

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ ШВЕЙНОГО
ПРОИЗВОДСТВА

Курс лекций

Витебск
2009

УДК 687.016:658.011.56

ББК 37.24

А 22

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент кафедры конструирования и технологии обуви УО «Витебский государственный технологический университет» З.Г.Максина

главный конструктор ОАО «Знамя индустриализации»

С.Н.Вичева

А22 Трутченко, Л. И. Автоматизация проектирования изделий и технологических процессов швейного производства : курс лекций / УО «ВГТУ» ; сост. Л. И. Трутченко, Е. М. Ивашкевич. – Витебск : УО «ВГТУ», 2008. – 112 с.

ISBN 978-985-481-137-6

Курс включает материалы по темам, предусмотренным программой курсов «САПР швейных изделий» и «САПР в отрасли». Курс лекций предназначен для студентов специальности 50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий» дневной и заочной форм обучения с полным и сокращенным сроками обучения.

Издание представляет интерес для студентов, получающих высшее и среднее техническое образование, а также инженерно-технических работников швейной промышленности.

УДК 687.016:658.011.56

ББК 37.24

А 22

© Трутченко Л.И., 2009

© Ивашкевич Е.М., 2009

© УО «ВГТУ», 2009

ISBN 978-985-481-137-6

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

- 1 Методология создания и характеристика компонентов и обеспечений автоматизированного проектирования (САПР)**
 - 1.1 Характеристика структуры и компонентов САПР
 - 1.2 Общесистемные принципы создания САПР
 - 1.3 История создания и развития автоматизированного проектирования объектов и технологических процессов в швейной отрасли
- 2 Характеристика структурной схемы САПР одежды**
- 3 Методы определения рациональных размеров и формы одежды на основе трехмерного проектирования**
 - 3.1 Получение разверток поверхности манекенов типовых фигур
 - 3.2 Получение разверток поверхности одежды
- 4 Математическое обеспечение САПР швейных изделий**
 - 4.1 Способы математического описания контуров деталей одежды
 - 4.2 Геометрические преобразования при построении лекал и их градации
- 5 Разработка конструкций новых моделей в САПР**
 - 5.1 Автоматизация расчета и построения базовых конструкций одежды
 - 5.2 Преобразования базовых конструкций при получении новых моделей одежды
 - 5.2.1 Проектирование базовой конструкции оката рукава на основе проймы
 - 5.2.2 Преобразования базовых конструкций при конструктивном моделировании одежды
- 6 Информационное обеспечение САПР одежды**
- 7 Структура, функциональная схема и характеристика подсистем промышленной САПР**
 - 7.1 Характеристика подсистем промышленной САПР
 - 7.2 Характеристика технических средств промышленной САПР
 - 7.3 Характеристика процессов выполнения проектных работ в промышленной САПР
 - 7.3.1 Модификация деталей при построении лекал новых моделей одежды
 - 7.3.2 Градация лекал в промышленных САПР
 - 7.3.3 Организация баз данных в промышленных САПР
 - 7.3.4 Построение раскладок лекал в промышленных САПР
- 8 Оценка качества проектных решений в САПР одежды**
- 9 Автоматизация проектирования технологических процессов изготовления швейных изделий**
 - 9.1 Способы проектирования и состав информационного обеспечения при проектировании технологических процессов
 - 9.2 Характеристика системы «Автоматизированное рабочее место технолога» (АРМТ)
 - 9.2.1 Кодирование узлов изделия

- 9.2.2 Условно-постоянная информация системы АРМТ
- 9.2.3 Алгоритм проектирования ТПШИ в системе АРМТ
- 9.3 Автоматизированное проектирование технологии в системе «Eleandr САРР»
- 9.4 Предпосылки принципиального изменения способа автоматизированного проектирования ТПШИ
- 9.5 Разработка технологической последовательности в системе «Julivi»
- 10 Автоматизация проектирования технологических схем**
- 10.1 Способы задания графа технологического процесса
- 10.2 Формализация требований к комплектованию операций
- 10.3 Способы комплектования технологических операций по графу технологического процесса
- 10.4 Алгоритм проектирования технологических схем
- 10.5 Проектирование организационно-технологической схемы в системе «Eleandr САРР»
- 10.6 Разработка технологической схемы в системе «Julivi»
- 11 Автоматизация проектирования планировочных решений швейных цехов**
- 11.1 Функциональная модель проектирования планировочных решений
- 11.2 Выделение специализированных участков
- 11.3 Выбор транспортных средств. Проектирование планировочных решений выделенных участков
- 11.4 Размещение участков на плане цеха
- 12 Автоматизация проектирования процессов управления производством на швейных предприятиях**
- 12.1 АРМ «Техописание модели»
- 12.2 АРМ «Планирование заказа»
- 12.3 АРМ «Календарное планирование»
- 12.4 АРМ «Склад сырья»
- 12.5 АРМ «Склад фурнитуры»
- 12.6 АРМ «Кладовая кроя»
- 12.7 АРМ «Склад готовой продукции»
- 12.8 АРМ «Учет труда сдельщиков»
- 12.9 АРМ «Расчет себестоимости»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация проектирования относится к основным направлениям научно-технического прогресса. Она обеспечивает выполнение возрастающего объема проектно-конструкторских работ в приемлемые сроки, качественно при ограниченных людских и материальных ресурсах. Развитие швейной промышленности неотделимо от высоких технологий. Сегодня швейные предприятия хотят шить качественно, быстро, сменяя свой ассортимент и выпуская новые коллекции. Серьезным помощником в решении этих задач являются швейные САПР (системы автоматизированного проектирования). Это изобретение пришло в Россию около сорока лет назад. На первом этапе собственные разработки в области САПР велись разрозненно, при серьезном дефиците компьютерных и технических средств, что значительно снижало возможности использования САПР на промышленных предприятиях.

Автоматизация проектирования возникла на базе достижения конкретных технических дисциплин, вычислительной техники и вычислительной математики. В швейной отрасли 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, в которых проектирование охватывает весь процесс создания образцов изделий от разработки лекал до их раскроя. Появление относительно дешевых персональных компьютеров и средств периферии привело к тому, что в настоящее время САПР в производстве одежды широко используется не только на крупных предприятиях, но и в небольших фирмах и ателье.

Наиболее развитые системы проектирования одежды включают дизайнерские программы, позволяющие разрабатывать внешний вид изделий, подбирать наиболее удачные сочетания расцветок ткани, конструкторские программы, реализующие творческий замысел дизайнера в лекалах, технологические программы оптимизации раскладки лекал на материале и проектирования процесса раскроя и пошива изделий, учитывающие особенности конкретных производств.

На рынке представлено достаточно большое число САПР отечественного и импортного производства. На первый взгляд функционально все системы очень похожи и незначительные отличия вызваны лишь степенью проработки той или иной программы. Однако это не так.

Наиболее существенные различия в конструкторской части швейных САПР обусловлены способом представления деталей конструкции в компьютере, который может быть параметрическим или графическим.

Параметрическое представление лекал предполагает наличие специальных инструментов для формализации и записи последовательности построения деталей конструкции на плоскости. Задавая конкретные размерные признаки и прибавки, система автоматически строит по ним базовые конструкции. Иногда параметрические системы реализуют на базе специализированных компьютерных языков, что делает процесс программирования расчета конструкций труд-

ным для освоения и весьма продолжительным при разработке конкретного изделия.

Графическое представление деталей конструкции основано на применении графических примитивов (точек, линий, дуг, сплайнов) для создания деталей и хранения их в компьютере. Такой подход реализован в большинстве систем и носит универсальный характер, так как позволяет достаточно быстро задавать в компьютере детали любой геометрической формы. Очевидно, что в данном случае значительно проще решаются вопросы ввода бумажных лекал в компьютер, упрощается процесс конвертации лекал, разработанных в разных системах.

Оба подхода используют традиционные методики проектирования деталей на плоскости. Плоскостные методики расчета и построения конструкций существуют давно (по оценкам некоторых исследователей первые методики были разработаны в Англии более 200 лет назад) и широко применяются в практическом конструировании одежды. Несмотря на то, что эти методики постоянно совершенствуются, построение деталей конструкции одежды на плоскости обладает существенным недостатком – субъективностью восприятия создаваемой конструкции. Проблема состоит в том, что в процессе проектирования отсутствует трехмерный образ одежды или, если более точно, он «содержится» лишь в воображении конструктора. По этим причинам понятно, что традиционные плоскостные методики, «абсолютно правильно» работают только в очень искусных руках опытных конструкторов.

Поэтому уже давно были начаты 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 форма одежды, а затем из полученной пространственной формы получают развертки деталей конструкции на плоскости.

Однако реальное применение компьютерные методы проектирования одежды в 3D получили относительно недавно (5 - 7 лет назад), что лишний раз подтверждает сложность и недостаточную теоретическую проработку решаемой задачи. Одной из наиболее развитых современных систем 3D проектирования является система СТАПРИМ. Система с успехом используется для разработки лекал одежды плечевого ассортимента женской группы изделий: пальто, жакетов, костюмов, блузок и т.п. на ряде предприятий швейной и меховой промышленности России.

Промышленные методы проектирования одежды предусматривают относительно постоянное исходной информации о типовых фигурах. Однако возможности компьютерных технологий определяют принципиально новый подход к организации изготовления одежды, совместив преимущества ее пошива на потоке с удовлетворением индивидуальных особенностей фигуры заказчика. Это достаточно перспективное направление может быть наглядно представлено на примерах систем бесконтактного обмера индивидуальных фигур.

Кроме конструкторской подготовки производства одежды в промышленности используется автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления изделий. Рассматриваются такие этапы технологического проектирования, как составление технологического процесса на новую модель одежды, разработка технологической схемы производственного потока, его планировочного решения.

В данном пособии представлены методы выполнения проектных работ по конструкторской и технологической подготовке производства одежды на основе использования средств автоматизации. Представлена методология создания Систем автоматизированного проектирования (САПР) и характеристика отдельных видов их обеспечений.

1. Методология создания и характеристика компонентов и обеспечений автоматизированного проектирования (САПР)

Проектирование - процесс, заключающийся в преобразовании исходного описания объекта в окончательное. Основой этого процесса является выполнение комплекса работ исследовательского, расчетного, конструкторского или технологического характера. Проектирование начинается с задания на проектирование, которое представляется в виде ряда документов и является исходным (первичным) описанием объекта. Результатом проектирования служит полный комплект документации, содержащий достаточные сведения о проектируемом объекте. Эта документация представляет собой окончательное описание объекта.

При проектировании сложных объектов используются ряд принципов, основными из которых являются:

- декомпозиция;
- иерархичность описания объектов;
- типизация;
- унификация проектных решений.

Расчленение описаний и характеристик объекта лежит в основе блочно-иерархического подхода к проектированию. Это приводит к появлению иерархических уровней в представлениях о проектируемом объекте. На каждом уровне используются свои понятия системы и элементов. На первом (верхнем уровне) подлежащий проектированию сложный объект S рассматривается как система из n взаимосвязанных и взаимодействующих элементов S_i . (рисунок 1.1.).

Элементами системы S на втором уровне являются объекты S_i (S_1, S_2, \dots, S_n), их элементами на третьем уровне – S_{ij} ($S_{11}, \dots, S_{1m_1}, \dots, S_{21}, \dots, S_{2m_2}$) и т.д. Подобное деление производится вплоть до получения на некотором уровне элементов, описания которых дальнейшему делению не подлежит (невозможно или нецелесообразно). Такие элементы по отношению к объекту S называют **базовыми** (основными) элементами.

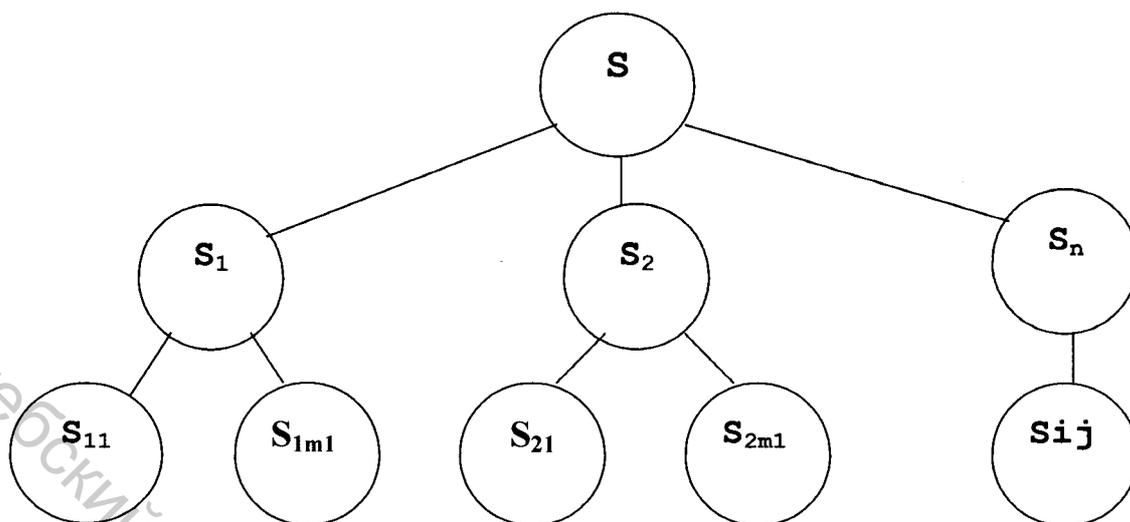


Рисунок 1.1 – Блочно-иерархический подход к проектированию объектов

Таким образом, принцип иерархичности означает структурирование представлений об объектах проектирования по степени детальности описаний, а принцип декомпозиции (блочности) - разбиение представлений каждого уровня на ряд составных частей (блоков) с возможностями отдельного (поблочного) проектирования объектов S_i на втором уровне, объектов S_{ij} на третьем уровне и т.д.

Принципы унификации и типизации проектных решений приводят к упрощению и ускорению процесса проектирования, так как типовые элементы разрабатываются однократно, а в различных объектах используются многократно. Типизация целесообразна для таких классов объектов, в которых из сравнительно небольшого количества разновидностей элементов предстоит проектировать большое число разнообразных объектов. Именно эти разновидности элементов и подлежат типизации.

