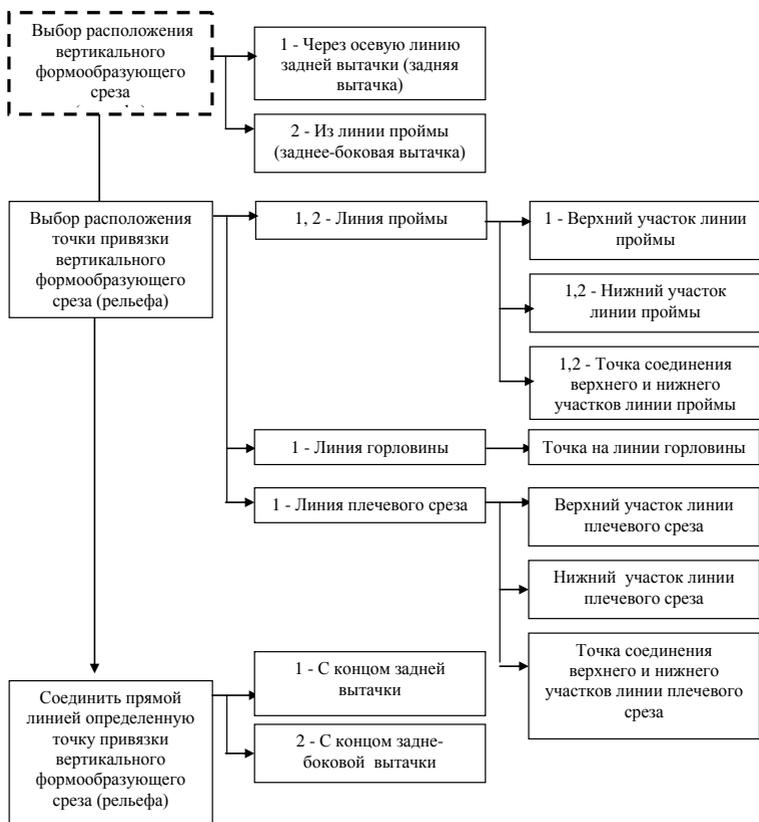


Рис. 4.9. Схема алгоритма построения вертикальных формообразующих срезов спинки (рельефов)

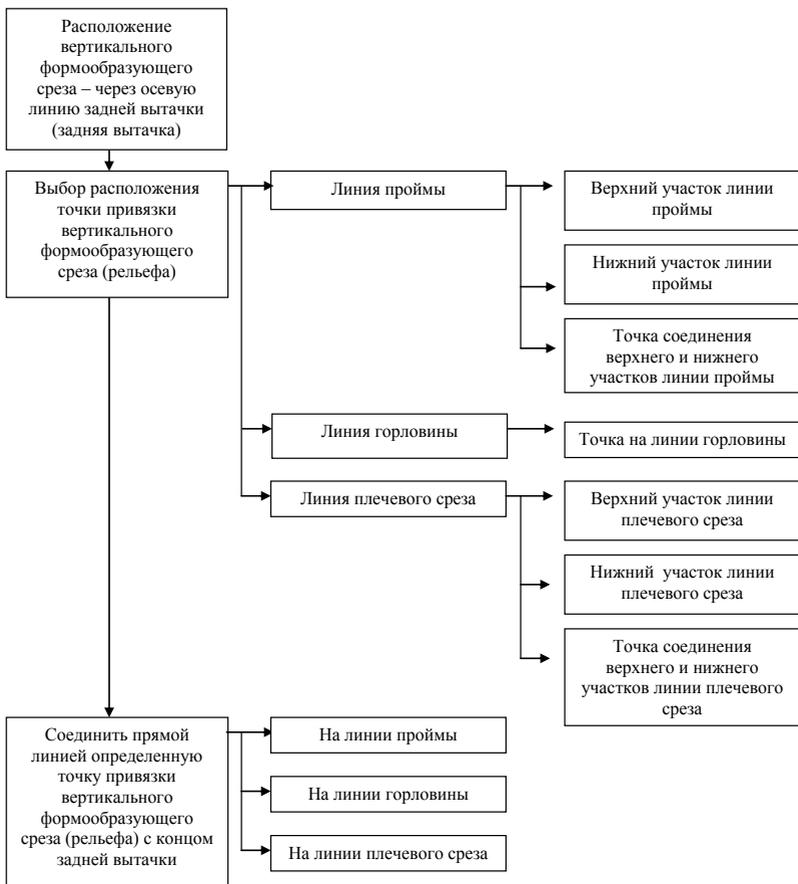


Рис. 4.10. Схема алгоритма построения вертикальных формообразующих срезов спинки, проходящий через осевую задней вытачки (задняя вытачка)

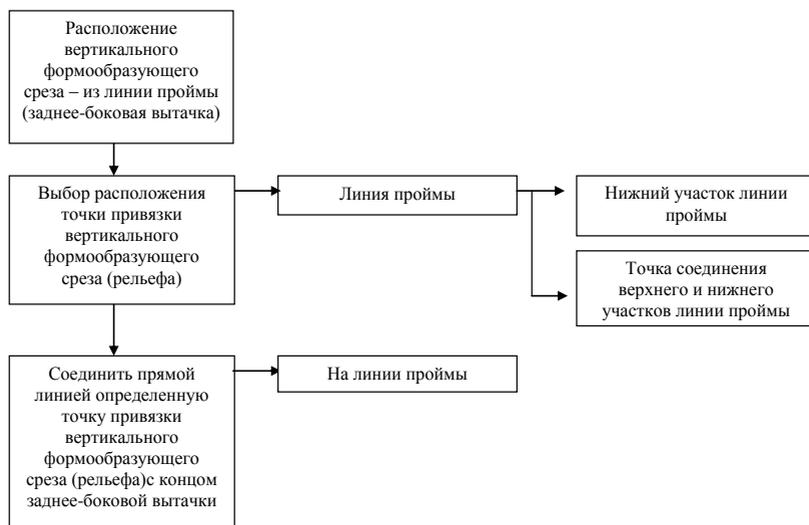


Рис. 4.11. Схема алгоритма построения вертикальных формообразующих срезов спинки из линии проймы (заднее-боковая вытачка)

### Контрольные вопросы и задания

1. Проанализируйте с позиции функционирования конструкторских баз данных подсистемы конструирования в известных САПРО.
2. Исследуйте принцип формообразования в одежде с точки зрения модульного проектирования.
3. Перечислите специфические параметры исходной информации для формирования КБД.
4. Дайте определение конструкторских баз данных
5. Назовите факторы, от которых зависит выбор окончательного конструктивного решения.
6. Охарактеризуйте основные варианты структуры КБД.
7. Выделите особенности построения модельной конструкции в автоматизированном режиме.
8. Что является основой информационного моделирования?
9. Рассмотрите схемы алгоритмов для построения исходных модельных конструкций при автоматизированном проектировании
10. Приведите схемы типового конструирования при автоматизированном проектировании для базовых конструкций.

## **Тема 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОДЕЖДЫ**

---

Автоматизация процесса определяется систематическим использованием средств компьютерной техники для решения задач формализации его основных этапов. В свою очередь, автоматизированное проектирование приводит к существенному изменению методов проектирования, сохраняя при этом традиционные принципы, а с ними и деление процесса на этапы.

Этап проектирования – составная часть любой из стадий проектирования, сводящаяся к выполнению проектных операций и процедур. **Проектная процедура** – составная часть этапа проектирования, формализованная совокупность действий, выполнение которых заканчивается получением проектного решения. **Проектное решение** – промежуточное или достаточное для рассмотрения и определения дальнейшего направления или окончания процесса проектирования. Более мелкие составные части процесса проектирования, входящие в состав проектных процедур, называются **проектными операциями** [38. С. 258].

Совокупность этапов проектирования: техническое задание, техническое предложение, стадии эскизного, технического и рабочего проектирования – относят к предпроектным исследованиям. Между этапами типового проектирования и подсистемами САПР существуют предметные связи. Это обусловлено тем, что в каждой подсистеме САПРО выполняется ряд работ, который, в свою очередь, входит в задачи одного из этапов проектирования. Некоторые подсистемы участвуют в разработках документации только в одном из этапов, тогда как в других подсистемах выполняются работы на разных этапах проектирования.

Так, например, в подсистеме «Моделирование и конструирование» выполняется ряд задач технического проектирования: определение исходных данных, создание таблицы мер, получение базовой и модельной конструкции и др. Тогда как в подсистеме «Технология» решаются задачи двух этапов проектирования: техническое предложение и техническое проектирование. В данной подсистеме на этапе технического предложения выполняется анализ технологического решения, а на этапе технического проектирования уточняются методы проектирования, проводится выбор методов обработки и оборудования, разрабатывается инструкцион-

ная карта. На рисунке 5.1 представлены связи между подсистемами САПРО и этапами проектирования.

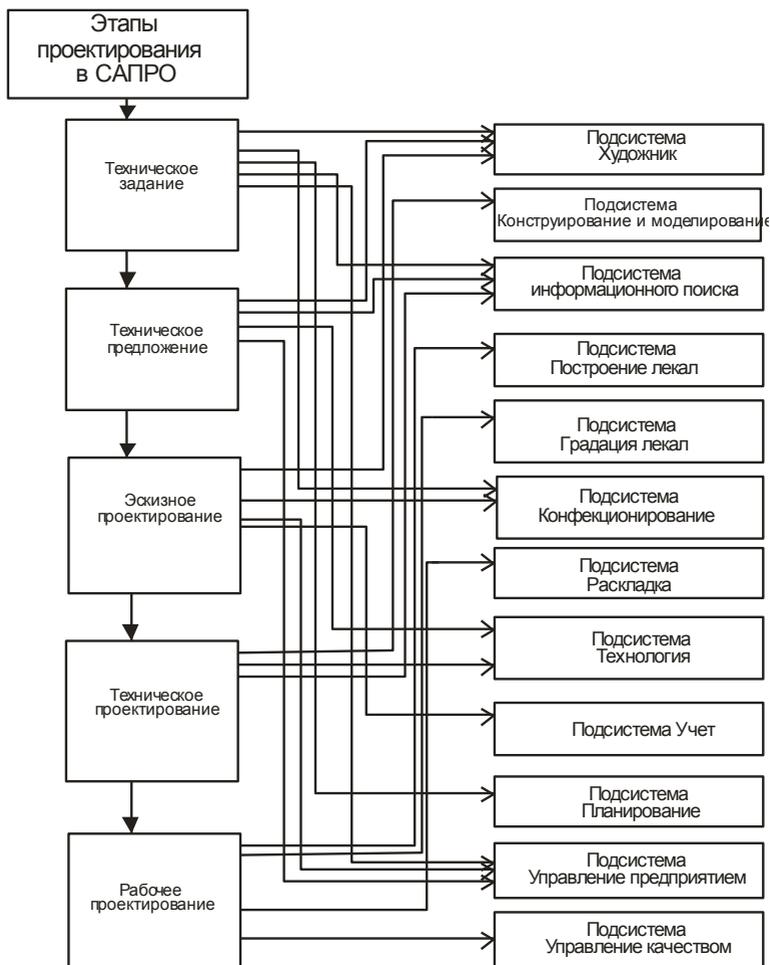


Рис. 5.1. Предметные связи между подсистемами САПРО и этапами проектирования)

### 5.1. Техническое задание

Техническое задание (ГОСТ 2.117-71) – это обычно конструкторский документ и результат научно-исследовательских работ или предварительной

проработки материала, устанавливающий наиболее важные требования и исходные данные будущего изделия. Техническое задание (ТЗ) устанавливает основное назначение, технические и технико-экономические характеристики, показатели качества, требования, предъявляемые к разработке изделий, выполнению необходимых стадий разработки конструкторской документации и состав. Грамотно составленное ТЗ позволяет сократить сроки реализации проекта и существенно снизить проектную смету. Техническое задание является четко оформленным руководством для разработчиков.

ТЗ должно содержать лишь наиболее существенные требования и показатели качества, оно не должно ограничивать инициативу разработчика при поиске и выборе им оптимального решения поставленной задачи [18. С. 64].

Основные работы на этапе выполнения ТЗ:

- анализ проектной ситуации;
- определение требований к проектируемому изделию;
- рассмотрение достоинств и недостатков изделий, аналогичных проектируемому.

САПР и автоматизация этапов работ различных видов производства изменили форму представления конструкторской документации. Отпала необходимость представления ее в виде текстов и оригинальных чертежей на бумаге. В настоящее время ТЗ представляет концептуальное описание будущего объекта в виде компактно сформированных информационных таблиц данных на проектирование. Информация, представленная в ТЗ, может быть трех видов:

- постоянной,
- исходной,
- переменной [18. С. 112].

Постоянная информация связана с конкретной областью проектирования, определяющей специализацию предприятия. Она остается неизменной независимо от объекта проектирования, и для однотипного ряда объектов, как правило, имеет однотипную структуру.

Исходная информация определяется технико-экономическими требованиями к проектируемому изделию, а также сведения, известные разработчику до составления ТЗ.

Переменная информация самым непосредственным образом связана с объектом проектирования. Она образуется в ходе преобразования исходной информации при выполнении процедур определения потребности в проектировании, выбора целей и признаков объекта.

На современном этапе развития компьютерных и информационных технологий оформление ТЗ организовано, в большинстве случаев, в диалоговом режиме с соблюдением последовательности его заполнения. По мере необходимости производится запрос исходной информации, которую должен ввести пользователь. Для получения переменной информации управляющая программа вызывает по согласованию с пользователем вы-

полнение соответствующих процедур. В свою очередь, программы, реализующие необходимые процедуры, обращаются к базам знаний, представленным в виде матриц соответствий, и выбирают из нее признаки, отвечающие целям проектирования. Если же в ТЗ включаются цели, не вошедшие в БЗ, то проектировщику будет предложено посмотреть [18] либо все множество признаков, из которых он сам выберет отвечающие вводимым целям, либо обратиться к возможностям популярных web-браузеров.

Браузер – (от англ. Browse, просматривать, листать) – это специальная программа, позволяющая просматривать содержимое ИНТЕРНЕТ. Она позволяет получить доступ ко всем информационным ресурсам.

Internet Explorer – самый популярный браузер в мире и бесспорный лидер. Специально устанавливать его не нужно, так как он входит в стандартный комплект любого из Windows. Новые версии, которые абсолютно бесплатны, можно свободно загружать по адресу <http://microsoft.com/rus/download>.

Opera – главный конкурент Internet Explorer. За последние несколько лет этот браузер стал очень популярен и держит твердо второе место по распространенности. Скачать последнюю версию можно на сайте [www.opera.com](http://www.opera.com).

Mozilla – браузер, который появился сравнительно недавно, в конце 2001 года. В браузере хорошо реализована функция сохранения информации из ИНТЕРНЕТА, а пользователи, знакомые с программированием, могут расширить функциональные возможности системы. Скачать последнюю версию этого браузера можно по адресу [www.mozilla.ru](http://www.mozilla.ru).

Характеристика этапов технического задания и организация доступа к соответствующим признакам заполняемых полей приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

**Характеристика этапов технического задания**

№ п/п	Этап	Вид информации	Организация доступа
1	2	3	4
1.	Наименование и область применения	постоянная	Программный комплекс оформления проектно – конструкторской документации в соответствии требованиями оформления ЕСКД
2.	Заказчик	постоянная	
3.	Исполнитель	постоянная	
4.	Основание для разработки	постоянная	

Окончание табл. 5.1

1	2	3	4
5.	Сроки выполнения	переменная	
6.	Характеристика процесса (стадии этапы разработки)	постоянная, исходная	БЗ основных этапов процесса проектирования
7.	Требования к проектируемому изделию	постоянная	БЗ ряда требований в определенной области применения
8.	Экономические показатели	переменная	ПО готовых алгоритмов расчета ориентировочной эффективности
9.	Порядок контроля и приемки	постоянная, исходная	Программный комплекс оформления проектно – конструкторской документации в соответствии требованиями оформления ЕСКД
10.	Перечень материалов предъявляемых исполнителем	постоянная	

Стадия ТЗ в целом остается наименее формализованной из всех этапов выполнения проектно-конструкторских работ.

## 5.2. Техническое предложение

Техническое предложение (ГОСТ 2.118-73) – это совокупность документов, которые должны содержать техническое и технико-экономическое основание целесообразности разработки документации изделия на основе анализа технического задания, различных вариантов возможных решений изделия, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей как разрабатываемого изделия, так и уже существующих, а также патентных материалов.

Техническое предложение (ТП) должно содержать общую аналитику существующих образцов аналогичных или близких по назначению изделий отечественного или зарубежного производства, оценку их конструктивных особенностей и эксплуатационных показателей, вариантов работы и компоновок будущих изделий и т.д.

Исходя из содержания технического предложения на этапе его разработки выделено три основные процедуры:

- поиск вариантов технических решений;
- выбор оптимального варианта;
- анализ принятого решения.

На входе процедура поиска возможных технических решений имеет цели проектирования и основные признаки, а выходом ее должны стать

варианты поставленных целей, т.е. варианты проектируемого изделия. Этот этап в наибольшей степени носит творческий характер [18. С. 117].

Поиск вариантов технического решения выполняется на основе избирательного или общего анализа моделей аналогов. Под **общим анализом** понимают оценку совокупности свойств изделия, степень их совершенства. При этом определяет уровень новизны будущей модели. К числу факторов, определяющих степень новизны, относятся:

- необходимость разнообразия моделей;
- появление новых функций, новых материалов, новой технологии.

**Избирательный анализ** моделей аналогов производится для оценки уровня качества технического решения отдельных конструктивных элементов, возможности заимствования лучших конструктивных и технологических решений аналогов для проектируемой модели.

Выбор моделей аналогов начинают с анализа модных тенденций в одежде или патентной документации. Исходное множество моделей необходимо ограничить только моделями с наиболее перспективными и оригинальными техническими решениями, обладающими наиболее высокими технико-экономическими показателями. На данном этапе можно воспользоваться помощью популярных браузеров (Internet Explorer, Opera, Mozilla) и поисковых систем (Google, Rambler, Yandex, Апорт и др.).

Выбор моделей аналогов и анализ композиционного решения моделей целесообразно выполнять на основе эталонного ряда моделей аналогов, который формируется разработчиком. Современная информационная сеть позволяет сократить сроки поиска вариантов технических решений и расширить количество предложений решений эталонного ряда посредством обращения на специализирующиеся в этом направлении сайты. Электронные ресурсы модных порталов:

- <http://fashionn.org/>
- <http://www.fg.ru/>
- <http://www.fashiontime.ru/>
- <http://fashiony.ru/>
- <http://fashion.i-rus.ru/>
- <http://4moda.ru/>
- <http://seasonal-mode.allexperts.ru/>
- <http://www.modnaya.ru/russian/fashion/designers.htm>

Все о последних изменениях в моде можно узнать на следующих информационных сайтах:

- <http://www.style.com/>
- <http://vogue.ru/fashion>
- <http://www.fashiontrendsetter.com>

Выбор оптимального варианта и анализ принятого решения осуществляются на основе матрицы соответствий признакам концептуального

описания будущего объекта проектирования. Вариантов решения может быть несколько. Конструктор выбирает из полученных вариантов наилучший. Далее проводится процедура анализа принятого решения в целях получения необходимой информации об объекте проектирования.

После утверждения отобранного варианта модели принятое решение служит обоснованием для создания и обработки эскиза модели – предложения.