Проектирование как процесс, развивающийся во времени, расчленяется на этапы, проектные процедуры и операции.

Этап проектирования - часть процесса проектирования, включающая в себя формирование всех необходимых описаний объекта, относящихся к одному или нескольким иерархическим уровням. Чаще всего названия этапов совпадают с названиями соответствующих уровней. Так, проектирование планировки швейного цеха расчленяют на этапы разработки планировок отдельных потоков, участков и т.д.

Составные части этапа проектирования называют **проектными процедурами**. Проектная процедура - часть этапа, выполнение которого заканчивается получением проектного решения. Каждой проектной процедуре соответствует некоторая задача проектирования, решаемая в рамках данной процедуры. Более мелкие составные части процесса проектирования называют **проектными операциями**. Так примерами проектных процедур в задаче проектирования планировки швейного цеха могут служить выбор транспортных средств, на этапе проектирования плакировочных решений участков потока, расположение рабочих мест и т.д.

В настоящее время по характеру и степени участия человека и использования средств автоматизации различают следующие режимы проектирования:

РУЧНОЙ (неавтоматический) режим характеризуется выполнением маршрута проектирования без помощи средств автоматизации;

АВТОМАТИЧЕСКИЙ режим имеет место при выполнении маршрута проектирования по формальным алгоритмам без вмешательства человека в ход решения;

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ проектирование является частично автоматизированным, если часть процедур в маршруте выполняется человеком вручную, а часть - с использованием компьютерных технологий. Такой режим обычно отражает невысокую степень автоматизации проектирования.

ДИАЛОГОВЫЙ (интерактивный) режим является более совершенным режимом. При нем все процедуры выполняются с помощью компьютера, а участие человека проявляется в оперативной оценке результатов проектных процедур или операций, в выборе предложений и корректировке хода проектирования. Если инициатором диалога является человек, которому предоставлена возможность в любой момент прервать автоматические вычисления на компьютере, то диалог называется **АКТИВНЫМ**.

Если прерывание вычислений происходит по командам, исполняемой на компьютере программы в определённые, заранее предусмотренные моменты, т.е. проектировщик не может выступать как инициатор диалога, то такой диалог называют **ПАССИВНЫМ**.

В ряде отраслей (радиотехника и электроника, машиностроение, самолетостроение, судостроение, архитектура) созданы и функционируют **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР)**. В последние годы они активно и эффективно используются при конструкторской и технологической подготовке в швейной отрасли. При их создании используется системный подход, позволяющий в совокупности использовать информационное, математическое, программное, техническое и организационное обеспечение выполнения всех видов проектных работ. Это наиболее высокий уровень автоматизированного проектирования.

Опыт автоматизации проектно-конструкторских работ в швейной отрасли доказал состоятельность этого направления развития процесса проектирования. Однако механизация логических, графических и расчетных операций, естественно, должны привести к необходимости коренного изменения традиционных методов проектирования.

Академик Моисеев Н.Н. писал: «...Без создания новой технологии проектирования ЭВМ будет полезным инструментом, который, конечно, усовершенствует процесс проектирования, но не внесет в него тех изменений, которые качественно его улучшат и которые так необходимы промышленности...».

Следовательно, эффективность использования САПР зависит от эффективности методов выполнения проектных работ.

1.1 Характеристика структуры и компонентов САПР

САПР, согласно ГОСТ 235010-79, представляет собой организационно-техническую систему, выполняющую автоматизированное проектирование объектов и состоящую из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с подразделениями проектной организации.

При рассмотрении структуры САПР следует выделить два аспекта ее членения: **подсистемы и обеспечения**. Подсистемы разделяют по назначению на два вида: проектирующие и обслуживающие.

К **ПРОЕКТИРУЮЩИМ** относят подсистемы, выполняющие проектные процедуры и операции, например, подсистема проектирования деталей и сборочных единиц, подсистема проектирования отдельных видов изделий, подсистема технологического проектирования.

К **ОБСЛУЖИВАЮЩИМ** относят подсистемы, выполняющие обслуживающие процедуры и предназначенные для поддержания работоспособности проектирующих систем, например, подсистема графического отображения объектов проектирования, подсистема документирования, подсистема информационного поиска.

Проектирующие подсистемы представляют собой функционально законченные части систем. Они реализуют некоторую часть процесса проектирования и обеспечивают получение проектных решений. Это могут быть описания объектов проектирования и (или) их составных частей. Проектирующая подсистема должна обладать всеми свойствами систем и может создаваться как самостоятельная система.

Материально-технической базой САПР является комплекс средств автоматизации проектирования, который представляет собой взаимосвязанную совокупность **ВИДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЙ**. К видам обеспечений САПР относят математическое (М), лингвистическое (Л), техническое (Т), информационное (И), программное (П), методическое (Ме) и организационное (О).

В зависимости от вида обеспечения выделяют следующие виды обеспечений (компоненты САПР):

- математическое обеспечение - методы, математические модели и алгоритмы выполнения процесса проектирования;
- лингвистическое обеспечение - языки программирования, терминология;
- техническое обеспечение - устройства вычислительной и организационной техники, средств передачи данных, измерительные и другие устройства;
- информационное обеспечение – документы, содержащие описания стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, типовых элементов, комплектующих изделий, материалов и другие данные, массивы и базы данных на машинных носителях с записью указанных документов, а также совокупностей моделей, отражающих опыт проектирования;

- программное обеспечение - программы с необходимой программной документацией;
- методическое обеспечение - документы, в которых отражены состав, правила отбора и эксплуатации средств автоматизации проектирования, т.е. отражена новая технология проектирования ;
- организационное обеспечение - положения, инструкции, приказы, штатные расписания, квалификационные требования и другие документы, устанавливающие состав проектной организации. Подразделения проектной организации, их функции и связи между ними в условиях функционирования САПР.

Структурное единство подсистем обеспечивается связями между компонентами различных видов обеспечений, образующих подсистему, а структурное объединение подсистем в систему - между компонентами однородного обеспечения подсистем.

1.2 Общесистемные принципы создания САПР

Деятельность по созданию САПР во многом определяется рядом общесистемных принципов, к которым относят принципы совместимости, системного единства, стандартизации и развития.

Принцип совместимости заключается в том, что языки, символы, коды, информационные и технические характеристики структурных связей между подсистемами, средствами обеспечения и их компонентами должны быть согласованы так, чтобы обеспечивалось совместное функционирование подсистем, и сохранялась открытая структура системы в целом. При создании САПР необходимо рассматривать:

- совместимость неавтоматизированного и автоматизированного проектирования, позволяющую осуществить постепенный переход к автоматизированному проектированию;
- совместимость подсистем САПР по средствам автоматизированного проектирования, обеспечивающих как автономное функционирование подсистем САПР, так и в составе всей системы в целом;
- совместимость САПР с внешней средой (другими автоматизированными системами, АСУП, АСУТП).

Принцип системного единства заключается в том, что на всех стадиях создания САПР, а также при ее функционировании целостность системы должна достигаться за счет учета связей между подсистемами САПР. Разработка всех видов обеспечения должна вестись таким образом, чтобы при функционировании САПР все компоненты составляли целостное образование - систему, свойства которой не сводятся к сумме свойств отдельных компонентов.

Принцип стандартизации заключается в проведение унификации, типизации и стандартизации компонентов и комплексов средств автоматизации, а также в установлении правил с целью упорядочения деятельности в области создания и функционирования САПР. САПР должна разрабатываться таким

образом, чтобы возможно большая часть входящих в ее состав средств автоматизации проектирования обеспечивала при их реализации высокую универсальность САПР, т.е. возможность использования комплекса средств автоматизации без существенных переделок и доработок при смене объекта проектирования в рамках одного класса.

Принцип развития заключается в том, что САПР должна создаваться и функционировать как развивающаяся система, допускающая пополнение, совершенствование и обновление комплексов средств автоматизации и видов обеспечения.

Процесс создания САПР в силу своей сложности не может быть реализован с получением сразу конечного результата требуемого качества. Необходим контроль качества промежуточных результатов работ по стадиям.

Стадия - это структурно-законченная часть процесса создания САПР, которая завершается контролем выполнения работ и утверждением документов, в которых изложены результаты работ.

В процессе создания САПР выделяют следующие стадии:

- предпроектный период;
- моделирование объекта и процесса проектирования;
- алгоритмизация и программирование;
- лабораторная и производственная проверка отдельных технических решений и программ;
- внедрение системы в производство.

В предпроектный период для определений объема работ по созданию САПР производится обследование предприятия и разработка исходных данных, включаемых в техническое задание на систему, осуществляется исследование реального традиционно сложившегося процесса проектирования вручную. Производится его дифференциация на ряд более простых технических операций (подзадач), рассмотрение каждой подзадачи как комплекса взаимосвязанных работ, выявление возможностей их реализации с помощью ЭВМ.

Эти возможности выявляются путем моделирования самого объекта проектирования и процесса проектирования, т.е. предпринимается попытка автоматизировать процесс проектирования, не меняя его технологии. В случае неудовлетворительного результата создается новая технология (способ) проектирования, удобная для реализации на ЭВМ.

Основой автоматизированного проектирования является математическое моделирование процесса и объекта проектирования. Так, в технологическом проектировании чаще всего используются структурные модели объектов проектирования, отражающие их состав и взаимосвязь, которые могут иметь форму таблиц (матриц), графов, списков и т.п. Моделирование процесса проектирования представляет собой математическое описание проектных процедур и операций, разработку алгоритмов и написание программ.

При внедрении системы в производство важнейшее значение приобретает опытное функционирование системы с целью определения ее надежности, удобства взаимодействия с ней, а также полнота решаемых задач. Важнейшей

работой данной стадии создания САПР является обучение специалистов-пользователей автоматизированному проектированию.

Развитие САПР происходит в направлении повышения степени автоматизации проектирования. Однако работа в режиме диалога в САПР остается необходимой в связи с тем, что полностью процесс проектирования сложных систем формализовать не удастся, а участие человека в ряде случаев позволяет ускорить принятие решения.

Задачи технологического и конструкторского проектирования бывают двух видов: **формализованные и неформализованные**. К задачам первого вида относится выполнение расчетов по известным формулам, например, определение оптимальной мощности потоков, расчет технико-экономических показателей, расчет и построение базовых конструкций одежды и т.п. Для таких задач нетрудно составить алгоритм, позволяющий проводить решение с помощью компьютерных технологий проектирования. Формализованные задачи были одними из первых, для которых разработаны методы их решения на ЭВМ.

Однако большую часть технологического и конструкторского проектирования составляют неформализованные задачи, для которых нет формальных методов решения, т.е. невозможно без привлечения опыта и интуиции технолога или конструктора получить необходимые решения. Пример таких задач - выбор методов обработки, планировочного решения, получение конструкций изделий с оптимальными параметрами и др.

Чтобы применить ЭВМ в решении таких задач, необходимо их формализовать, т.е. описать математически. С этой целью необходимо установить структуру процесса технологического проектирования, выяснить, каким образом технолог или конструктор принимает конкретное решение, какими методологическими принципами он пользуется.

Рассмотрим этапы решения проектной задачи на примере выбора методов обработки.

На первом этапе осуществляется сбор и изучение исходных данных для проектирования. Для указанной задачи ими являются внешний вид изделия (узла), конструкция деталей, применяемые материалы и т.д. Эти сведения отражают задание на проектирование. К исходным данным относятся также производственные условия: имеющиеся парк оборудования, спецприспособлений, материалы и т.п. На втором этапе выполняется предварительное проектирование возможных вариантов решения задачи, т.е. возможных методов обработки. На третьем этапе возможные варианты подвергаются анализу и логической оценке с целью выбора из них наиболее приемлемого для конкретных производственных условий. Данный этап называется **оптимизацией проектного решения**.

Такой методологический подход к решению задач технологического и конструкторского проектирования является единым для большинства неформализованных задач. Для передачи компьютеру функций технолога-проектировщика или конструктора-проектировщика необходимо смоделировать их деятельность по решению конкретной задачи. Специалист чаще всего не изобретает новых методов, а пытается применить известные, апробированные решения. Формально задачу можно сформулировать следующим образом:

имеется ряд типовых решений и из них необходимо выбрать оптимальное решение для заданных условий.

Принцип выбора типового решения открывает широкие возможности для автоматизации технологического и особенно конструкторского проектирования. Для этого достаточно описать каким-либо образом весь набор типовых решений задачи, а также условия применения каждого из них, тогда процесс выбора может делать компьютер.

1.3 История создания и развития автоматизированного проектирования объектов и технологических процессов в швейной отрасли

Ретроспективный анализ проектирования объектов промышленного изготовления, начиная с 20-х годов, позволяет выделить ряд форм организации этой деятельности, которые отличаются составом средств, методов и содержанием труда конструкторов. Безмашинная (ручная) форма организации проектирования выполняется на основе оригинальных решений. Приближенные методы расчета конструкции, неупорядоченная исходная информация, применение различных подходов к оформлению и обращению конструкторской документации требуют максимальной творческой индивидуальной отдачи проектировщиков.

В 40-е годы резко возросла номенклатура осваиваемых промышленных изделий. В то же время технические средства проектирования качественно усовершенствовать не удалось. Поиски привели к новой форме организации проектирования на базе типовых решений, которую можно назвать формой типового проектирования. А дальше последовали агрегатирование, унификация и т.д. Одновременно совершенствовались методы расчета конструкции одежды и проектирования технологических процессов ее изготовления. Стали применяться средства малой механизации для выполнения проектных работ (арифмометры, печатающие устройства, средства размножения документации).

К середине 50-х годов в машиностроении завершился процесс упорядочения информации на базе стандартизации. Позднее осуществлен переход к ЕСКД, установившей виды конструкторской документации, единые правила её разработки и оформления. Произошел переход от ручного, оригинального проектирования к частично-механизированному типовому проектированию технических объектов. Доля творческого труда в общем объеме проектирования уменьшилась с 70 до 40%. Инженер "утонул в море" справочников, стандартов и других нормативных документов, вычерчивании типовых изображений и выполнении типовых расчетов.

В 60-е годы стало ясно, что без качественной перестройки проектной деятельности невозможно коренным образом повысить технический уровень технических систем, сократить сроки и трудоёмкость проектирования. Появилась новая автоматизированная форма организации проектирования на базе математических методов и средств вычислительной техники с сохранением преимуществ типового проектирования.