### 5.3. Эскизный проект

Под эскизным проектом (ГОСТ 2.119-73) в ЕСКД понимают совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие полное представление об устройстве и принципе работы, определяющие назначение, основные параметры и размеры разрабатываемого изделия.

Эскизный проект (ЭП) разрабатывается, если это предусмотрено техническим заданием и протоколом технического предложения. На данной стадии работы рассматриваются различные варианты изделий и его составных частей.

На этапе разработки эскизного проекта необходимо дать наглядное представление о художественно-колористическом решении проектируемого изделия. Наиболее информативным и наглядным для последующей разработки является технический эскиз модели. Технический эскиз-рисунок точно передает силуэт, пропорции, детали, формы и средства формообразования. Рисунок может быть выполнен разными способами:

- вручную вне САПР;
- графически в САПР;
- аналитически в САПР [16. С. 127].

Сейчас на рынке графических систем достаточно много программных продуктов (системы векторной графики CorelDRAW, Adobe Illustrator, Autodesk 3ds max и др.), применяемых при плоскостном и объемном компьютерном моделировании, которое приобретает все большую актуальность в сфере дизайна одежды. Последние версии данных компьютерных программ обладают настолько широкими функциональными возможностями, что применимы практически в любой области проектирования – от промышленного дизайна до художественной разработки одежды. Однако результат работы в данных системах – художественный эскиз одежды – информационно не связан в автоматизированной среде с конструкцией проектируемого изделия [23. С. 44]. Как правило, данные пакеты программ являются автономным прикладным ПО для подсистем Художника, либо самостоятельным в комплексе автоматизированного проектирования.

При разработке конструкции по рисунку модели, созданному как вручную, так и в любой из графических систем ее параметры могут быть опреде-

лены лишь ориентировочно, что не дает возможности выполнения проектно-конструкторских работ без погрешности при определении исходных данных.

В ряде САПР одежды в настоящее время реализован модуль построения технического эскиза, однако необходимо дальнейшее наращивание его функциональных возможностей. В большинстве случаев модельер-конструктор должен быть обеспечен инструментами для анализа и оценки конструктивно-композиционного решения модели одежды, а также средствами для преобразования визуальной информации в техническую [23. С. 111]. Рассмотрим несколько направлений совершенствования работ на этапе эскизного проекта:

- интеграция подсистем «Эскиз» и «Конструкция»;
- разработка информационной взаимосвязи творческого и технического эскизов;
- получение развертки поверхности формы через «одевание» трехмерного манекена.

Интеграция подсистем «Эскиз» и «Конструкция» [31] реализована в САПР «Ассоль» (<http://www.assol.mipt.ru>), где технический эскиз создается методом комбинаторного синтеза через интегрированную базу данных (ИБД). ИБД включает в себя локальные базы данных указанных подсистем в виде справочников типовых решений элементов графических образов, а также информацию о соответствии друг другу. Типовые решения из справочников могут служить как аналогами при разработке оригинальных решений элементов, так и исходными данными для комбинаторного синтеза новых моделей в интерактивном режиме.

Следующим направлением в автоматизации эскизного проекта является получение конструкций одежды по заданной поверхности цифровых моделей фигур в диалоговом режиме. В основе разработки представлена трехмерная база данных, содержащая антропометрическую информацию о поверхности фигур, представленной в виде цифровых моделей идеальных, типовых и нетиповых фигур; закономерностей художественно-конструктивного построения моделей; методов получения конструкций деталей по заданной поверхности и т.д. [45. С. 387].

Система трехмерного проектирования одежды – СТАПРИМ – объемная конструкция одежды, разрабатывается с непосредственной привязкой к трехмерному каркасу фигуры [69]. СТАПРИМ позволяет получить силуэтную конструкцию изделия с визуализацией в трехмерном пространстве, а в дальнейшем передать в одну из подсистем САПР с традиционной схемой работы для завершения процесса проектирования.

Процесс распознавания художественного решения модели заключается в преобразовании растрового изображения в параметрическую информацию (рис. 5.2). Данный процесс базируется на двухуровневой системе распознавания и классификации конструктивно-композиционного

описания изделия. Первый уровень отображает процесс классификации графического образа с помощью анализа особенностей геометрической формы изделия или его элементов [23. С. 112]. На втором уровне определяются параметрические характеристики формы изделия относительно графически заданной эталонной формы.

С развитием средств автоматизации дизайнеру все чаще приходится сталкиваться с проблемой выбора инструментария для создания эскиза. Надо отметить, что выбор художника зачастую обусловлен его профессиональными навыками и носит субъективный характер, что в свою очередь, отражается на качестве проектных работ.

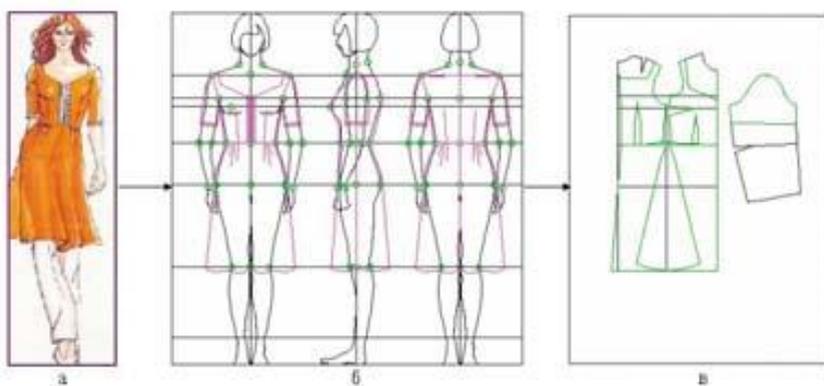


Рис. 5.2. Процесс преобразования графической информации

#### 5.4. Технический проект

Технический проект (ГОСТ 2.120-73) – совокупность документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации.

Технический проект (ТПр) может предусматривать разработку вариантов отдельных составляющих частей изделия. Выбор оптимального варианта осуществляется на основе результатов испытания опытных образцов изделий. Процедуры на стадии технического проекта объединены общим названием – конструирование.

В наиболее общем случае работа над техническим проектом начинается с расчета конструкции и построения чертежа основы. Данный этап в комплексе проектно-конструкторских работ является наиболее формализуемым и поэтому наиболее интересным для своей автоматизации.

На рынке представлено достаточно большое число САПР, с выделенной подсистемой проектирования лекал. На первый взгляд функционально все подсистемы очень похожи и незначительные отличия вызваны лишь степенью проработки той или иной подсистемы. Однако это не так.

Наиболее существенные различия конструкторских подсистем швейных САПР обусловлены способом представления лекал в компьютере, который может быть параметрическим или графическим.

Параметрическое представление лекал предполагает наличие специальных инструментов для формализации и записи последовательности построения лекала на плоскости. Графическое представление лекал основано на применении графических примитивов (точек, линий, дуг, сплайнов) для создания лекал и хранения их в компьютере. Такой подход реализован в большинстве систем и носит универсальный характер, так как позволяет достаточно быстро задавать в компьютере лекала любой геометрической формы.

Большое внимание в развитии САПР уделяется работам, проводимым Центральным научно исследовательским институтом швейной промышленности (ЦНИИШП).

В настоящее время отработаны методики проектирования и градации деталей изделий; разработаны средства формального представления последовательности операций при конструировании деталей изделий в САПР, что позволяет упростить и ускорить процесс внедрения методических разработок. Эффект достигается за счет использования базы данных унифицированных деталей, включающей собственно лекала, правила их размножения и технологию обработки [49].

В САПР «Комтенс» реализованы оба подхода. Параметрическое представление используется для построения базовых основ деталей изделий в соответствии с последовательностью шагов плоскостных методик конструирования. Конструктор задает условное наименование и значения размерных признаков и прибавок, используемых в качестве параметрических переменных в процессе построения. С помощью набора графических команд на экране компьютера создаются графические примитивы: отрезки, дуги окружностей, точки пересечения. Последовательность шагов и используемые формулы для создания примитивов определяются конкретной методикой построения лекал изделий. В результате выполнения всех шагов методики получается набор лекал изделия заданного размера. Присваивая новые значения размерным признакам и прибавкам, конструктор получает лекала другого размера.

Построение производных лекал и конструктивное моделирование осуществляются в САПР «Комтенс» ([www.comtense.ru](http://www.comtense.ru)) средствами графического проектирования, что делает этапы создания изделия значительно более наглядными, простыми и удобными [50, 51].

САПР «eleanдр САРР» является универсальной системой и может быть эффективно использована на швейных предприятиях любой мощности, выпускающих изделия любого ассортимента. Модульная структура позволяет учесть потребности пользователя и сформировать такую ее конфигурацию, которая наиболее полно соответствует перечню решаемых на предприятии задач. Система отличается мобильностью, ее настройка с целью адаптации под конкретное производство и пожелания пользователя производится без программирования.

В основе информационной модели «eleanдр САРР» ([www.eleandr-soft.ru](http://www.eleandr-soft.ru)) заложен объектно-ориентированный подход. Применение данного подхода дает возможность систематизировано хранить всю информацию, необходимую для процесса проектирования швейного изделия и процесса производства [8].

САПР «Eleanдр САД» предназначена для конструирования одежды, конструктивного моделирования одежды, построения комплектов лекал, градации изделия, раскладки лекал, разработки конструкторской документации, подготовки технологической информации. Включает: модуль построения базовых конструкций, модуль конструирования одежды, модуль построения лекал, модуль градации, подсистема раскладки [75].

Средства для реализации аналитического конструирования и автоматизации конструкторской подготовки предлагает САПР «Грация» (<http://saprgrazia.com>). Конструктор выполняет построение непосредственно в компьютере базовых и модельных конструкций по любой методике (или совокупности методик) в одном размере. Каждое свое действие он записывает в виде «оператора». При выполнении «оператора» система производит вычисления и графические построения. Для удобства использования «операторы» разделены по функциональному назначению на группы: операторы создания точек, линий, определения углов, расстояний, выделения деталей, оформления швов и т.д.