Опыт автоматизации проектных работ позволил установить, что автоматизация целесообразна в тех отраслях народного хозяйства, где быстрота смены и изготовления моделей и изделий заставляет вести проектные работы в сжатые сроки. К таким отраслям относится и швейная промышленность. В связи с расширением ассортимента выпускаемой продукции и появлением новых материалов, оборудования, спецприспособлений становится все более сложным выполнение всех проектных работ по подготовке производства новых моделей за счет простого увеличения числа инженеров. Необходимо качественно изменить их труд, поручить средствам автоматизации основную массу выполняемых работ.

В швейной промышленности занялись вопросами автоматизации проектирования значительно позже других отраслей (в середине 70-х годов), однако уже сегодня достигнуты значительные результаты. На ряде швейных предприятий внедрены разработки по автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства. Среди них следующие подсистемы:

- расчета и преобразований базовых конструкций одежды;
- получения конструкторской документации на новую модель одежды, включая графикацию лекал;
- проектирования технологических процессов изготовления швейных изделий;
- расчета кусков материала;
- выполнения раскладок и нормирования расхода материалов и др.

Из-за отсутствия координации работ в этом направлении большинство современных разработок направлено на автоматизацию отдельных, частных задач технической подготовки производства. Недостатком такой "кусочной" автоматизации является отсутствие взаимосвязи решаемых задач в конечном итоге, их автономное функционирование, что не соответствует требованиям комплексной автоматизации.

За последние годы многими швейными предприятиями приобретены системы автоматизированной подготовки производства "Инвэстроника" (Испания), "Лектра" (Франция), «Ассист» (Германия), "Гербер" (США) и др., а также их аналоги отечественного производства. В этих системах комплексно решены вопросы автоматизации проектно-конструкторских работ и проектирования раскладок лекал. Однако они не затрагивают такие этапы технологического проектирования, как составление технологического процесса на новую модель одежды, разработка технологической схемы производственного потока, его планирование.

2. Характеристика структурной схемы САПР при конструировании одежды

Первые работы, посвященные САПР одежды, носили в большей степени методологический характер.

Так, Кузнецовой Н.Д (Украина) еще в 1976г была предложена организационно-структурная схема проектирования новых моделей одежды в системе автоматизированного проектирования, состоящая из трех организационных подсистем:

- СМО - система моделирующих организаций;
- СИПО - система информационно-программного обеспечения;
- СТО - система технического обеспечения.

Основу данной схемы составляют стадии ЕСКД. В этот период времени ЕСКД активно входит в обращение при выполнении проектно-конструкторских работ в швейной отрасли. Функции выделенных в САПР подсистем направлены на выполнение отдельных видов работ на каждой из стадий ЕСКД. Структурная схема предлагаемой организации проектных работ в САПР представлена на рисунке 2.1.

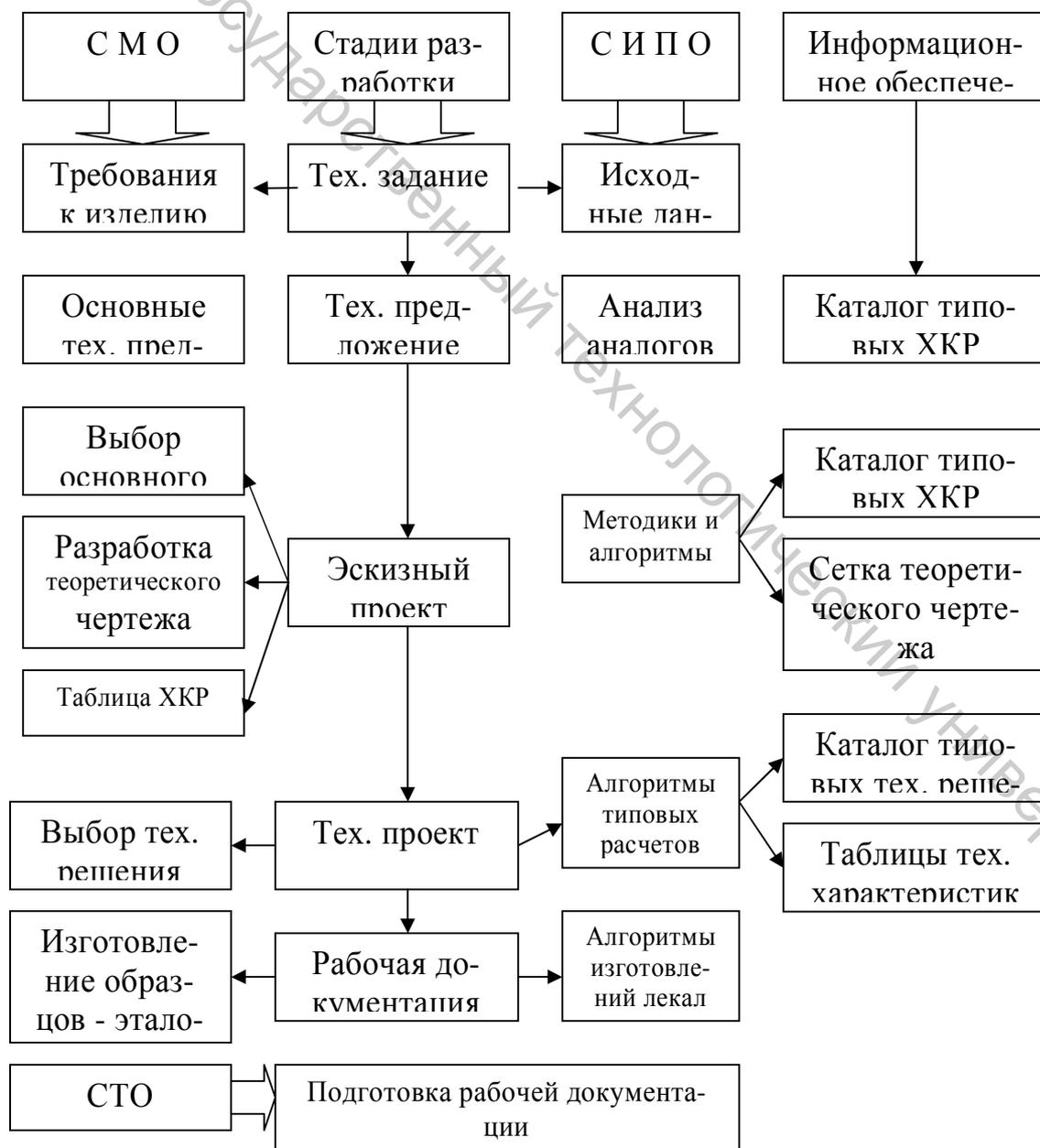


Рисунок 2.1 – Структурная схема САПР (по Кузнецовой Н.Д.)

В системе моделирующих организаций (СМО) предлагалось осуществлять разработку **ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ** на проектирование новой модели одежды. При этом возможно использование справочных данных о свойствах материалов, условиях эксплуатации изделия, нормативные показатели для конкретных требований к проектируемому изделию и другие данные. Предполагается выполнение расчетов для обеспечения указанных требований, например, расчет теплозащитных свойств одежды для заданных материалов и условий эксплуатации. Все справочные данные хранятся в памяти компьютера.

Для подбора моделей-аналогов и проведения их анализа на стадии **ТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ** возможно использование картотек ранее разработанных моделей со всеми их характеристиками, в том числе и технико-экономическими показателями. Картотека также помещается в память компьютера. Производится машинная обработка данных. Отличительной особенностью СМО является выполнение большого числа логических операций вручную. Поэтому используется активный диалоговый режим работы.

Структурная схема разрабатывалась на основе исследования традиционного процесса проектирования одежды, но при этом использовался новый подход (метод) получения деталей конструкции новой модели (см. раздел 3) на стадии **ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**.

Большая роль в предложенной структурной схеме отводилась системе информационно-программного обеспечения (СИПО). В рамках ЕСКД она должна обеспечить постоянство функционирования системы. При этом используется разовая (переменная) и условно-постоянная информация (стандартная). Условно-постоянная информация хранится в памяти компьютера и наряду со справочной информацией включает большое количество типовых решений и унифицированных деталей. Примером такой информации является размерная характеристика типовых фигур всех половозрастных вариантов, а также база данных об унифицированных деталях и элементах конструкции. Здесь же разрабатываются алгоритмы типовых инженерных решений, например, расчета и построения чертежей деталей конструкции, приемов конструктивного моделирования, геометрических преобразований на основе графоаналитических методов.

Система технического обеспечения (СТО) предусматривает наличие и программное обеспечение работы персонального компьютера и периферийных технических средств (графопостроителей, графических дисплеев, координатно-считывающих устройств и др.) при разработке конструкторской документации на новую модель одежды.

Наиболее известной и практически функционирующей на предприятиях швейной отрасли в настоящее время является САПР подготовки материалов к раскрою. Наряду с проектированием раскладок лекал система выполняет такие виды работ, как построение и геометрические преобразования лекал, зарисовка моделей и раскладок, вырезание лекал и т.д.

Наиболее активно работы в области автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов ее изготовления проводятся в Московской технологической академии легкой промышленности. Здесь разработана

и является коммерческим продуктом САПР ELEANDR, проводятся исследовательские работы по созданию информационного обеспечения проектирования швейных изделий и технологических процессов их изготовления [].

Наиболее законченными в области проектирования техпроцессов являются работы, выполненные под руководством профессора Мурыгина В.Е.. Им и его учениками разработаны системы проектирования технологических последовательностей, включая автоматизированное формирование неделимых операций и микроэлементное нормирование операций. Разработаны алгоритмы составления рациональных схем разделения труда, получения планировок процессов и др. [].

Средства автоматизации достаточно широко применяется на швейных предприятиях и для решения отдельных производственных задач, например, расчета кусков ткани, автоматизированного промера материалов, расчета технико-экономических показателей по моделям и производственной деятельности предприятия в целом, управления контролем качества продукции и др.

Таким образом, возможности использования ЭВМ дают большое поле деятельности для совершенствования организации процесса и методов проектирования одежды.

3. Методы определения рациональных размеров и формы одежды на основе трехмерного проектирования

В зарубежных источниках первые сообщения об использовании ЭВМ для построения выкроек появились в 1962 году (Япония). В настоящее время можно выделить несколько характерных информационных моделей процесса конструирования одежды с использованием средств автоматизации:

- информация об определенном количестве конструкций, находящихся в запоминающем устройстве ЭВМ, перебор вариантов, выбор нужного варианта;
- получение чертежей деталей конструкции новой модели с помощью расчетно-графических методов;
- информация об исходной поверхности манекена (одежды) и получение конструкции одежды на базе развертки ее поверхности.

Изучение патентных материалов, начиная с 1960 года, показало, что за рубежом над решением данной проблемы работает ряд фирм Японии, Англии, США, Франции. Наибольшее число патентов относится к решению задачи вычерчивания лекал смежных размеров-ростов по вводимым в ЭВМ координатам базовых точек лекал-оригиналов и таблицам коррекций этих точек (градация лекал).

Далее идет группа патентов, относимая к проблеме "распознавания образов". Сущность ее сводится к отысканию подобия. Фирма "Зингер" решила данную проблему следующим образом: заказчику представляется серия эскизов моделей, из которых он выбирает желаемую. Заказ вводится в ЭВМ, и машина

отыскивает необходимую конструкцию лекал из числа находящихся в её памяти.

Предложен также метод вычерчивания деталей изделий по имеющимся в памяти ЭВМ шаблонам, которые корректируются на основе индивидуальных мерок заказчика. Такая трактовка проблемы обеспечивает построение деталей только в случае, если "образ" имеется в памяти ЭВМ. В противном случае для преобразования новой информации об антропометрических данных заказчика потребуется значительное время.

В нашей стране разработка проблем получения конструкции на ЭВМ ведется, начиная с конца 60-х годов. Четко определилось два направления:

- получение конструкции основных деталей на базе **развертки поверхности манекена типовой фигуры;**
- расчет и построение конструкции деталей новой модели одежды на основе **методик конструирования** и модификации базовых конструкций.

3.1 Получение разверток поверхности манекенов типовых фигур

По утверждению зарубежных фирм наиболее перспективным курсом для швейной промышленности, определяющим направление развития технологии проектирования одежды, является **трехмерное проектирование**. Фирма "ГЕРБЕР КАМСКО" начала проводить исследования в области трехмерного проектирования, начиная с 1984 года. Первыми были конструкции торса из кубических элементов. Это привело к более ясному пониманию принципов действия системы трехмерного проектирования одежды.

Для разработки новых методов проектирования необходимо располагать объективной информацией о размерах и форме одеваемой поверхности. Для целей массового изготовления одежды такая информация задается в виде манекенов (макетов) типовых фигур.

Анализ способов, применяемых для построения разверток поверхности манекена, показал, что наиболее перспективными для целей автоматизированного проектирования являются методы, которые предусматривают использование зависимостей, связывающих исходные данные об объекте проектирования и параметры развертки его поверхности. Такие зависимости находят применение, в частности, в методах, основанных на принципах прикладной и дифференциальной геометрии. Общим для них является построение математической модели линейного каркаса поверхности манекена.

Возможность получения цельной развертки деталей при типовом членении конструкции обеспечивает метод, предложенный Ленинградскими учеными в 1980-х годах. Назовем его условно «метод ЛИТЛП» (Ленинградский институт текстильной и легкой промышленности, ныне Санкт-Петербургский Университет технологии и дизайна). В основе этого метода лежит задание поверхности манекена типовой фигуры семейством линий, образующих сетчатый каркас. Этот каркас состоит из 3-х следующих линейных каркасов:

- первый задаётся 9-ю горизонтальными сечениями и одним наклонным, проведенным по линии основания шеи;
- второй каркас определён саггитальным сечением (S), делящим фигуру по линии симметрии пополам, и фронтальным (F), проходящим через точку основания шеи и плечевую точку;
- третий каркас определяется двумя радиальными сечениями (R1 и R2), проходящими по участкам максимальной кривизны поверхности: первое (R1) через выступающую точку грудной железы и вертикаль, на которой размещается центр тяжести манекена и второе (R2) - через точку заднего угла подмышечной впадины и вышеназванную вертикаль.

В результате поверхность манекена как бы расчленяется на 3 составные части: спинку, бочок и перед, тождественные деталям конструкции (см. рисунок 3.1).

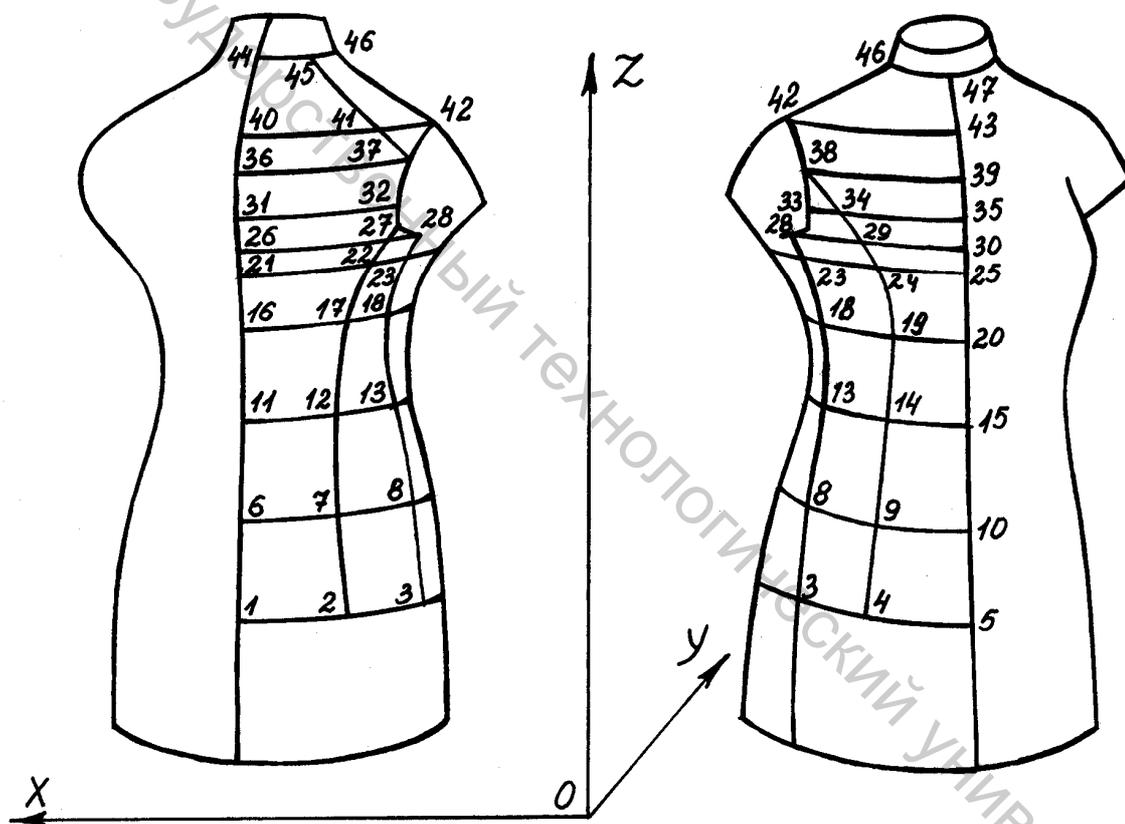


Рисунок 3.1 - Положение базовых точек на поверхности манекена женской фигуры по «методу ЛИТЛП»

Все сечения проходят через антропометрические точки поверхности манекена, а места их пересечений определяют положение БАЗОВЫХ ТОЧЕК, формирующих точечный каркас развёртываемой поверхности. Всего на поверхности манекена выделено 47 базовых точек. Их координаты в трехмерной декартовой системе являются исходными данными, которые используются для расчета параметров и оформления контуров разверток поверхности манекена.

Алгоритм программы, реализующей этот метод, представляет собой последовательность операций по расчету отдельных участков развёртки. Условно выделено три этапа построения развёртки поверхности манекена:

- по координатам базовых точек формируется **ПЛОСКОГРАННАЯ РАЗВЕРТКА**. Она представляет собой проекции участков развёртываемой поверхности на проекционные плоскости (перед и спинка - на фронтальную, боковая часть - на профильную);
- определяются координаты **УСЛОВНОЙ РАЗВЕРТКИ**. При этом учитывалась кривизна и форма линий на поверхности манекена. Эти линии представляли собой следы сечения поверхности горизонтальными и вертикальными плоскостями. Они аппроксимировались парабололами n -ой степени. Каждое горизонтальное сечение описывалось двумя или тремя парабололами. Вертикальные сечения - не более пяти;
- производилось упорядочение координат базовых точек для расчета параметров уравнений аппроксимирующих параболоческими кривыми. Из общего массива координат X, Y, Z необходимо было сформировать последовательность значений X и Y таким образом, чтобы сохранить установленный порядок их следования как внутри каждого сечения, так и в отношении сечений. Сечения 1-7 описываются тремя, а 8-10 двумя парабололами. В случае, если сечение описывалось тремя парабололами, например, сечение 1, первая из них проходила через точки 2,3,4; вторая - через точки 2,1; третья - через 4,5 (см.рисунок 3.2,а). Сечение 8 описывалось двумя парабололами, проходящими через точки 36,37 и 38,39 (рисунок 3.2,б). Аналогичные операции проводятся и для вертикальных сечений, задаваемых в осях Z и X (рисунок 3.2,в).

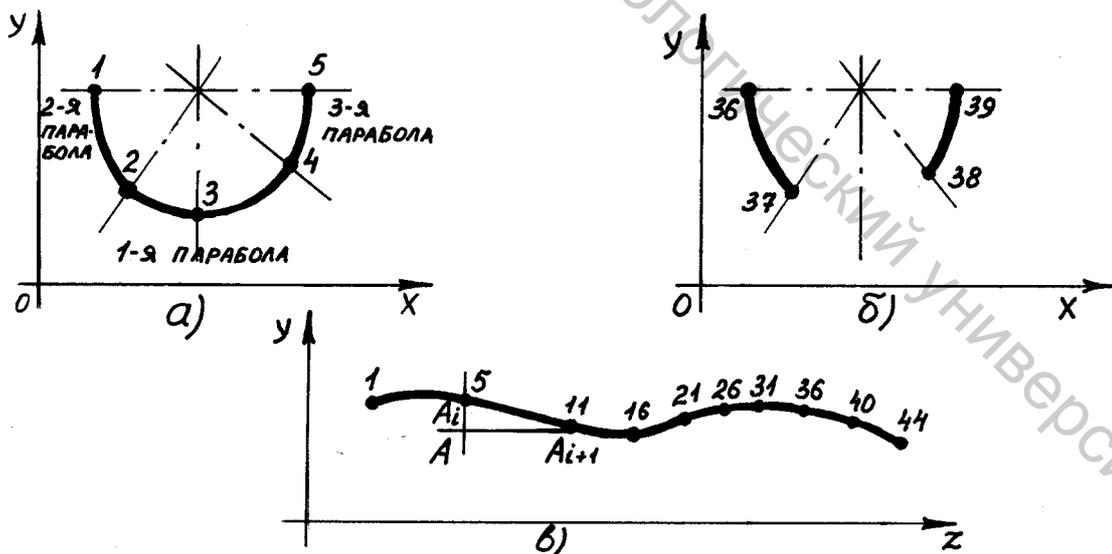


Рисунок 3.2 - Положение базовых точек при аппроксимации сечений поверхности манекена

Уравнения аппроксимирующих парабол использовались для определения длин участков горизонтальных и вертикальных сечений. Переход от плоскогранной к условной развёртке производился с учетом приращений к

соответствующим координатам точек плоскогранной развертки. Эти приращения определялись как разница между истинной длиной кривой и ее проекцией на плоскость. Пересчет координат контуров плоскогранной развертки производился с учетом исходных линий. Вертикали - середина переда, спинки и бочка. Горизонталь - линия груди (сечение 5).

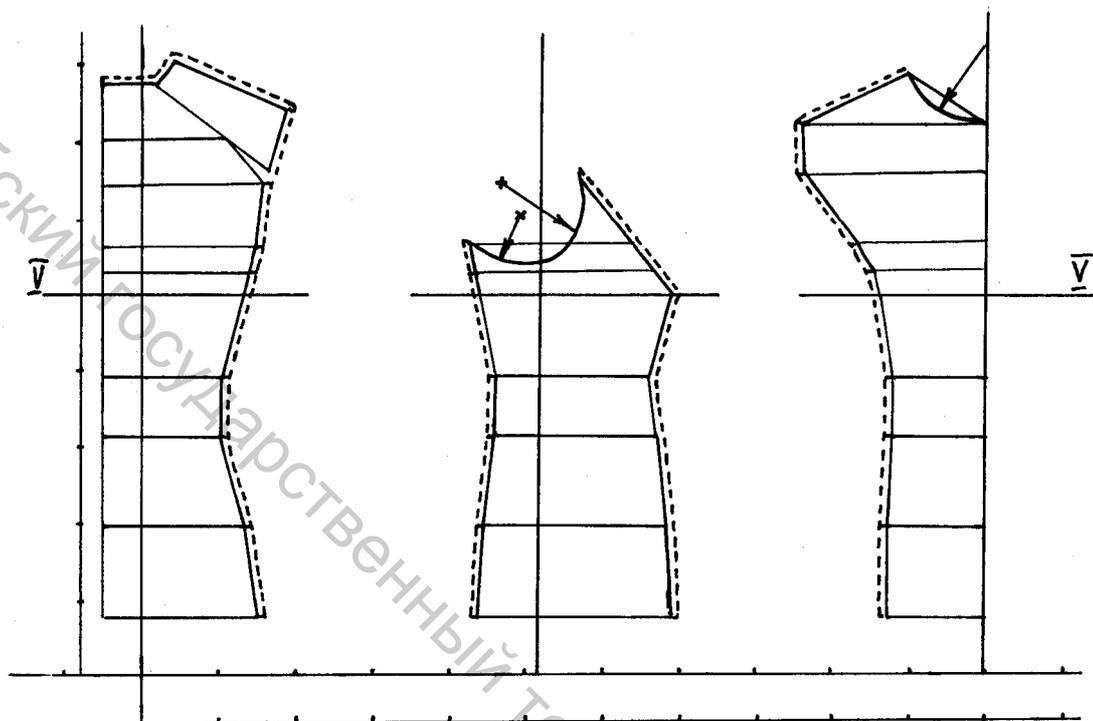


Рисунок 3.3 - Плоскогранная и условная развертки поверхности манекена

В результате были определены координаты точек контуров деталей развёртки. Развертки представляли собой на этом этапе многогранники (см.рисунок 3.3). Для оформления боковых контуров деталей плавными кривыми (обводами) использовался метод интерполяции. Для определение параметров интерполирующих парабол использовалась та же подпрограмма, что и для аппроксимации сечений манекена.

Плечевой участок спинки рассматривался как плоскость общего положения, относительно трехмерных осей координат. Она состоит из отрезков прямых. Развертка этого участка рассчитывалась по отдельной подпрограмме. Определялись длины формирующих его отрезков как прямых общего положения, а также углы наклона этих прямых относительно проекционных плоскостей. Использовались уравнения аналитической геометрии на плоскости и в пространстве.

Оформление горловины спинки и переда, а также линии проймы производилось с помощью дуг сопряженных окружностей. Для них определялись величины радиусов, координаты центров и величины центральных углов.

В итоге была оформлена т.н. **ПРИБЛИЖЕННАЯ РАЗВЕРТКА** поверхности манекена женской типовой фигуры (рисунок 3.4).

Основным недостатком метода ЛИТЛП, является то, что не учитывается сетчатая структура материала. Однако детали развертки получаются цельными и их можно считать вариантом базовой основы конструкции одежды.

В результате многолетних исследований на кафедре технологии швейного производства Московской государственной академии легкой промышленности разработан аналитический метод расчета разверток объёмных и плоских оболочек деталей одежды. Этот метод наилучшим образом обеспечивает автоматизацию проектирования изделий, учитывая при этом сетчатую структуру материалов.

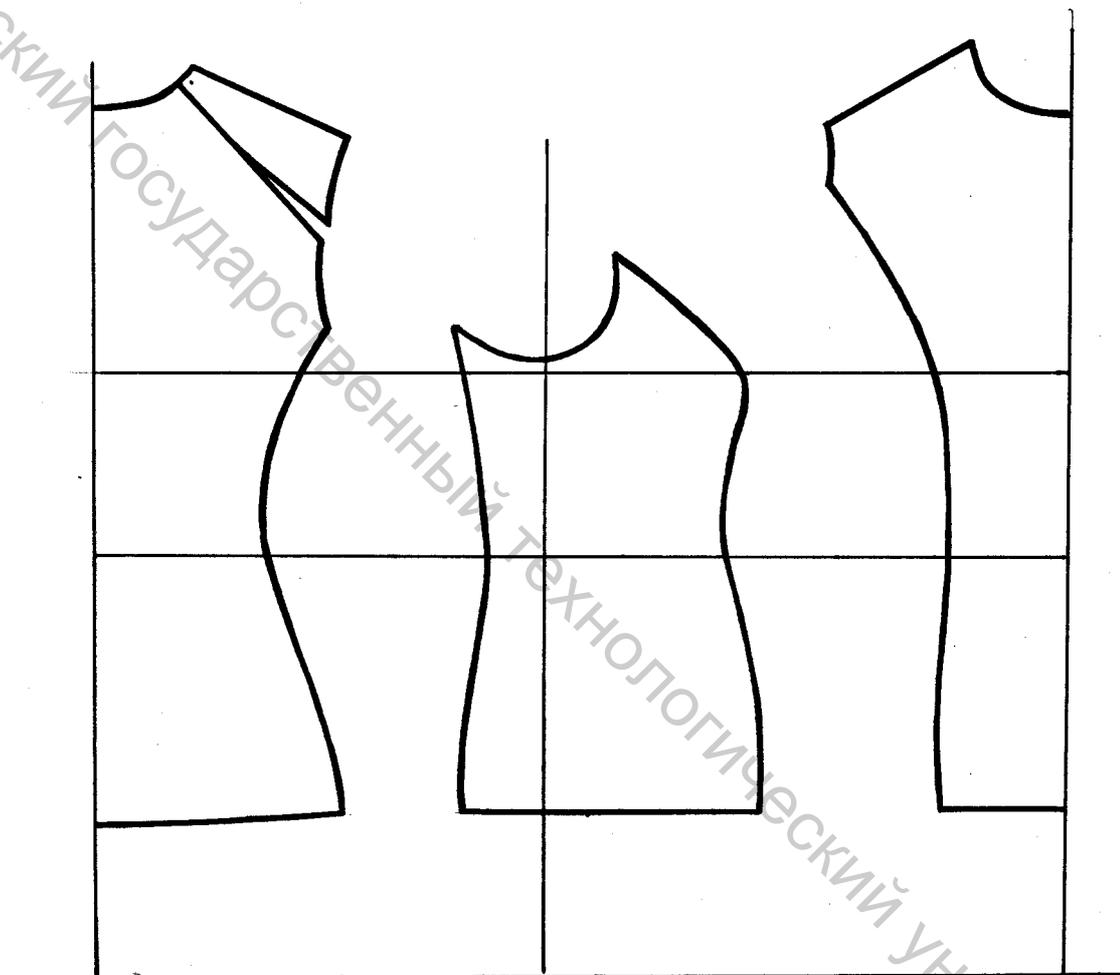


Рисунок 3.4 – Внешний вид приближенной развертки поверхности манекена женской фигуры

В основе метода расчета разверток лежит возможность существования чебышевской сети на любой поверхности. Предложено два подхода к реализации этого метода. Первый предусматривает использование аналитических зависимостей, связывающих координаты точек контуров развертки и геодезические координаты на поверхности. Используются известные формулы П.Л.Чебышева и условие аппроксимации отдельных участков незакономерной поверхности манекена полусферической поверхностью. Вторым подходом к использованию теории чебышевских сетей при расчете развертки поверх-

ности проектируемого изделия на ЭВМ предполагает численное моделирование этой сети на дискретно заданной поверхности манекена (одежды) [].