Для автоматизации формирования «операторов» предложен механизм «мастеров». «Мастер» при формировании «оператора» задает последовательность действий, контролирует корректность их выполнения и отображает результат. Процесс разработки конструкции выполняется расчетно-графическим методом, с использованием размерных признаков и прибавок, обеспечением взаимосвязи деталей по построению.

Построение лекал деталей других размеров, ростов и полнот происходит автоматически в результате повторения процесса построения со значениями размерных признаков, выбираемых из таблиц соответствующей размерной и полнотной группы. При задании размерных признаков конкретного человека система перестраивает лекала с уче-

том особенностей его фигуры. Такой подход позволяет точно и быстро решить одну из основных задач конструкторской подготовки – построение деталей всех размеров, ростов и полнот, а также на индивидуальные фигуры.

Использование условного оператора «если..., то..., иначе...» позволяет записать и учесть особенности построения деталей в каждом размере и росте, выбрать из совокупности модулей такие, которые обеспечивают получение наилучшего решения, организуют выполнение циклических процедур.

Использование «Грации» позволяет сократить время разработки и обеспечить безупречно качество изделий, организовать выполнение индивидуальных заказов без примерки [33, 62].

Конструктору предоставляется практически неограниченные возможности для творчества, организации интеллектуальных процессов конструирования [60].

Другой пример интегрированной модульной компьютерной системы «aLiza» САПР «Реликт», которая обслуживает весь цикл производства от технического рисунка и оформления заказа до разработки технологической последовательности и готового кроя.

Система «aLiza» фирмы «Реликт» состоит из нескольких модулей, применение которых позволяет:

- снизить стоимость и длительность подготовки швейного производства в 4 раза,
- повысить оперативную реакцию на требования покупателей,
- обеспечить экономию раскраиваемых материалов до 6%,
- сократить объем незавершенной продукции [76, 78].

Модульный программный комплекс САПР «Ассоль» (<http://www.assol.mipt.ru>) позволяет по эскизу, фотографии или образцу быстро и точно разрабатывать лекала моделей любой сложности. В системе можно конструировать изделия с «нуля», вводить с дигитайзера готовые лекала и редактировать их, выполнять градацию и раскладку, распечатывать чертежи конструкций, лекала, сетки градации, раскладки, создавать сопроводительную текстовую документацию [11].

Программа «Конструктор» САПР одежды «JULIVI» (<http://www.julivi.com>) позволяет специалисту-конструктору выполнять весь объем конструкторской подготовки производства максимально точно и быстро. Основные функции подсистемы:

- хранение базы данных лекал;
- конструирование базовых конструкций лекал;
- ввод готовых лекал и разводов с последующей их проверкой и модификацией;
- ввод лекал, созданных в других системах проектирования ;

- моделирование с применением всевозможных операций;
- техническое размножение (разводка) лекал верха, подкладок, различного рода прикладов;
- контроль и тестирование лекал;
- подготовка технической документации;
- расчет затрат времени [39].

Проектирующая система «ЛЕКО» (<http://www.lekala.info/leko>), фирмы ВИЛАР (г. Москва), позволяет также описать любую методику конструирования одежды на базе специализированного языка. При этом возможно параметрическое задание прибавок и проективных дискриминантов. Написанный алгоритм построения лекал может выполняться как для выбранного размера – роста, определенного из БД подсистемы, так и корректироваться для фигуры с индивидуальными особенностями телосложения.

В таблице 5.2 представлен сравнительный анализ выделенных подсистем конструирования одежды.

Таблица 5.2

**Сравнительная характеристика подсистем конструирования одежды**

Система	Характеристики		
	Особенности	Открытость	Обеспечение скорости выполнения проектных операций
1	2	3	4
«Комтенс»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– интегрированная градация, лекала рассматриваются в виде геометрического объекта;</li> <li>– одновременное автоматическое создание (модификация) лекал всех размеров при изменении формы лекала в одном из размеров изделия;</li> <li>– возможность графически вносить индивидуальные корректировки в форму лекал отдельных размеров или групп размеров.</li> </ul>	система обновляется по мере освоения и появления новых модулей	– быстрая сменяемость моделей, за счет получения лекал нового изделия на базе «стандартных» разверток лекал, при помощи специального набора команд

Продолжение табл. 5.2

1	2	3	4
«Eleandr САРР»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– модульная структура системы;</li> <li>– систематизация хранения информации);</li> <li>– использование классификатора для организации информационной среды, что обеспечивает удобство пользования и быстрый поиск необходимых данных.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– настройка с целью адаптации под конкретное производство;</li> <li>– система может расширяться и усложняться за счет подключения новых модулей;</li> <li>– базы данных, справочники, классификаторы открыты для постоянного пополнения в ходе работы.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– единая информационная среда дает возможность копировать любые части справочной информации во вновь разрабатываемый проект и адаптировать их к конкретной модели, таким образом, собираются новые проектные решения из отдельных «блоков».</li> </ul>
«Грация»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– процесс разработки конструкции выполняется расчетно-графическим методом с использованием размерных признаков и прибавок и обеспечением взаимосвязи деталей по принципу построению;</li> <li>– задаются и учитываются коэффициенты усадки на начальных этапах построения БК;</li> <li>– возможность просмотра изделия до первой готовности образца во всех размерах и ростах;</li> <li>– обеспечение <b>гармоничного восприятия</b> изделия во всех размерах и ростах за счет корректировки параметров и изменения пропорций.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– адаптация программы под специфику предприятия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обеспечение быстрой сменяемости моделей при безупречном качестве изделий во всех размерах и ростах.</li> <li>– оперативное изменение ассортимента при изменении направлений моды, автоматическое переключение при изменении прибавок, рельефов, перераспределении вытачек</li> </ul>

Окончание табл. 5.2

1	2	3	4
«Реликт»	– интегрированная модульная система; – соподчинение баз данных конструкций и конструктивно – декоративных элементов.	– система работает на стабильном ассортименте, что затрудняет ее наполнение	– модуль «Конструирование по измерениям» позволяет создавать базы данных конструкций различных уровней (основ базовых и модельных конструкций).
«Ассоль»	– модульный программный комплекс; – интеграция автономных подсистем «Эскиз» и «Конструкция».	– адаптация программы для конкретных видов производств; – постоянное пополнение интегрированных баз данных системы.	– использование различных видов проектирования (с «нуля»), вводиться с дигитайзера готовые лекала и редактировать их)
«JULIVI»	– совместимость для работы с другими подсистемами; – гибкий принцип работы с лекалами.	– адаптирование программы под специфику производства	– конструирование с нуля, перестроение конструкции для других размеров путем подстановки исходных данных другого размера.

На следующем этапе, после выполнения конструкторской части основного процесса проектирования, инженер технолог, участвуя в разработке технического проекта, отрабатывает конструкцию на технологичность, добиваясь наилучших значений ее показателей [18. С. 222]. Для автоматизации выбора технологической обработки основных узлов проектируемого изделия могут применяться компьютерные БД методов обработки. В качестве примера могут служить электронные справочники, разработанные на кафедре Сервиса и Моды ВГУЭС.

## 5.5. Рабочая документация

Заключительным этапом разработки новых моделей является разработка комплекта рабочей документации (РД) (ГОСТ 2.121-73).

На стадии РД выполняются следующие проектные операции:

- изготовление лекал,
- изготовление образца эталона,
- градация основных и производных деталей моделей,
- разработка технического описания на модель.

Вид проектно-конструкторской документации (ПКД) устанавливается на этапе технического задания и зависит от формы обслуживания. При разработке ПКД на модель по индивидуальным заказам оформляются лекала базовой или исходной модельной конструкции. Если целью является разработка ПКД по образцам или малыми сериями, то изготавливаются лекала модельной конструкции с припусками на швы.

Процесс изготовления лекал в САПР одежды можно функционально привязать к подсистеме «Построение лекал», либо к подсистеме «Моделирование и конструирование». Второй вариант возможен в случае, если проектирование лекал является интегрированной проектной операцией подсистемы конструирования САПР. Основные процедуры на этапе формирования лекал в подсистемах САПР:

- оформление углов лекал в соответствии с технологической обработкой и сопряжения срезов;
- создание производных и вспомогательных лекал на базе основных;
- маркировка лекал (создания надписей);
- задание нити основы;
- комплектация лекал;
- автоматическое формирование документации на изделие (спецификации, табеля мер).

Дополнительные функции указанных подсистем отдельных САПР позволяют выполнить контроль и тестирование лекал, правильность выполненных конструктором построений и включают в себя:

- проверку конструкций по длинам (посадкам);
- проверку сопряжения по срезам деталей.
- внести необходимые изменения в лекала одного или нескольких (или всех) размеров.

Подсистема «Градация лекал», как правило, является автономной и может быть как интегрированной подсистемой САПР, так и отдельно встраиваемым модулем – АРМ. Функции подсистемы градации лекал следующие:

- создание и хранение в базе данных таблиц размеров;
- техническое размножение лекал по размерам, ростам и полнотам;
- расчет промежуточных точек градации;

- перерасчет приращений в точках при моделировании;
- копирование правил градации с одной модели на другую.

Отличительной особенностью промышленного производства одежды является производство изделия в заданном диапазоне размеров и ростов. Традиционно для решения данной задачи используют градацию лекал, что позволяет существенно экономить время и трудовые затраты на разработку изделия.

Градация лекал предполагает разработку лекал одного размера (базового). Лекала других размеров и ростов получают, используя специальные упрощенные методы построения лекал. Процесс градации заключается в задании на базовых лекалах конструктивных точек и правил градации, которые, фактически, представляют вектора приращений при переходе от одного размера к другому.

САПР, имеющие развитые программы конструирования лекал, например «Комтенс», располагают функцией интегрированной градации. В отличие от «стандартных» чертежных компьютерных систем лекало представляется не просто набором графических примитивов, а рассматривается в виде геометрического объекта, который обладает свойством градации [50]. Свойство градации лекала автоматически модифицируется системой в соответствии с используемой операцией, например: разрезание или объединение лекал, поворот, частичный или полный перевод вытачки, веерное раскрытие (коническое разведение).

Многолетний опыт использования САПР раскладки на предприятиях убедительно показал значительные преимущества компьютерных технологий формирования раскладок перед традиционным ручным способом.

Применение САПР для проектирования раскладок:

- обеспечивает экономию сырья до 3% за счет нормирования межлекальных отходов, уплотнения раскладок и устранения потерь, связанных с обмеловкой лекал и человеческим фактором;

- повышает производительность и качество труда оператора-раскладчика, при этом напряженность труда раскладчика снижается, так как система подстраховывает и предостерегает его от ошибок;

- способствует более рациональному использованию производственных площадей, так как позволяет заменить столы для раскладок лекал на компактные автоматизированные рабочие места и исключить оборудование для измерения площади лекал, для изготовления копий раскладок, для изготовления и хранения лекал (сокращение затрат на лекальное хозяйство составляет 75...85%);

- при использовании плоттера позволяет получать зарисовки раскладок в натуральную величину в неограниченном количестве и в кратчайшие сроки;

- подсистемы интегрированы с автоматизированным раскройным комплексом [66].

Процесс формирования раскладки в САПР заключается в размещении изображений лекал на экране дисплея в площади прямоугольника, длина и ширина которого соответствуют параметрам полотна настила.

Существует три основных режима формирования раскладок:

- ручной или интерактивный, когда очередность и местоположение лекал выбирает раскладчик;
- автоматический, когда система сама предлагает различные варианты раскладок и выбирает лучший;
- полуавтоматический или комбинированный, когда часть лекал раскладчик укладывает по своему усмотрению, а остальные – система.

Подсистема САПР «Раскладка» имеется практически во всех швейных САПР. Среди профессиональных швейных САПР, пользующихся наибольшим спросом на отечественном рынке, можно выделить САПР «Грация», «Ассоль», «Комтенс», «JULIVI», «Автокрой», а также «Леко», «Силуэт», «Абрис» и др.

Автоматизация составления технического описания (ТО) возможна с использованием стандартных средств офисных приложений Microsoft office и др., а также средств хранения и передачи информации через локальную сеть в пределах одного предприятия.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте определение основных этапов выполнения проектно- конструкторских работ.
2. Выделите проектные операции и процедуры на этапе технического проектирования.
3. Перечислите проектные решения на этапе эскизного проектирования.
4. Назовите наиболее популярные web-браузеры.
5. Определите основные процедуры на этапе технического предложения.
6. Назовите функциональные возможности подсистемы раскладки лекал.
7. Проанализируйте способы создания технического эскиза на этапе эскизного проектирования.
8. Выполните сравнительную характеристику отдельно взятых подсистем проектирования лекал с позиции ее функциональных возможностей на этапе технического предложения.
9. В чем заключается процесс формирования лекал в подсистеме САПР?
10. Охарактеризуйте наиболее распространенные подсистемы проектирования лекал.

## **Тема 6. ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОДЕЖДЫ**

---

---

Направления совершенствования процесса проектирования швейных изделий определяются из анализа информационных характеристик и особенностей процесса. Оценка реально существующих предпосылок и средств повышения эффективности результатов проектирования на базе новейших средств информатики позволяет определить общую концепцию и основные требования к разработке новых и совершенствованию существующих компонентов САПР одежды [55, 83, 91]. Основные акценты в современном проектировании швейных изделий сосредоточены на:

- совершенствовании системно-интегрированной технологии проектирования одежды на основе использования современных информационных технологий;
- совершенствовании метода трехмерного проектирования швейного изделия;
- определении системы связей функционирования комплексной САПР одежды.

### **6.1. Актуальность трехмерного проектирования одежды**

С начала 70-х годов XX века научные работы зарубежных исследователей в области *трехмерного автоматизированного проектирования одежды* были преимущественно направлены на создание реалистического трехмерного изображения модели одежды на экране монитора. Спустя примерно два десятилетия (в конце 80-х годов) в зарубежных источниках появились публикации, в которых сообщалось, что после создания простой трехмерной формы одежды возникла серьезная проблема получения лекал этой формы [69. С. 7].

Сегодня ведущие мировые фирмы в области разработки программных продуктов для индустрии моды в качестве одного из главных приоритетов определили создание систем проектирования одежды в трех измерениях. В настоящее время программное обеспечение CAD с некоторыми в разной степени развитыми возможностями трехмерного проекти-

рования одежды имеется у зарубежных фирм: Гербер (США), Asahi (Япония), Lectra System (Франция), Computer Design Inc (США), PAD system (Канада) и др. Наибольшее внимание в свое время в СССР уделялось поиску методов автоматизированного построения разверток поверхности манекена, с целью последующего перехода к проектированию одежды. Сегодня исследования в области трехмерного автоматизированного проектирования проводятся в следующих направлениях:

- создания виртуальных манекенов в современных САПР одежды и оценке особенностей их разработки;
- разработки и корректировки существующих методик конструирования одежды с элементами 3D-проектирования, основанных на взаимосвязи параметров пространственных моделей изделия и их плоских разверток.
- разработки инструментария для графического проектирования манекенов;
- разработки реализации механизмов получения плоских разверток с учетом свойств материалов.

Качественно новые возможности разработанной технологии трехмерного автоматизированного проектирования одежды в решениях проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач в России полностью подтверждены и реализованы в программном обеспечении системы СТАПРИМ, которые внедрены в промышленное и индивидуальное производство одежды и в учебный процесс [69. С. 32].

Рассмотрим последовательность выполнения проектных процедур на примере реализованной технологии СТАПРИМ. Процесс создания модели на экране монитора в трех измерениях в соответствии с замыслом художника – это работа пользователя с контурами внешней пространственной формы изделия (с геометрическим каркасом). Пространственная форма виртуальной модели изделия одновременно является его *трехмерной геометрической силуэтной конструкцией*, которая базируется на разработанных алгоритмах логической пространственной взаимосвязи конструктивных точек трехмерной формы одежды, и их пространственного перемещения под воздействием факторов перехода от геометрической модели манекена к геометрической модели изделия.

Процесс проектирования одежды с использованием системы автоматизированного создания ее силуэтной конструкции в трех измерениях содержит следующие основные этапы:

- выбор *трехмерного* типового манекена или задание индивидуальной фигуры;
- создание *трехмерной* модели одежды;
- разработка плоской модельной конструкции;
- разработка комплекта лекал;
- раскладка лекал.

После выбора типового манекена или задания индивидуальной фигуры на этом этапе также определяется количество основных деталей стана, т.е. выбирается файл, членение стана которого приближается к замыслу, отображенному в эскизе модели.

**Второй этап** проектирования (создание *трехмерной* модели одежды) является важным этапом с позиции создания объемно-пространственной формы.

В отличие от традиционного плоскостного проектирования, где исходным материалом является базовая конструкция, для трехмерного моделирования основой служит трехмерный манекен. Поскольку создание пространственной модели на основе заданного пространственного манекена происходит в пространстве, то это позволяет сразу на экране монитора оценивать внешнюю форму модели [69].

**Третий этап** ставит задачу доведения полученной развертки до модельной конструкции. Эта часть работ трудно выполнима в трех измерениях, по крайней мере, в настоящее время, поэтому она выполняется на плоскости [43].

**Четвертый и пятый этапы** полностью заимствованы из традиционного проектирования, но они несут в себе черты трехмерного проектирования, поскольку опираются на развертку трехмерной конструкции, в которой заложено качество будущего изделия. Эти этапы, как известно, осуществляются на плоскости, либо вручную, либо с использованием различных автоматизированных систем плоскостного модифицирования [69].

## **6.2. CALS-технологии в производстве одежды**

CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support) или ИПИ (Информационная поддержка жизненного цикла изделий) – это концепция, объединяющая принципы и технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех его стадиях, основанная на использовании интегрированной информационной среды (единого информационного пространства), обеспечивающая единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков продукции (включая государственные учреждения и ведомства), поставщиков (производителей) продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованная в соответствии с требованиями системы международных стандартов, регламентирующей правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными [15].

CALS-технология, или технология непрерывной компьютерной поддержки полного жизненного цикла изделия, является в настоящее время самой передовой из информационных технологий.

Появившись в 1980-х годах, CALS-технологии изначально были востребованы только как инструмент информационной поддержки материально-технического обеспечения. В настоящее время термин CALS подразумевает

информационную поддержку изделия на всех этапах жизненного цикла, начиная с маркетинговых исследований и заканчивая утилизацией.

Жизненный цикл изделия (ЖЦИ) – перечень этапов, через которые проходит изделие за весь период своего существования. Включает этапы маркетинговых исследований, концептуального проектирования дизайна изделия, конструкторской и технологической подготовки производства, изготовления, обслуживания, утилизации и т.п.

Реализация CALS технологий в практическом плане предполагает организацию единого информационного пространства (Интегрированной информационной среды), объединяющего автоматизированные системы, предназначенные как для эффективного решения задач инженерной деятельности, так и для планирования и управления производством и ресурсами предприятия.

Интегрированная информационная среда представляет собой совокупность распределенных баз данных, в которой действуют единые, стандартные правила хранения, обновления, поиска и передачи информации, через которую осуществляется безбумажное информационное взаимодействие между всеми участниками жизненного цикла изделия. При этом однажды созданная информация хранится в интегрированной информационной среде, не дублируется, не требует каких-либо перекодировок в процессе обмена, сохраняет актуальность и целостность [28].

Интегрированная система – это понятие, означающее состояние связанности отдельных частей и функций системы в целом. Интеграция – это процесс, ведущий к данному состоянию.