3.2 Получение разверток поверхности одежды

Разработка методов, рекомендуемых для получения разверток поверхности манекена типовой фигуры, не является самоцелью в системе автоматического проектирования одежды. Но эта развертка может и должна быть основой рациональной конструкции любого вида одежды, так как она позволяет наглядно отобразить изменчивость формы и размеров надеваемой поверхности для различных типоразмеров фигур. Кроме того, построение развёрток при различных исходных условиях развертывания позволяет определить наиболее экономичное членение, выбрать технологичный вариант кривизны срезов деталей и т.д.

В качестве иллюстрации использования принципов прикладной геометрии для получения развертки объемно заданной **поверхности мужского пиджака** рассмотрим метод, предложенный УкрНИИШП (Украинский научно-исследовательский институт швейной промышленности). Этот метод был разработан в начале 80-х годов совместно с КТИЛП (Киевский технологический институт легкой промышленности, ныне Государственная академия легкой промышленности Украины).

"Метод УкрНИИШП" был рассмотрен в качестве новой технологии проектирования при разработке Кузнецовой Н.Д. структурной схемы САПР одежды (см. раздел 2). Поверхность проектируемого изделия было предложено задавать в виде его **ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА**. Он представляет собой эскиз будущего изделия, но выполненный не в индивидуальной манере художника, а как технический документ, т.е. в виде, удобном для ввода его в память ЭВМ. Используется специальная масштабная сетка. Теоретический чертеж строится на основе линейного каркаса типовой фигуры путем прорисовки зазоров на его проекциях. Наносятся конструктивные линии членения, в том числе линии сопряжения деталей и узлов и декоративно-конструктивные элементы. На рисунке 3.5 представлен теоретический чертёж мужского пиджака. Он дает информацию об опорных зонах и зонах свободного падения, о положениях швов и вытачек, фасонных особенностях (форме воротника, лацканов) и др. В ЭВМ вводятся координаты точек пересечения линий поверхности изделия и плоскостей сечений манекена (горизонтальных и вертикальных). Это т.н. **ОПОРНЫЕ ТОЧКИ**.

При исследовании формы поверхности манекена было установлено, что она имеет ряд признаков второстепенного характера, которые не оказывают влияние на конструкцию деталей одежды. Следовательно, задается "сглаженная" фигура, лишенная второстепенных признаков. Выделены **НАПРАВЛЯЮЩИЕ** и **ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ** для отдельных участков поверхности изделия. Направляющими являются фронтальные и профильные сечения, формообразующими – все горизонтальные сечения заданной поверхности. Через опорные точки каждого сечения были построены **ПЛОСКИЕ**

ОБВОДЫ. Аналогично рассматривались также линии пересечений участков поверхностей фигуры, которые в деталях конструкции известны под названием линий проймы и горловины.

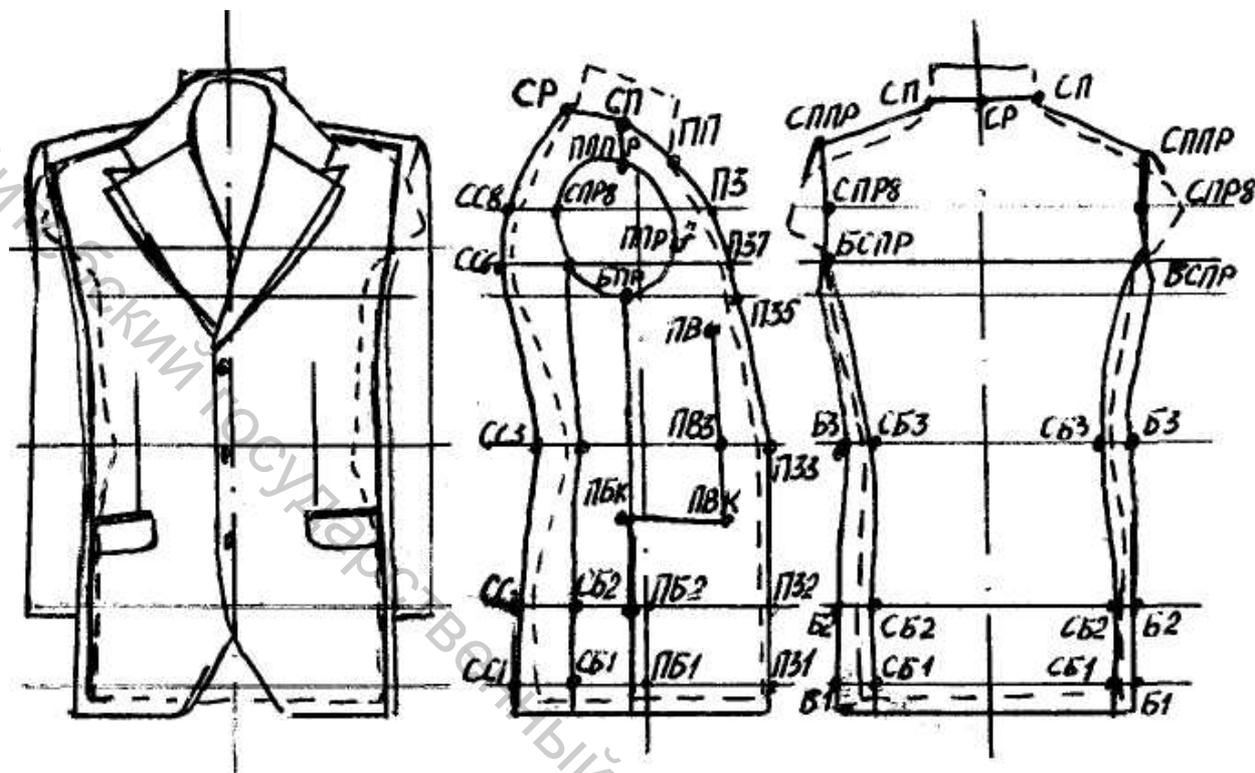


Рисунок 3.5 - Теоретический чертеж мужского пиджака

Линии каркаса изделия или манекена, снятые с натурального его изображения, являются незакономерными линиями. Для их графического изображения и удобного использования при построении разверток манекена эти линии аппроксимировались (заменялись) закономерными кривыми. При этом использовались дуги окружностей. В результате линии сечений были представлены в виде коробовых кривых, проходящих через опорные точки поверхности. Совокупности сглаженных сечений образовывали т.н. "ОПОРНУЮ ФИГУРУ". Координаты точек опорной фигуры проектируемого изделия включали координаты опорных точек поверхности манекена и толщину пакета в заданных точках. В зоне свободного падения координаты опорных точек определялись с учетом предварительно установленных приращений. Эти приращения учитывали прибавки на свободное облегание и устанавливались на основе графической проработки контуров сечений совмещенных поверхностей фигуры и изделия.

Для построения развертки "опорной фигуры" было принято следующее положение горизонтальных секущих плоскостей:

- по линии груди, талии, бедер;
- на уровне передних и задних углов подмышечных впадин;
- на уровне плечевой и шейной точек.

Участки опорной фигуры сначала были аппроксимированы линейчатой поверхностью, а затем использован метод триангуляции для получения их раз-

верток. От линии груди до предполагаемого низа изделия развертка участков поверхности осуществлялась методом касательных плоскостей (однопараметрическое семейство плоскостей).

Выполнив построение развёрток всех участков поверхности изделия, получили шаблоны, которые последовательно пристраивались друг к другу. При этом учитывалось положение базовых линий, в частности, вертикали, проходящие через выступающие точки лопаток и груди. Контуры разверток отдельных деталей конструкции оформлялись с использованием методов интерполяции по крайним точкам контуров отдельных шаблонов.

Для типовых конструкций пиджака учитывалась ориентация линий членения относительно вертикальных и горизонтальных базовых осей линий каркаса. Так, положение линий членения изделия на спинку, бочек и полочку можно задать в виде углов членения по сечению, проходящему по линии груди (рисунок 3.6).

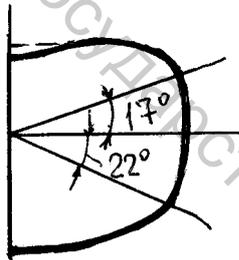


Рисунок 3.6 - Задание вертикальных линий членения конструкции мужского пиджака на уровне груди

Конструкции декоративно-конструктивных элементов для типовых вариантов пиджака авторами метода предлагается систематизировать в виде каталогов. Сведения об унифицированных вариантах, например, форм лацканов, воротников и др. элементов предлагалось задавать в виде координат точек и математического задания их контуров.

Развертку рукава и, в частности, его оката предлагалось получать на основе развертки профильной проекции проймы. Пройма представлялась как пространственная линия пересечения двух взаимно-пересекающихся поверхностей - торса тела человека и предплечья. В качестве направляющих для построения развертки верхней и нижней частей рукава использовались линии проймы, сечения по локтю и по запястью. Эти линии аппроксимировались коробовыми кривыми, состоящими из дуг и эллипсов, сопряженных отрезками прямых. Развертка строилась с использованием методов начертательной геометрии.

Недостатком предложенного метода получения конструкции на базе развертки заданной поверхности изделия является, во-первых, необходимость ориентации и состыковки отдельных шаблонов (разверток участков поверхности) для оформления цельной детали конструкции; во-вторых, то, что не учитывается сетчатая структура материала и его поведение на криволинейной поверхности.

В системах автоматизированного проектирования важным вопросом является рассмотрение принципов перехода от развертки поверхности манекена к развёртке одежды. В качестве управляемых переменных процесса разработки конструкции одежды здесь выступают **прибавки на свободное облегание**. Обычно эти прибавки задаются дифференцированно на отдельных конструктивных участках в виде линейных величин. При этом возможно получить раз-

нообразии проектных решений, отличающихся силуэтом, эргономическими и технико-экономическими характеристиками.

Для того чтобы иметь возможность получать варианты силуэтных форм изделия на базе развертки поверхности манекена при заданных условиях необходимо построить математическую модель перехода от поверхности манекена к поверхности одежды. В качестве переменных в ней будут использоваться прибавки на свободное облегание.

Постановка задачи в этом случае формулируется следующим образом: необходимо установить математические зависимости, связывающие входную информацию - прибавки на свободное облегание и выходную - приращения к координатам базовых точек поверхности манекена.

Результатом разработки такой модели является то, что она может быть использована как для расчета параметров развертки конструкции одежды, так и для их исследования и оптимизации. На положение точек конструкции деталей одежды влияет одновременно несколько факторов. Причем это могут быть не только прибавки, но и свойства материалов, конструктивные членения, особенности телосложения и т.д. На основе регрессионного анализа были найдены зависимости влияния некоторых факторов на приращения к координатам базовых точек поверхности манекена [1]. Они имеют вид:

$$\Delta X_i = f(P_k'); \quad \Delta Y_i = \varphi(P_k''); \quad \Delta Z_i = \omega(P_k'''), \text{ где}$$

P_k' , P_k'' , P_k''' - прибавки на свободное облегание дифференцировано по конструктивным участкам;

$i = 1, 2, 3 \dots 47$ - базовые точки поверхности манекена.

Экспериментальные исследования, проведенные в рамках разработки метода получения конструкции на основе развёртки поверхности манекена по «методу ЛИТЛП», позволили построить такие зависимости для прибавок на свободное облегание. Установлено, что эти зависимости выражаются линейной моделью. Ввод этой модели в программу построения развертки поверхности манекена позволил без существенных изменений получить на выходе конструкцию базовой основы женской однослойной одежды. На рисунке 3.7 даны совмещенные контуры двух развёрток- поверхности манекена типовой фигуры и поверхности изделия. В качестве входной информации кроме пространственных координат 47 базовых точек поверхности манекена типовой фигуры использовались прибавки на свободное облегание: к ширине спинки; к ширине груди; к ширине изделия по линиям груди, талии, бёдер, к глубине проймы и др.

Основным достоинством этого подхода является возможность реализовать любые силуэтные варианты конструкции одежды. В дальнейших исследованиях аналогичный подход использовался и для учета толщины пакета одежды в различных конструктивных зонах при проектировании одежды второго и третьего слоев.

Еще один подход к заданию поверхности проектируемого изделия предложен в работах, где используется теория чебышевских сетей для моделирования этих сетей на криволинейной поверхности. Проведенные исследования

показали, что при автоматизированном методе построения конструкции деталей одежды целесообразно первоначально рассчитывать развёртки поверхности манекена типовой фигуры и на их базе производить построение основы конструкции, а затем с помощью приёмов конструктивного моделирования и конструкцию деталей новой модели.

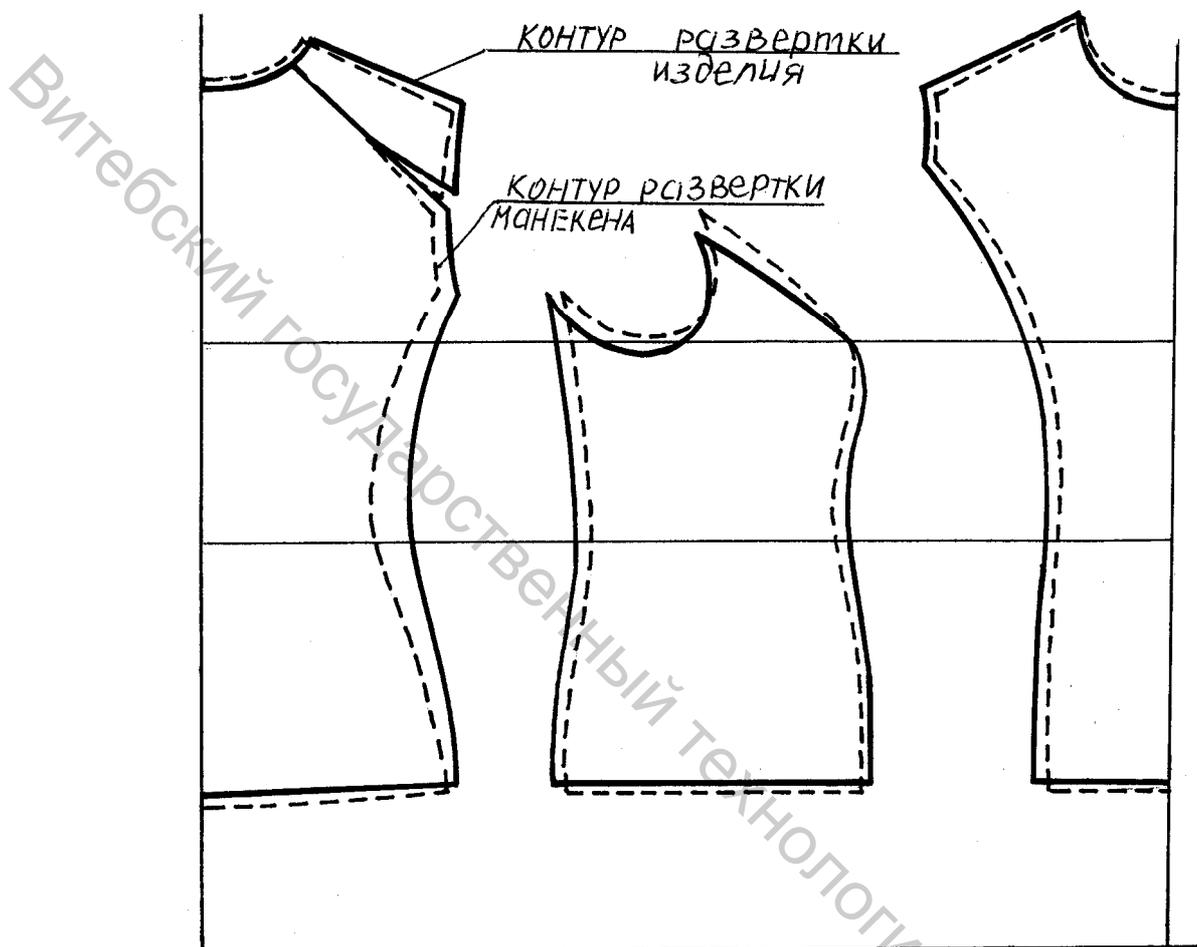


Рисунок 3.7 – Совмещенные контуры приближенных разверток поверхностей манекена и женской однослойной одежды по «методу ЛИТЛП»

Используется переход к одноименным координатам поверхности проектируемого изделия в виде специальных коэффициентов. Они рассчитываются на основе экспериментального изучения абрисов изделий (работа выполнялась на примере мужского пиджака). Рассматривалась возможность графической проработки создаваемой формы на стадии эскизного проекта. Выделены четыре основных сечения поверхности манекена плоскостями, расположенными под углами 180° , 0° , 60° и 120° к саггитальной плоскости. На стадии эскизного предложения художник помимо плоскостного эскиза модели зарисовывает контуры проектируемого изделия по этим сечениям манекена и совместно с конструктором прорабатывает форму изделия. Координаты контуров проектируемых изделий, нанесенные на сечения манекена, используются при построении математической модели поверхности изделия для развёртывания ее с использованием метода чебышевских сетей [].

Известны и другие подходы к получению конструкции деталей одежды на основе развёртки поверхности манекена. Например, преобразования на плоскости с помощью приращений к координатам точек контура развертки. Эти приращения рассматриваются в виде векторов и учитывают прибавки на свободное облегание, свойства материалов, а также припуски на технологическую обработку, что дает возможность сразу получить лекала модели.

Таким образом, рассмотренные методы являются наглядным подтверждением возможности использования ЭВМ для т.н. инженерных методов проектирования. При этом решается проблема разработки рациональных форм и размеров деталей одежды на основе объективной информации о размерах и форме одеваемой поверхности. Казалось бы, можно ставить практическую задачу создания на экране дисплея эскиза модели и получения её конструкции в виде разверток отдельных участков поверхности изделия. Однако здесь много специфических условий. Лишенные объёма и веса ткани на экране становятся жесткими. Программно невозможно определить, какую форму они примут на манекене. Кроме того, манекен должен воспроизводить самые разнообразные формы и размеры фигуры человека. Для точного их описания необходимо большое количество данных.

Однако попытки реализовать трехмерное автоматизированное проектирование новых моделей одежды продолжают в современных САПР []. Первый контакт модельера-конструктора с трехмерной системой – это прорисовка эскиза на экране световым пером и (или) проецирование его на экран дисплея. Эскизы моделей могут быть помещены в память компьютера для дальнейшего воспроизведения их или модификации.

После создания эскиза отдается команда вывести его на экран, совместив с поверхностью манекена. Тогда конструктивные линии, образующие модель, будут нанесены прямо на трёхмерном манекене. Учитываются некоторые характеристики ткани, например, программа анализа растяжимости ткани позволяет оператору проверить давление материала на тело человека. Анализируется также драпируемость ткани, подвижность её структуры. Все это учитывается при разработке конструкции деталей новой модели одежды [].

В описываемой системе осуществляется измерение координат на поверхности изделия, прорисованного на экране дисплея. Выполняется развертка деталей изделия, разделенных швами членения. На экране воспроизводится изображение деталей. Двухмерные лекала деталей могут быть при необходимости модифицированы за счет манипуляции выточками, посадкой и т.д. Затем производится градация лекал и их раскладка на ткани.

Возможности трехмерного проектирования предполагают также градацию деталей конструкции в трехмерном пространстве.

Иногда трехмерное конструирование образно называют процессом получения "взрывающихся трехмерных лекал". Поверхность с нанесёнными линиями членения как бы "взрывается" и распадается на отдельные плоские двухмерные детали подобно надрезанной по вертикали коже банана.

4. Математическое обеспечение САПР швейных изделий

4. Характеристика методов математического описания и графических преобразований контуров деталей одежды

Автоматизация проектно-конструкторских работ тесно связана с решением на ЭВМ задач обработки графической информации. Эти задачи возникают на всех этапах проектирования, например, при описании контуров сечений поверхности манекена и контуров разверток участков поверхности, при записи контуров лекал различных видов и их преобразованиях, при определении параметров лекал, в частности, длин контуров и площадей лекал и т.д.

На этапе математической обработки и хранения геометрической информации о деталях швейных изделий выполняются следующие задачи:

математическое описание контуров деталей в удобном и компактном виде, основанное на использовании **методов аппроксимации**;

- геометрическое преобразование плоскостного отражения деталей из одной формы в другую включающее операции сдвига изображений, сжатия или растяжения, поворота отсеченной части изображения, переноса отдельных участков детали и т.д.;
- проектирование новых контуров по заданным исходным условиям.

При автоматизированном проектировании выделяются три стадии обработки геометрической информации:

- ввод геометрической информации, когда математическая модель заложена, а нужно ввести только цифровые параметры - координаты точек контуров деталей;
- хранение и обработка геометрической информации. Решаются отдельные задачи, например, по координатам точек рассчитать площадь детали ее периметр и т.д.;
- вывод графической информации с использованием различных технических средств.

На каждом этапе предъявляются свои требования, поэтому могут использоваться различные математические модели. Например, на первой стадии при полуавтоматическом вводе необходимо использовать такую модель, которая не только быстрее, но и точнее позволит считать контур.

При хранении информации нужно чтобы она была компактной, а при обработке - чтобы была легко реализуема. Например, при расчете площади детали методом интегрирования использование метода аппроксимации кривыми второго порядка усложняет решение задачи.

Моделирование геометрических объектов предполагает использование различных видов математических моделей. Ими могут быть аналитические, кусочно-аналитические, алгебраические, рецепторные, каркасные, кинематические, комбинированные математические модели. Для описания плоских деталей наибольшее распространение имеют кусочно-аналитические модели. Они

основаны на расчленении геометрического объекта на отдельные участки, описании каждого из них отдельными уравнениями и соединении этих участков. Для математического описания контуров криволинейных участков деталей используются методы интерполяции и аппроксимации.

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ - в простейшем смысле - это конструктивное восстановление функций определенного класса по известным ее значениям (провести кривую через точки, заданные координатами на плоскости).

АППРОКСИМАЦИЯ - это замена одних математических объектов другими, близкими по отношению к исходным (замена лекального контура закономерными кривыми, которые могут быть описаны различными функциональными зависимостями). В качестве исходной информации при определении параметров уравнений, описывающих контур, используются величины координат узловых точек в выбранной системе координат.

При выборе осей координат учитываются следующие условия:

- однозначность определения функций, описывающих данный участок (одному значению аргумента должно соответствовать одно значение функции);
- совпадение хотя бы одной оси координат с исходными осями детали или осями градации лекал;
- совпадение направления осей с направлением нитей основы в деталях;
- использование в качестве одной из координатных осей оси симметрии детали.

Фиксированными (узловыми, базовыми) точками деталей являются конструктивные точки, точки перегиба криволинейных участков (перехода кривизны), специально отмеченные точки в соответствии с выбранным методом аппроксимации. Все они обозначаются на контуре детали специальными знаками (обычно цифрами). Для считывания координат и помещения их в память компьютера используются различные устройства ввода графической информации (координатно-считывающие устройства или дигитайзеры, сканирующие устройства).

Различают ручной, полуавтоматический, автоматический методы и метод сканирования.

РУЧНОЙ МЕТОД заключается в измерении величин координат точек на контуре детали при помещении её в заданную систему координат. Используется чертежная измерительная линейка. Точность зависит от точности линейки и индивидуальных особенностей человека.

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД лежит в основе цифровых преобразователей контуров деталей. Лекало укладывается на стол двухкоординатной системы. Оператор совмещает визир с отмеченной точкой контура и фиксирует ее координаты с помощью клавиатуры. Перемещая визир вдоль контура, оператор «отщелкивает» те точки, ввод которых обеспечивает достаточную для аппроксимации исходную информацию. Она автоматически поступает в память компьютера. Формируется файл данных и одновременно контур детали воспроизводится на экране дисплея.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КОНТУРА выполняется на устройстве, которое состоит из двухкоординатного механизма, фотодатчика и системы управления считыванием (электродвигатель). Ось лекала совпадает с осью абсцисс стола. С помощью ключей управления оператор совмещает оптическую ось фотодатчика системы считывания с базовой точкой (точкой начала считывания) и переводит систему в режим слежения за контуром. Двухкоординатная система перемещает фотодатчик вдоль контура, передавая в ЭВМ информацию о его траектории в виде координат. В процессе считывания осуществляется аппроксимация контура отрезками прямых линий минимальной длины.

Наиболее эффективным для ввода деталей в ЭВМ является **МЕТОД СКАНИРОВАНИЯ**. Используется специальный стол, который работает по принципу построчного прослеживания его плоскости. Лекала из картона, бумаги или пластика укладываются на столе. Крышка стола закрывается и по команде происходит считывание всех помещенных на стол лекал. Одновременно на площади стола размещается до 15 деталей.

При автоматизации процесса построения базовых конструкций одежды после определения координат конструктивных точек приступают к проектированию и математическому описанию контуров, проходящих через эти точки. При этом во всех случаях главным фактором оценки становится не только точность, но и внешний вид, гладкость и эстетичность кривой. Изменяя входные параметры, конструктор добивается необходимых результатов геометрических построений. При этом нет ограничений формы контуров лекал. Они могут быть любой конфигурации.

Наконец, целый ряд вопросов геометрического моделирования связан с преобразованием исходных контуров деталей одежды. Для их решения используются специально разработанные математические модели процесса преобразования геометрической информации и алгоритмы выполнения различных видов преобразований.

Наибольшее распространение при использовании кусочно-аналитического метода математического описания контуров деталей одежды получили следующие методы: кусочно-линейный, кусочно-дуговой, использование сплайн-функций, а также задание контуров кривыми второго порядка [].

Анализ контуров промышленных лекал деталей одежды показал, что они являются **ЖОРДАНОВЫМИ** т.е. кусочно-аналитическими кривыми, не имеющими самопересечений. Это объясняется условиями раскроя тканей, при которых не допускается наложений и самопересечений, а между лекалами в раскладке проектируются зазоры.

Вопросами аналитического описания контуров деталей обуви и одежды начали заниматься с 30-х годов. Так, применительно к обувным деталям (стелька) проф. Зыбин Ю.П. и Рындич А.А. предложили использовать аналитические уравнения параболы, гиперболы, показательной функции []. Стыковка выполнялась вручную. В 60-х годах большое развитие получила кусочно-дуговая аппроксимация. Методы аналитического описания контуров деталей совершенствовались в дальнейшем в связи с автоматизацией таких видов работ, как раскрой материалов, выполнение раскладок, определение площадей лекал расчет-

ным методом, построение промышленных манекенов на базе сечений макетов типовой фигуры, градации лекал и др.