Для управления сложными интегрированными системами в их составе имеется специальное программное обеспечение – системная среда САПР или АС, называемая в настоящее время системой управления проектными данными или системой управления жизненным циклом [31].

Чтобы получить действительно интегрированное решение, объединяющее разработки, производство и поставки, для предприятий необходимо связать базовую систему автоматизации, которая включает в себя пакеты прикладных программ для решения задач управления, средства комплексирования задач в требуемые конфигурации, средства сопряжения с другими системами с САПР [88].

Стоит отметить, что и среди разработчиков САПР для швейного производства пока нет почти никого, кто может предложить интегрированное решение в масштабах предприятия. Несмотря на то, что некоторые САПР сегодня укомплектованы PDM-модулями (PDM – Product Data Management – сопровождение данных об изделии), последние не решают задачу комплексной автоматизации, а лишь являются расширением САПР для управления производственными данными об изделии. Кроме работы с данными об изделиях и коллекциях, используемыми в САПР, системы класса PDM не рассчитаны на решения таких задач, как, например, расчет себестоимости продукции или составление производственных графиков [17].

Большинство разработчиков специализированных систем для швейной промышленности идут по пути комплексной автоматизации всех процессов проектирования и производства одежды. Конечной целью, к которой наиболее близки ведущие западные фирмы (Assyst, Gerber, Investronica, Lectra), является создание единой (интегрированной) САПР-АСУ предприятия [84, 87].

Пожалуй, единственными представителями отечественных интегрированных систем остаются система Julivi, разработанная Луганской фирмой «САПРЛегПром», и модель интегрированной САПР одежды, полученная в результате механического объединения известных отечественных систем «Грация» и «ТАПРО». В результате объединения возможностей «Грации» и системы трехмерного проектирования «СТАПРИМ» создана интегрированная САПР. Основные детали изделия, построенные в «СТАПРИМ», могут быть преобразованы в формат САПР «Грации», возможности которой позволяют выполнять все виды моделирования в графическом или аналитическом режимах, строить производные и вспомогательные лекала, проектировать раскладки и т.д.

### **6.3. Определение производственных связей для автоматизации процесса проектирования одежды**

Наиболее перспективные методы проектирования швейных изделий основаны на использовании современных компьютерных технологий, способствующих повышению качества и сокращению сроков разработки как отдельной взятой модели, так и серии моделей. Автоматизация проектирования особенно эффективна, когда от автоматизации выполнения отдельных инженерных расчетов переходят к комплексной автоматизации проектирования. Для этих целей создавались, создаются и совершенствуются системы автоматизированного проектирования одежды.

В настоящее время этого недостаточно. Большинство огромных предприятий не выдержали требований современного рынка. Освободившуюся «нишу» заняли небольшие фирмы, которым в условиях жестокой конкуренции достаточно легко перестроиться. Но, как правило, таким предприятиям недостаточно средств для приобретения дорогостоящего оборудования. Поэтому следующим этапом перехода от комплексной автоматизации будет переход непосредственно к целому комплексу средств, взаимодействующих с комплексной САПР и обновляемой в режиме реального времени, с интегрированной базой данных подсистем проектирования через Интернет.

Интернет – это крупнейшая мировая компьютерная сеть. Слово «Интернет» буквально означает «сеть сетей», т.к. она объединяет тысячи меньших региональных сетей, рассеянных по всему земному шару. WWW (World Wide Web – один из самых популярных сервисов) доступен в ос-

новном через Интернет; но, говоря «WWW» и «Интернет», мы имеем не одно и то же. WWW можно отнести к внутреннему содержанию, то есть некий мир знаний, распределенный по компьютерам во всей сети, в то время как сам Интернет является средством объединения компьютеров, внешней стороной глобальной сети в виде огромного количества линий связи, специального оборудования и правил передачи информации.

Благодаря возникновению и развитию сетей передачи данных появился новый, высокоэффективный способ взаимодействия между людьми. Первоначально сети использовались главным образом для научных исследований, но затем они стали проникать буквально во все области человеческой деятельности. При этом большинство сетей существовало совершенно независимо друг от друга, решая конкретные задачи для конкретных групп пользователей. Технология объединения множества физических сетей в единую глобальную сеть с помощью набора специальных стандартов «правил» (их называют протоколами), которые не зависели бы от типа оборудования и программного обеспечения, получила название internet и позволила компьютерам общаться друг с другом независимо от того, к какой физической сети и каким образом они подсоединены [20].

При реализации интегрированной базы данных в полной мере использованы богатые возможности Интернет по созданию современных производственных связей при проектировании одежды. Предварительная схема производственных связей при проектировании одежды представлена на рис. 6.1.

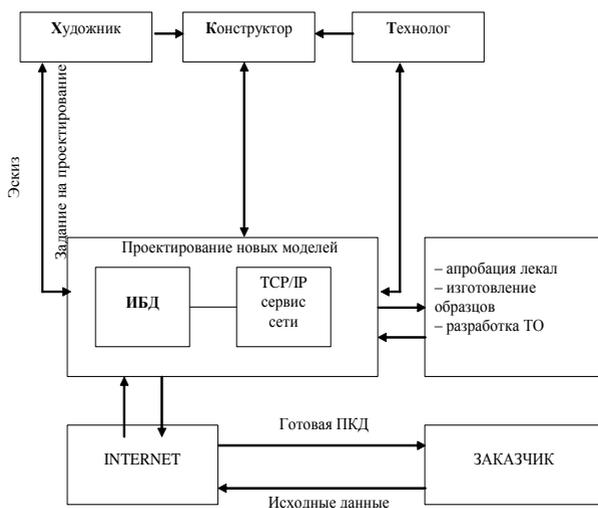


Рис. 6.1. Схема производственных связей для автоматизации процесса проектирования одежды

С точки зрения пользователя (в конкретном случае под словом «пользователь» может пониматься как отдельно взятое физическое лицо, так и лицо с юридическим адресом) ИБД в целом, равно как и блоки, ее составляющие, представляет собой набор функциональных средств для разработки проектно-конструкторской документации на модель, независимо от ее сложности.

Одежда как объект проектирования представляет собой сложную систему, элементы которой формируются под влиянием большого количества внутренних и внешних факторов [17]. Это выражается в многообразии типов, видов, разновидностей одежды, выполняемых ею функций, многообразии конструктивного построения, размеров, форм, используемых материалов и т.д.

Из ограниченного объема информации, представленной техническим заданием, в процессе проектирования постепенно формируются большие объемы информации, описывающие полную проектно-конструкторскую документацию на модель. Накопленная информация соответствующим образом распределяется в ИБД.

Интегрированная база данных – это, прежде всего, совокупность объектов, хранящихся в конструкторской базе данных (КБД), базах данных художника и технолога. Интеграция конструктивно-технических решений в единую структуру формирует конструкторскую базу данных.

Формализовать начальный творческий этап – создание эскиза – невозможно, но наработанные варианты художественных и технических эскизов, их цветовое решение хранятся в базе данных художника.

Технология в значительной мере подчинена замыслу модельера. База данных технолога представляет собой совокупность методов обработки с учетом свойств материалов.

Наибольшую сложность для организации производственных связей при автоматизированном проектировании одежды с использованием ИБД представляют начальные этапы проектирования, на которых осуществляется творческий поиск путей реализации требований, содержащихся в представленном заказчиком техническом задании (ТЗ), и структурный синтез проектного решения новой модели. Большая часть задач структурного синтеза и анализа на данных этапах решается конструктором во взаимодействии с модельером и технологом.

Формирование заказа (ТЗ) происходит на основе использования уже имеющейся информации в базе данных художника или самостоятельно, через специальную диалоговую оболочку, ориентированную на предметную область и ее термины. Связь между заказчиком и моделирующей организацией осуществляется посредством Интернет с помощью набора специальных стандартов. В настоящее время таким стандартом является серия протоколов ТСП/IP, самыми важными из которой являются протокол IP, который отвечает за поиск маршрута или маршрутов в Интернет от одного компьютера к другому через множество промежуточных сетей,

и протокол ТСП, который обеспечивает надежную доставку, безошибочность и правильный порядок приема передаваемых данных.

Первоначально, на основе полученного технического задания формируется базовая конструкция или исходная модельная конструкция модели – предложения методом варьирования объектов, хранящихся в конструкторской базе данных. Комбинаторика мелких элементов конструкции обеспечивает получение большого количества вариантов как исходных модельных конструкций, так и модельных конструкций в целом. Полученные конструктивные решения проходят апробацию в так называемом «экспериментальном подразделении», состоящим из нескольких высококвалифицированных портных.

На заключительном этапе на изготовленный образец модели (когда в этом имеется необходимость) формируется пакет проектно-конструкторской документации (ПКД) посредством комплексной системы автоматизированного проектирования одежды, которая позволяет в кратчайшие сроки выполнить раскладку и градиацию лекал, нормирование материалов и т.д.

Пакет ПКД отправляется непосредственно заказчику в минимально короткий срок.