При **КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ** аппроксимации производится замена участков криволинейного контура отрезками прямых. При этом отклонение аппроксимирующих отрезков от исходных линий контура, называемое погрешностью аппроксимации, должно быть меньше заданной величины Δ . Контур детали заменяется многоугольником, вершины которого называются узлами аппроксимации. Координаты узловых точек фиксируются строго в порядке обхода контура. На рисунке 4.1 представлен фрагмент контура детали с аппроксимирующими его прямыми.

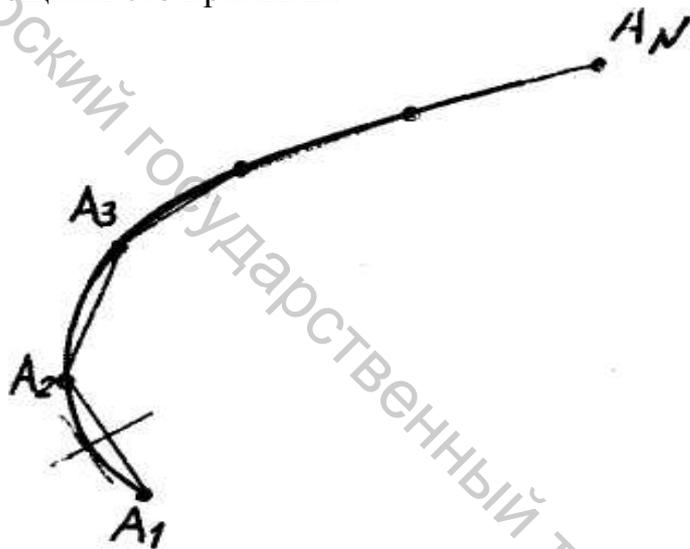


Рисунок 4.1 - Фрагмент контура детали с кусочно-линейной его аппроксимацией

Для проверки условия принадлежности точки контура аппроксимирующей прямой исходной лекальной кривой используется оценка допустимой погрешности. Определяются разности значений ординат двух соседних точек при постоянном шаге h_i . Проверяется выполнение условий: $\sigma_{Y_i} = Y_{i+1} - Y_i$ и $|\sigma_{Y_{i+1}} - \sigma_{Y_i}| \leq \Delta$. В случае невыполнения этого условия уменьшается величина h_i , т.е. увеличивается количество точек разбиения участка.

Основной недостаток кусочно-линейной аппроксимации - большое количество узлов аппроксимации и негладкая форма контура. Линейное интерполирование используется при воспроизведении контура на графопостроителях.

Наиболее изученным в плане проектирования контуров деталей и практически реализованным в методиках построения конструкций одежды на ЭВМ является способ **КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА**. Используется ряд подходов для математического задания этих кривых. В наибольшей степени в алгоритмах используются аналитический метод и способ аффинных преобразований.

Для аналитического задания кривых второго порядка в качестве исходных данных могут быть использованы координаты узловых точек контура, углы наклона касательных в начальной и конечной точках кривой, величина проективного дискриминанта (см. рисунок 4.2) [].

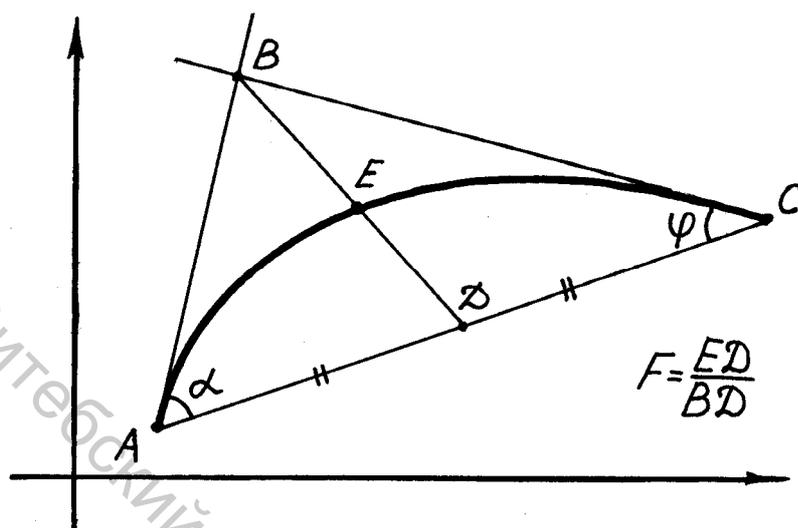


Рисунок 4.2 – Фрагмент контура и графические построения для определения исходных данных аппроксимации контура кривыми второго порядка

В качестве вводимых в программу данных используются координаты начальной и конечной точек контура, а также координаты точки пересечения касательных в начальной и конечной точках кривой (точка В). Кроме того, выполняются необходимые построения на плоскости чертежа и определяется проективный дискриминант для заданной кривой F_i (см. рисунок 4.2).

В результате работы программы получают последовательность значений координат точек, лежащих на аппроксимирующей кривой второго порядка.

Предложенный алгоритм предполагает выполнение специальных графических построений по определению проективного дискриминанта, в частности, проведения касательных в крайних точках контура, что затруднительно в отдельных случаях.

КУСОЧНО-ДУГОВОЙ МЕТОД аппроксимации предполагает расчет параметров окружностей, описывающих участок кривой. Этими параметрами являются **параметры формы** - радиусы дуг окружностей и **параметры положения** - координаты точки центров окружностей.

Возможны три случая аппроксимации криволинейного контура:

- когда весь контур описывается одной окружностью;
- контур описывается двумя сопряженными окружностями;
- контур описывается сопряженными прямой и дугой.

Для описания большинства криволинейных участков контуров деталей одежды используется сопряжение контура парами сопряженных дуг окружностей. Этот способ называют также способом **биарок** []. Предложен расчетный метод определения параметров сопряженных окружностей для этого способа, в основе которого лежат графоаналитические преобразования на плоскости. На рисунке 4.3 представлены основные графические предпосылки этого способа.

Известно, что центр окружности находится в точке пересечения нормалей к касательным в начальной и конечной точках рассматриваемого участка кривой. Определяется положение промежуточной точки контура как наиболее уда-

ленной от хорды 1-3. С помощью линейки через эту точку проводится касательная, параллельная хорде 1-3.

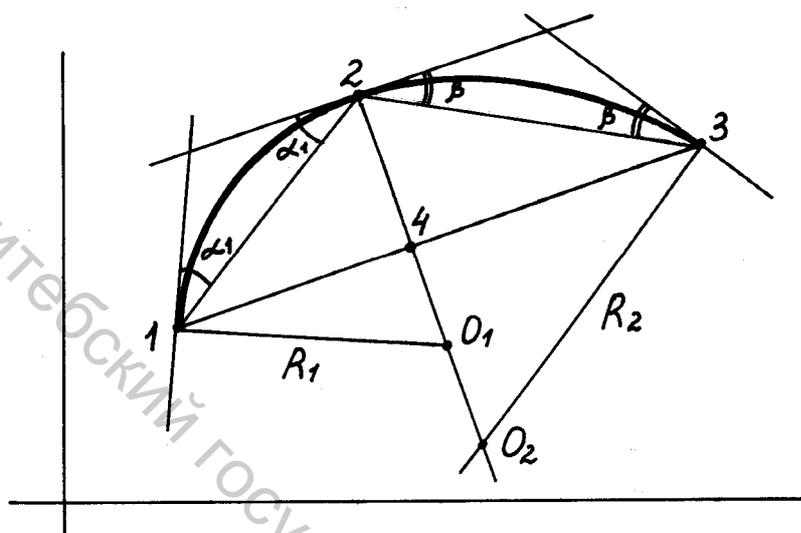


Рисунок 4.3 -
Графоаналитические
предпосылки определе-
ния параметров двух со-
пряженных дуг аппрок-
симирующих окружно-
стей

Проводятся хорды 1-2 и 2-3. Углы наклона этих хорд по отношению к хорде 1-3 равняются углам, под которыми проводятся касательные в начальной и конечной точках заданного контура.

Центры дуг аппроксимирующих окружностей находятся на пересечении нормалей к касательным в начальной и конечной точках заданного контура с нормалью, проведенной к касательной в промежуточной точке 2. Радиусы каждой из сопряженных дуг окружностей можно рассчитать как длины отрезков прямых, соединяющих центр дуги с начальной и конечной точками ее контура.

Все расчеты, связанные с определением параметров (координат центров дуг окружностей и их радиусов) сопряженных дуг окружностей находятся с использованием зависимостей аналитической геометрии на плоскости [].

Таким образом, для расчета параметров двух аппроксимирующих контур окружностей (биарок) в качестве исходных данных вводятся координаты трех точек участка (начальной, конечной и промежуточной). Метод достаточно эффективный в случае возможности описания исходного контура двумя сопряженными окружностями. В противном случае контур разбивается на два и более участка (биарок), но при этом не гарантируется сопряженность между отдельными биарками.

Для аппроксимации кривых, кривизна которых меняется непрерывно, оказалось удобным использовать возникшую относительно недавно, но быстро развивающуюся **ТЕОРИЮ СПЛАЙНОВ**.

Сплайны это рейки, которыми пользуются чертежники для проведения кривых через заданные точки. Математическими сплайнами называются функции, которые составлены из кусков многочленов, но таким образом, что в точках сопряжения обеспечивается плавность кривой за счет общей касательной или равенства нулю первой производной в этих точках.

Наиболее распространенными для целей проектирования одежды являются кубические сплайны – кривые, составленные из кусков кубических полиномов.

Постановка задачи следующая: пусть на заданной кривой заданы координаты некоторых точек. Они являются значениями некоторой функции (см. рисунок 4.4) на отрезке от 0 до K . Следует найти функцию, которая позволила бы установить значения её в любой точке кривой. При этом функция должна быть взаимнооднозначной, т.е. одному значению X должно соответствовать одно значение Y .

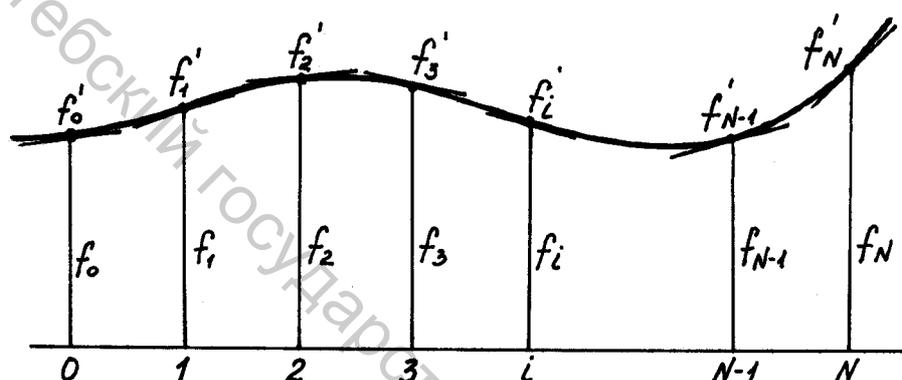


Рисунок 4.4 - Задание кривой с помощью сплайн – функций

Математический аппарат аппроксимации достаточно сложный и в данном пособии его описывать нецелесообразно. Метод сплайн-функций широко используется, так как является универсальным и применяется для кривых любой кривизны и формы.

Кроме вышеуказанных используются и другие менее распространенные методы математического описания контуров деталей одежды (тригонометрических полиномов, гармонический анализ и т.д.). Они имеют ограниченное распространение при решении частных задач.

4.2 Геометрические преобразования контуров деталей одежды

Для выполнения ряда работ по разработке конструкций новых моделей одежды и получению конструкторской документации на них используются геометрические преобразования контуров деталей. Это такие виды работ, как конструктивное моделирование, градация лекал, построение лекал производных деталей и др. Все они предусматривают первоначальное задание контуров плоских деталей и решаются, в основном, на основе использования личного или общественного опыта конструкторов. Такие задачи относятся к неформальным.

Для построения формальной модели неформальной задачи используется **эвристическое моделирование**. Оно предполагает проведение объективного заранее спланированного эксперимента среди специалистов, а также использование самонаблюдения и анализа литературных источников.

В результате проведения эвристического эксперимента по изучению процессов конструктивного моделирования, градации, получения основных, производных и вспомогательных лекал было установлено, что геометрические преобразования деталей одежды имеют следующие особенности:

- во всех случаях основой преобразования является изменение положения угловых точек, которые могут быть жестко заданы в случае градации и получения производных деталей или же получаться в результате априорных соображений при конструктивном моделировании;
- преобразование криволинейных участков контуров может быть задано перемещением либо только двух крайних точек, либо двух крайних и одной или более промежуточных точек;
- при градации лекал преобразованные криволинейные участки контуров сохраняют характер оригинала, тогда как в других случаях они могут переходить в совсем другие кривые (кривая может перейти в прямую и наоборот);
- при конструктивном моделировании и построении вспомогательных лекал после преобразования число угловых точек может изменяться;
- очень часто при построении лекал применяются операции по учету припусков по контуру детали (на швы, уработку и т.д.), которые представляют собой построение эквидистанты к исходной кривой контура.

Рогожин Ю.А. преобразования криволинейных участков определяет следующими тремя параметрами []:

K - число точек участка, для которых заданы изменения их координат ($K_{\min} = 2$);

P_l - возможность задания изменения длины криволинейного участка. Этот параметр может принимать следующие значения: $P_l = 0$ - изменение длины не задано; $P_l = 1$ - изменение длины задано;

P_p - задание изменения производной на концах участка. Этот параметр может принимать значения: $P_p = 0$ - изменение производной не задано; $P_p = 1$ - изменение производной задано только на одном участке; $P_p = 2$ - изменение производной задано на обоих концах.

Эти три параметра определяют вид исходной информации для преобразования контура и тем самым характеризуют тип преобразования P_n , который можно представить в виде: $P_n = K \cdot P_l \cdot P_p$.

Например, $P_n = 410$ означает, что для преобразования данного участка задано изменение координат четырех точек, задано изменение длины, а значения производных на концах после преобразования безразличны.