Достоинства подобной схемы производственных связей достаточно очевидны, особенно для небольших фирм производителей одежды, которые не могут себе позволить приобретение подобных программных и технических средств.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте определение CALS-технологиям
2. Рассмотрите перспективы использования интегрированной САПР для целей производства одежды.
3. Назовите последовательность формирования разверток поверхностей лекал при трехмерном автоматизированном проектировании.
4. Дайте определение жизненного цикла изделия.
5. Охарактеризуйте направления совершенствования в области трехмерного автоматизированного проектирования.
6. Для чего формируется единое информационное пространство?
7. Назовите и охарактеризуйте направления совершенствования процесса проектирования швейных изделий.
8. Проанализируйте перспективы развития систем трехмерного автоматизированного проектирования.
9. Выполните анализ существующих САПР одежды с позиции интеграции.
10. Рассмотрите взаимодействие ИБД в комплексе САПР одежды при определении производственных связей.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. САD-системы в текстильных САПР: учеб.-метод. пособие / сост. С.Н. Зыков, К.С. Ившин. – Ижевск: УдГУ, 2008. – 18 с.
2. PDM [Электронный ресурс] / Википедия. Свободная Энциклопедия. – 2001. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/PDM>
3. TeamCenter – описание программного комплекса [Электронный ресурс] /: Режим доступа: <http://www.cadcam.lanit.ru>
4. Аветисян, Д.А. Автоматизация проектирования электротехнических систем и устройств / Д.А. Аветисян. – М.: Высш. шк., 2005. – 511 с.
5. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств. – М.: Высш. шк., 2000. – 318 с.
6. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / В.С. Корсаков, Н.М. Капустин, К.-Х. Темпельгоф, Х. Лихтенберг. – М.: Машиностроение, 1985. – 515 с.
7. Автоматизация схемотехнического проектирования. – М: Радио и связь, 1987. – 516 с.
8. Автоматизированное проектирование технологии изготовления швейных изделий в «Eleandr САРР» [Электронный ресурс]/режим доступа: <http://www.eleandr-soft.ru> // Швейная промышленность. – 2003. – № 01. – С. 34.
9. Автоматизированные рабочие места управленческого персонала. – Киев: Картя Молдовеняскэ, 1990. – 171 с.
10. Андреева, М.В. Еще раз к вопросу выбора САПР для швейного предприятия / М.В. Андреева // Швейная промышленность. – 2003. – № 6.
11. Андреева, М.В. Раскладка лекал в САПР «Ассоль» / М.В. Андреева, Т.Ю. Холина, А.М. Павлов [Электронный ресурс] / Информационный портал легкой промышленности; МФТИ. – 2002. – Режим доступа: [http://www.legprominfo.ru/2\\_statji/15\\_tehnika/2002.1.html](http://www.legprominfo.ru/2_statji/15_tehnika/2002.1.html), свободный.
12. Билевич, А.Ю. Совершенствование методов проектирования базовых конструкций верхней женской одежды: автореферат дис. ...канд. техн. наук / А.Ю. Билевич. – М., 1999.
13. Бойко, В.В., Савинков, В.М. Проектирование баз данных информационных систем / В.В. Бойко, В.М. Савинков. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 351 с.

14. Боуман, Дж. Практическое руководство по SQL / Дж. Боуман, С. Эмерсон. – М. Дарновски; пер. с англ. – Киев: Диалектика, 1997.
15. Брусакова, И.А. Информационная поддержка жизненного цикла изделий: учеб. пособие / И.А. Брусакова. – СПб.: СПбГИЭУ, 2007. – 82 с.
16. Булатова, Е.Б. Конструктивное моделирование одежды: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед./ Е.Б. Булатова, М.Н. Евсеева. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 272 с.
17. Булатова, Е.Б. Новые возможности совершенствования процессов проектирования, предоставляемые САПР «Грация» / Е.Б. Булатова, Л.Г. Гладкова, О.В. Журавлева // Швейная промышленность. – 2000. – № 4.
18. Быков, В.П. Методическое обеспечение САПР в машиностроении / В.П. Быков. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1989. – 255 с.
19. В ногу со временем. [Электронный ресурс] / Международный информационно-аналитический журнал. – Электронный журнал. – 2001. – №4. – Режим доступа: <http://www.cadcamcae.lv/arch/n1.htm>
20. Волкова, Е.К. Исследование и разработка методики построения интегрированной системы «адресного» автоматизированного проектирования одежды: автореферат дис. ...канд. техн. наук / Е.К. Волкова. – М., 1999.
21. Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы / Д.В. Гаскаров. – М.: Высш. шк., 2003. – 431 с.
22. Герасимович, Т.П. Разработка метода модульного проектирования типовых конструкций одежды: дис. ...канд. техн. наук. – М.: МГАЛП, 1985.
23. Гетманцева, В. Автоматизированный модуль «Распознавание творческого эскиза одежды» / В. Гетманцева // САПР и графика. – 2008. – № 6.
24. Горбатов, В.А. САПР систем логического управления / В.А. Горбатов, А.В. Крылов, Н.В. Федоров. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 232 с.
25. ГОСТ 23501.0-89. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 12 с.
26. ГОСТ 235010-79. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 12 с.
27. ГОСТ 34.003-90. Автоматизированные системы. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 12 с.
28. Гудков, Д. Информационная поддержка изделия на всех этапах жизненного цикла (CALS «CONTINUOUS ACQUISITION AND LIFE-CYCLE SUPPORT») / Д. Гудков. Режим доступа: [http://www.espotec.ru/art\\_info.htm](http://www.espotec.ru/art_info.htm), свободный
29. Дейт, К. Введение в системы баз данных / К. Дейт. – М.: «Наука», Физматлит, 1980. – 464 с.
30. Дементьев, Ю.В. САПР в автомобиле- и тракторостроении / Ю.В. Дементьев, Ю.С. Щетинин. – М.: Академия, 2004. – 224 с.

31. Джемардьян, Т.Ю. Интеграция локальных графических баз данных подсистем «Эскиз» и «Конструкция»: дис. ...канд. техн. наук / Т.Ю. Джемардьян. – М.: МГАЛП, 1997. – 200 с.
32. Дружинин, Е.А. Развитие систем автоматизированного проектирования / Е.А. Дружинин [Электронный ресурс] // Электронный журнал «Двигатель». – 2006. – № 3 (45). – Режим доступа: <http://engine.aviaport.ru/issues/45/page56.html>, свободный.
33. Жизневский, В. Правильный выбор САПР – залог успеха / В. Жизневский // Швейная промышленность. – 2003. – № 11 (40). – С. 9.
34. Зигман, А.А. Автоматизация проектирования швейных предприятий / А.А. Зигман. – М.: Легпромбытиздат, 1991
35. История САПР [Электронный ресурс] / CAD/CAE/CAM. – Электронный журнал. – 2006. – № 2 – Режим доступа: [http://cad.center-it.net/Istoriya\\_SPR/IstoriyaSAPR.htm](http://cad.center-it.net/Istoriya_SPR/IstoriyaSAPR.htm)
36. Калининченко, Л.А., Рывкин, В.М. Машины баз данных и знаний / Л.А. Калининченко, В.М. Рывкин. – М.: «Наука». Физматлит., 1990. – 296 с.
37. Киселев, А. Эффективная САД-система по проектированию чертежной КД / А. Киселев // САПР и графика. – 2003. – № 6.
38. Коблякова, Е.Б. Конструирование одежды с элементами САПР / Е.Б. Коблякова. – М.: Легпромиздат, 1988. – 464 с.
39. Конструктор [Электронный ресурс] / САПРЛЕГПРОМ. – 2003. – Режим доступа: <http://www.julivi.com/index.php?do=news&action=show&id=19>, свободный.
40. Коробцева, Н.А., Лазарев, В.А. ЛЕКО – система автоматизированного проектирования одежды / Н.А. Коробцева, В.А. Лазарев. – М., Гном-Пресс, 1999.
41. Краткий курс истории САПР [Электронный ресурс] / Международный информационно-аналитический журнал. – Электронный журнал. – 2001. – № 5. – Режим доступа: <http://www.cadcamcae.lv/arch/n3.htm>
42. Кынчев, М., Нутрихина, Н. Швейная САПР лицом к конструктору / М. Кынчев, Н. Нутрихина // Швейная промышленность. – 2003. – № 5.
43. Мартынова, А.И., Андреева, Е.Г. Конструктивное моделирование одежды: учеб. пособие для вузов / А.И. Мартынова, Е.Г. Андреева. – М.: МГАЛП, 1999. – 216 с.
44. Масалова, В.А. Разработка методов проектирования одежды с использованием современных средств компьютерной графики: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – М.: МГАЛП, 1996.
45. Медведева, Т.В. Художественное конструирование одежды / Т.В. Медведева. – М.: ФОРУМ: ИНФА-М, 2003. – 480 с.
46. Методология создания баз данных [Электронный ресурс] / Северо-Кавказский государственный технический университет. – 2007. – Режим доступа: <http://www.skgtu.ru/nauka/issues/45/page56.html>, свободный.

47. Миленин, В.В. . Ввод лекал в САПР / В.В. Миленин // Швейная промышленность. – 1994. – № 6.
48. Морозов, К.К. Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры / К.К. Морозов, В.Г. Одинокоев, В.М. Курейчик. – М.: Радио и связь, 1983. – 485 с.
49. Наумович, С.В. Использование компьютерных технологий в швейной промышленности [Электронный ресурс] / С.В. Наумович // Центральный Научно-исследовательский Институт швейной промышленности. – 2005. – Режим доступа: <http://www.cniishp.ru>
50. Наумович, С.В. Основные возможности и особенности реализации САПР «КОМТЕНС» / С.В. Наумович // Одежда и текстиль. – 2004. – № 9 (21). – С. 23–24.
51. Наумович, С.В. Проектирование одежды с использованием САПР «КОМТЕНС» / С.В. Наумович, Л.А. Эглит // Швейная промышленность. – 2002. – № 4. – С. 17–18.
52. Нельсон, Р. Running Visual Basic 3.0 for Windows / Р. Нельсон. – М.: Русская Редакция, 1995.
53. Нестеров, В.П. Автоматизированная система проектирования технологических процессов производства обуви / В.П. Нестеров. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 200 с.
54. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования / И.П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002 – 336 с.
55. Овчинников, М.А. Структура САПР / М.А. Овчинников [Электронный ресурс] // Кафедра Автомобильных дорог Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. – 2006. – Режим доступа: <http://www.topomatic.ru/digest/part1/structure.php>, свободный.
56. Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – Российская АН; Российский фонд культуры. – 3-е изд., стереотипное. – М.: АЗЪ, 1995. – 928 с.
57. Описание рабочих мест АСУП системы JULIVI [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.julivi.com>
58. Острейковский, В.А. Информатика / В.А. Острейковский. – М.: Высш. шк., 1999. – 511 с.
59. Петров, А.В. Проблемы и принципы создания САПР / А.В. Петров, В.М. Черненький. – М.: Легпромиздат, 1990. – 368 с.
60. Полная автоматизация конструкторской подготовки в САПР «Грация» // Ателье. – 2006. – № 3. – С. 22.
61. Понятие базы данных (БД) и системы управления базами данных (СУБД) [Электронный ресурс] / Создание структуры базы данных. – 2005. – Режим доступа: <http://www.rbt1.ru/recenz/IT29a.htm>, свободный.

62. Преимущества использования «Грации» [Электронный ресурс] / САПР «Грация». – 2005. – Режим доступа: <http://www.grazia.lpb.ru/?p=6349>, свободный.

63. Принципы создания баз данных [Электронный ресурс] / Информационный портал создания систем автоматизированного проектирования. – 2006. – Режим доступа: <http://it.kgsu.ru/MSAccess/access01.html>, свободный.

64. Проектирование баз и хранилищ данных [Электронный ресурс] / Рефераты: Хранилище рефератов. – 2005. – Режим доступа: <http://bobyuch.ru/referat/>, свободный.

65. Проектирование и структура баз данных и систем управления базами данных [Электронный ресурс] / Сибирская Государственная Геодезическая Академия. Научная работа. – 2005. – Режим доступа: <http://www.ssga.ru/digest/part1/structure.php>, свободный.

66. Проектирование раскладок лекал деталей одежды в САПР [Электронный ресурс] / Автоматизация процессов швейного производства. – Режим доступа: <http://www.atel.pochta.ru>

67. Радаев, А.А. Состав и структура САПР / А.А. Радаев [Электронный ресурс] / Теоретические основы структуры САПР. – 2005. – Режим доступа: <http://www.techno.edu.ru/db/msg/21384.html>

68. Раздомахин, Н.Н. Трехмерное проектирование женской одежды: учеб. пособие для вузов / Н.Н. Раздомахин, Е.Я. Сурженко, А.Г. Басуев. – СПб.: СПГУТД, 2006. – 142 с., 86 ил.

69. Раздомахин, Н.Н. Система трехмерного автоматизированного проектирования одежды и перспективы ее развития / Н.Н. Раздомахин, А.Г. Басуев, Е.Я. Сурженко // Современные проблемы легкой промышленности. – 1996. – № 1. – С. 111–116.

70. Реализация сквозного модульного проектирования изделий в САПР «Грация» [Электронный ресурс]/режим доступа: <http://www.grazia.lpb.ru>

71. Родионова, О.Л. Современные направления автоматизации проектирования одежды / О.Л. Родионова // Режим доступа: <http://www.autokroy.com/article-21.html>

72. Романов, В.Е. Системный подход к проектированию специальной одежды / В.Е. Романов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 128 с.

73. Савельев, М.В. Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ / М.В. Савельев. – М.: Высшая школа, 2001. – 352 с.

74. Савельева, Н.Ю. Совершенствование методов автоматизированного проектирования одежды на индивидуального потребителя: дис. ...канд. техн. наук / Н.Ю. Савельева. – М., 1999

75. САПР «Eleandr CAPP» [Электронный ресурс] / НТЦ Дизайна и технологий. – Режим доступа: <http://www.eleandr-soft.ru/cad.htm>, свободный.

76. САПР «Конструктор» [Электронный ресурс] / Моделирование и конструирование одежды. – Режим доступа: <http://users.kalyga.ru/dam/#Меню>, свободный.
77. САПР для швейной промышленности [Электронный ресурс] / Julivi CAD/CAM Systems. – 2007. – Режим доступа: <http://www.julivi.com/index.php?do=news&action>, свободный.
78. САПР Реликт [Электронный ресурс] / Научно – производственный центр, 2003. – Режим доступа: <http://relict.ru/techsapr/sapr/>, свободный.
79. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений // А.И. Кондаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 272 с.
80. Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике. – М.: Радио и связь, 1986. – 611 с.
81. Складов, В.А. Автоматизация проектирования ЭВМ / В.А. Складов, С.В. Новиков, В.Н. Ярмолик. – Минск: Высш. шк., 1990. – 328 с.
82. Словарь по естественным наукам [Электронный ресурс] / Яндек. Словари: Естественные науки. – 2007. – Режим доступа: [http://slovari.yandex.ru/dict/gl\\_natural](http://slovari.yandex.ru/dict/gl_natural), свободный.
83. Словарь терминов САПР [Электронный ресурс] / Системы автоматизированного проектирования. – 2007. – Режим доступа: <http://www.sapr4.narod.ru/issues/45/page56.html>, свободный.
84. Создание интегрированной САПР [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.textile-press.ru>
85. Струневич, Е. Актуальность создания реалистичных инженерно-заданных манекенов для проектирования одежды в САПР / Е. Струневич, В. Гетманцева, Л Лопасова // САПР и графика. – 2008. – № 10.
86. Сурикова Г.И. Разработка конструкций одежды в САПР «Грация»: учебное пособие / Г.И. Сурикова, О.В. Сурикова, Н.И. Ахмедулова, А.В. Гниденко. – Иваново: ИГТА, 2004. – 124 с.
87. Сурикова, Г.И. Анализ современных САПР одежды / Г.И. Сурикова [Электронный ресурс] / Информационно-аналитический портал «Ивановский текстиль». – 2002. – Режим доступа: [http://www.vtextile.ru/articles/html/igta\\_articles/design04.news](http://www.vtextile.ru/articles/html/igta_articles/design04.news), свободный
88. Сырейщикова, О.А. Разработка принципов проектирования женского платья с элементами ломаных форм: автореферат дис. ...канд. техн. наук / О.А. Сырейщикова. – М.: МГАЛП, 1996.
89. Терминологическая база данных по информатике и бизнесу [Электронный ресурс] / Развитие информационных систем в бизнесе. – 2006. – Режим доступа: <http://www.yas.yuna.ru/db/msg/21384.html>, свободный.
90. Ткаченко, В.Б. Русский САПР в Internet / В.Б. Ткаченко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cad.dp.ua/stats/mir\\_internet.php](http://www.cad.dp.ua/stats/mir_internet.php)

91. Тузова, И.А. Разработка метода гибкого многовариантного проектирования женской верхней одежды: автореферат дис. ...канд. техн. наук / И.А. Тузова. – М., 1998
92. Федорук, Л.Н. САПР. Информационное и прикладное программное обеспечение / Л.Н. Федорук. – М.: Академия, 1999. – 188 с.
93. Фролов, В.Н. Автоматизированное проектирование технологических процессов и систем производства РЭС / В.Н. Фролов, Я.Е. Львович, Н.П. Меткин. – М.: Высш. шк., 1991. – 538 с.
94. Центр «Прикладные компьютерные технологии» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.assol.mipt.ru>
95. Частиков, А.П. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS / А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 608 с.
96. Эффективная САД-система по проектированию чертежной / Д.А. Киселев // САПР и графика. – 2003. – № 6.
97. Яковлева, Е.Я. Разработка метода проектирования конструкций женского платья гладкой формы в системе 3-CAD: дис. ...канд. техн. наук. – М.: МГАЛП, 1996. – 244 с.
98. Ясницкий, Л.Н. Введение в искусственный интеллект / Л.Н. Ясницкий. – М.: Академия, 2005. – 176 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

---

---

СЛОВАРЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ .....	1
ВВЕДЕНИЕ .....	4
Тема 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САПР ОДЕЖДЫ .....	8
1.1. Исторический аспект развития САПР .....	8
1.2. Цели и задачи САПР одежды .....	12
1.3. Требования, предъявляемые к САПР швейной промышленности .....	13
1.4. Основные термины и понятия .....	14
Тема 2. ПОДСИСТЕМЫ САПР ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	29
2.1. Определение понятия «подсистема» .....	29
2.2. Классификация подсистем .....	32
2.3. Структура САПР одежды .....	34
2.4. Функции составляющих элементов САПР одежды .....	37
2.5. Взаимозаменяемость понятий и определений элементов автоматизированного проектирования .....	38
Тема 3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР .....	41
3.1. Классификация обеспечения САПР .....	41
3.2. Основные характеристики технического обеспечения .....	42
3.3. Характеристика программного обеспечения .....	47
3.4. Определение связей между элементами САПР. Логическая структура САПР .....	49
Тема 4. КОНСТРУКТОРСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ .....	53
4.1. Характеристика направлений развития конструкторской подсистемы проектирования лекал .....	53
4.2. Анализ конструкторских баз данных .....	57
4.3. Логическая структура информационного обеспечения конструкторской БД .....	65

Тема 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОДЕЖДЫ.....	77
5.1. Техническое задание .....	78
5.2. Техническое предложение .....	81
5.3. Эскизный проект .....	83
5.4. Технический проект .....	85
5.5. Рабочая документация .....	92
Тема 6. ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОДЕЖДЫ .....	95
6.1. Актуальность трехмерного проектирования одежды.....	95
6.2. CALS-технологии в производстве одежды .....	97
6.3. Определение производственных связей для автоматизации процесса проектирования одежды.....	99
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	103

Учебное издание

**Клочко** Инна Леонидовна

## **САПР ОДЕЖДЫ**

Учебное пособие

Редактор Л.И. Александрова  
Компьютерная верстка М.А. Портновой

Лицензия на издательскую деятельность ИД № 03816 от 22.01.2001

Подписано в печать .01.10. Формат 60×84/16.  
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. .  
Уч.-изд. л. . Тираж экз. Заказ

---

Издательство Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса

690600, Владивосток, ул. Гоголя, 41  
Отпечатано: множительный участок ВГУЭС  
690600, Владивосток, ул. Державина, 57