При построении и градации лекал используется преобразование подобия, которое относится к группе линейных. Линейные преобразования называют аффинными. Они могут быть заданы с помощью приращений к координатам соответствующих точек исходной кривой. С помощью аффинных преобразований можно реализовать шесть типов преобразований, а именно: 200, 300, 201, 202, 210, 211. Эти преобразования называются также элементарными.

Применительно к преобразованию 210 задано изменение координат двух крайних точек участка кривой и изменение его длины. Этот вид преобразования относится к градации лекал. Процесс этого преобразования можно представить в виде следующих простейших преобразований (см. рисунок 4.5):

- перенос (сдвиг) исходной кривой 1 до совмещения точки A с началом координат. Получим точку A_1' ;
- поворот исходной кривой для совмещения точки B с осью абсцисс (кривая 2). Получим точку B' ;
- растяжение при $S_x = S_y$, таким образом, чтобы точка B' заняла положение точки B'' (кривая 3);
- растяжение (сжатие) вдоль оси Y с учетом коэффициентов $S_x = 1$, $S_y = c$. Коэффициент растяжения (сжатия) « c » определяется из условия, что кривая будет иметь заданную длину L_1 (кривая 4);
- поворот на угол Φ , соответствующий новому положению кривой;
- перенос (сдвиг) полученной кривой до совмещения точки A' с точкой A_1 . При этом B'' займет положение точки B' (кривая 5).

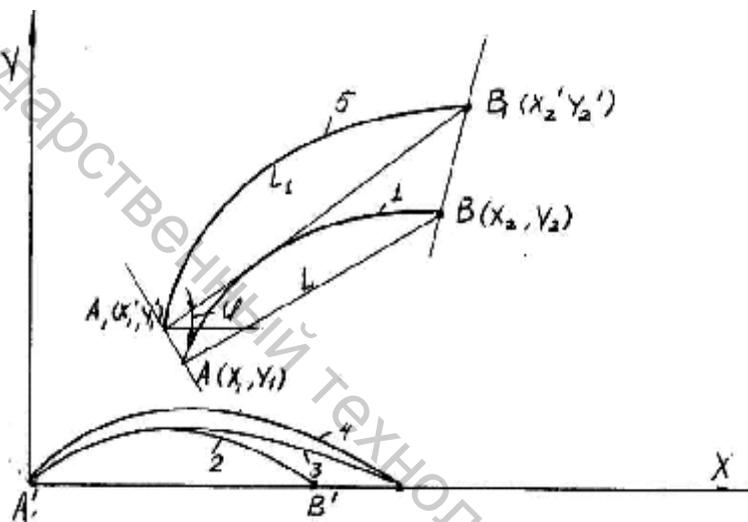


Рисунок 4.5 - Геометрические преобразования при градации лекал

Для реализации более сложных преобразований используется метод, который получил название кусочно-линейного преобразования.

Представляет интерес принцип плоско-параллельного сдвига, который лежит в основе таких преобразований, как построение контуров лекал с учетом технологических припусков. Здесь используются преобразования, основанные на проведении эквидистанты к исходной кривой. Число точек должно быть не менее трех. На концах участка кривой задаются значения производных, равные значениям производных на концах исходного контура.

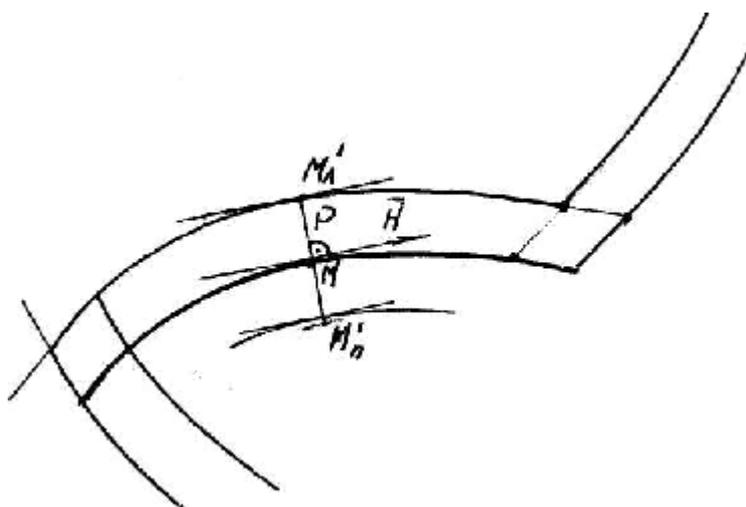


Рисунок 4.6 - Геометрические преобразования при построении лекал

Для построения эквидистанты необходимо задать точки, расположенные на определенном расстоянии по нормали к кривой. Касательные в данных точках кривой определяются значением производных в них.

На рисунке 4.6 представлен фрагмент преобразований при оформлении контура лекала. Уравнение нормали, проходящей через точку М, будет иметь вид:

$$Y - Y_M = -1/Y'_M (X - X_M)$$

или

$$Y = -X/Y'_M + (Y_M + X_M/Y'_M)$$

Координаты левой и правой эквидистанты, соответственно точек $M_{л'}$, и $M_{п'}$ определяются по формулам:

$$X_{M_{л'}} = X_M \pm P \cos(\arctg Y'_M)$$

$$Y_{M_{л'}} = -X_{M_{л'}}/Y'_M + (Y_M + X_M/Y'_M),$$

где P - параметр эквидистанты.

Определение координат угловых точек лекала осуществляется следующим образом: в окрестностях угловой точки эквидистанта аппроксимируется прямой, проходящей через крайнюю точку эквидистанты по направлению касательной в этой точке. Определяется точка пересечения прямых, принадлежащих соседним эквидистантам. Угловая точка может образовывать внешний или внутренний угол. Для случая внешнего угла концевые дуги соседних эквидистант достраиваются аппроксимирующими прямыми. Внутренний угол получается при пересечении эквидистант. Аналогичные принципы используются и в других случаях, где в процессе преобразований происходит смещение исходного контура параллельно на заданную величину.

Проектные работы, которые основаны на геометрическом задании и преобразованиях контуров деталей могут быть формализованы в случаях определения числовых параметров математических моделей. Однако при этом необходимо учитывать, что используются, в основном, экспериментальные подходы для построения таких математических моделей. Зависимости между параметрами и переменными в них получаются на основе изучения и систематизации

ранее полученных вариантов построения и оформления деталей и лекал конструкции.

Однако это не снижает значимость автоматизации проектных процедур при получении конструкторской документации. В САПР швейных изделий количество элементов системы, где необходимо использовать математические модели, гораздо меньше, чем вариантов конструктивных решений. Успешно могут быть использованы элементы математических моделей, разработанные в других САПР (машиностроение, электроника и др.).

Для выполнения чертежных работ в качестве инструментальных средств по преобразованию исходной конструкции новой модели одежды и оформлению конструкторской документации может быть использован пакет прикладных программ системы КОМПАС, графического редактора T-FLEX CAD и др. Для этих целей хорошо зарекомендовала себя система графического моделирования AUTOCAD.

5. Разработка конструкций новых моделей в САПР

Первые работы по использованию средств автоматизации для конструирования одежды были посвящены расчету конструктивных параметров базовых основ с применением известных методик конструирования. Так, еще в 1974 г. была опубликована статья Смсаряна Г.А., в которой изложена методика построения базовой конструкции комбинезона на основе расчета его параметров по размерным признакам и прибавкам с использованием методов радиусографии для оформления криволинейных участков контуров деталей [].

Исследованиями и разработкой машинных методов проектирования одежды занимались и занимаются Момот Т.В., Баркова Л.С., Киракосян В.К. Родионова О.Л. и др. [].

5.1 Автоматизация расчета и построения базовых конструкций одежды

Существующие в промышленности расчетно-графические методы конструирования, в основном, не приспособлены для непосредственного программирования (за исключением ЕМКО). Однако все они могут быть положены в основу алгоритмов расчета параметров и построения контуров деталей базовых конструкций одежды. На компьютерном рынке предлагаются программное обеспечение для получения конструкций по любым методикам конструирования вне зависимости от их значимости и эффективности (САПР «Грация», «Автокрой», «Леко» и др. []). Но следует помнить, что любая расчетно-графическая система конструирования является приближенной. Полученные конструкции требуют проверки и уточнений в процессе раскроя и изготовления пробных образцов.

Конструктивные отрезки включают в себя размерные признаки (или их долю) и различные прибавки и коэффициенты. Формула для расчета конструктивных отрезков в общем виде может быть представлена формулой:

$$A = kT_i + a_{\text{п}} + \Pi,$$

где A - длина конструктивного отрезка, см;

K - коэффициент, определяющий часть размерного признака в данном отрезке;

T_i - величина i -ого размерного признака, см;

$a_{\text{п}}$ - свободный член формулы с индексом номера системы основных конструктивных отрезков, учитывающий особенности телосложения половозрастных групп, см;

Π - величина конструктивных прибавок и технологических припусков, см. [1].

Задача получения базовых конструкций одежды в автоматизированном режиме предполагает рассмотрение следующих основных условий:

- соответствующей подготовки исходных данных;
- разработки математической записи процесса построения чертежа конструкции, в том числе оформления криволинейных контуров;
- разработки алгоритма и составление программы для реализации расчетов и построений в автоматизированном режиме.

На этапе подготовки исходной информации определяется ее состав и объем. При этом вся информация делится на два массива: условно-постоянную и разовую. Осуществляется кодирование исходных данных.

Массив **УСЛОВНО-ПОСТОЯННОЙ** информации включает значения размерных признаков фигур типового телосложения в соответствии с действующей размерной типологией и стандартами на типовые фигуры.

Массив **РАЗОВОЙ** информации содержит сведения о величинах прибавок на свободное облежание, пакет, уработку материалов и др.

При решении задачи определения конструктивных параметров одежды целесообразно организовать данные о размерных признаках типовых фигур таким образом, чтобы компактно разместить в памяти компьютера сведения, представленные ГОСТами на типовые фигуры.

Вводятся величины размерных признаков типовых фигур базовых размеров. Величины размерных признаков, отличных от базовых, рассчитываются с учетом значений размерного признака базовых типовых фигур и коэффициента градации по размерам, ростам, полнотам по следующим формулам:

$$T_i^{\text{разм}} = T_{i\text{разм}}^{\text{б}} + n \cdot \Delta T_{i\text{разм}},$$

где $T_{i\text{разм}}^{\text{б}}$ - значение i -ого базового размерного признака, см;

$\Delta T_{i\text{разм}}$ - значение i -ого коэффициента градации по размерам, см;

n - номер размера, который рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{T_{16} - T_{16}^{\text{б}}}{4},$$

где T_{16} - значение размерного признака фигуры, на которую рассчитывается изделие, см;

$T_{16}^{\text{б}}$ - значение базового размера, см;

$$T_i^{\text{рост}} = T_{\text{ирраз}}^{\text{б}} + m \cdot \Delta T_{\text{ирост}},$$

где $\Delta T_{\text{ирост}}$ - значение i -ого коэффициента градации по ростам, см;

m – номер роста, который рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{T_1 - T_1^{\text{б}}}{6},$$

где T_1 - значение роста, на который рассчитывается изделие, см;

$T_1^{\text{б}}$ - значение базового роста, см;

$$T_i^{\text{полнота}} = T_{\text{ирраз}}^{\text{б}} + k \cdot \Delta T_i^{\text{полн}},$$

где $\Delta T_i^{\text{полн}}$ - значение i -ого коэффициента градации по полнотам, см;

k – номер полнотной группы, который рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{(T_{19} - T_{\text{разм}}) - (T_{19}^{\text{б}} - T_{\text{разм}}^{\text{б}})}{4}, \text{ для женских фигур}$$

$$k = \frac{(T_{\text{разм}} - T_{18}) - (T_{\text{разм}}^{\text{б}} - T_{18}^{\text{б}})}{4}, \text{ для мужских фигур}$$

где T_{19} , T_{18} - значение размерного признака фигуры, на которую рассчитывается изделие, см;

$T_{19}^{\text{б}}$, $T_{18}^{\text{б}}$ - значение размерного признака фигуры базового размера, см.

Массив **РАЗОВОЙ** информации содержит сведения о величинах прибавок на свободное облегание, пакет, уработку материалов и др.

Массив разовой информации содержит сведения о прибавках на свободу и пакет. Данные прибавки зависят от вида изделия и половозрастной группы. Прибавки на пакет могут быть введены в расчетные формулы непосредственно при задании конкретного вида одежды. Основные прибавки на свободное облегание вводятся в диалоговом режиме при запуске программы расчета базовой конструкции одежды.

Третьей составляющей расчетных формул являются свободные члены, которые учитывают особенности телосложения половозрастных групп. В соответствии с ЕМКО коэффициент $a_8=1,2$, для женщин с 128 размера $a_8 = 1,0$ см, свободные члены $a_{17}=0 \div 1,5$; $a_{18}=0 \div 1,5$; $a_{19}= 0 \div 2,59$; $a_{21}=0 \div 1,5$ зависят от ассортимента и прибавки к ширине проймы, $a_{39}=0 \div 1,5$.

Последовательность расчета узловых точек базовой конструкции выбирается в соответствии с логической последовательностью построения чертежей деталей. Так, для расчета конструкции платья по методу МТИЛП определяются координаты 173 узловых точек как лежащих на контурах основных деталей, так и промежуточных.

Выбираются оси координат. Обычно вертикаль - линия середины спинки или касательная к ней; горизонталь - линия основания горловины спинки, условная линия низа и т.д.

Возможно выполнение предварительного расчета конструкции в виде определения параметров базисной сетки чертежа, а также суммарных растворов вытачек. Производится кодирование предварительно рассчитанных параметров. Например, все длины обозначаются L с индексами, соответствующими горизонтальным линиям базисной сетки чертежа; ширины - N с индексами, соответствующими номеру вертикальной линии в соответствии с ЕМКО.

Ниже приведены основные этапы работы с программой расчета базовых конструкций различных видов одежды для различных половозрастных групп, реализованной в интегрированной среде программирования Visual Basic for Application в графическом редакторе AUTOCAD. Запуск программы автоматизированного расчета базовой конструкции осуществляется на панели инструментов. После выбора пиктограммы «БК» на экране появится форма, представленная на рисунке 5.1.

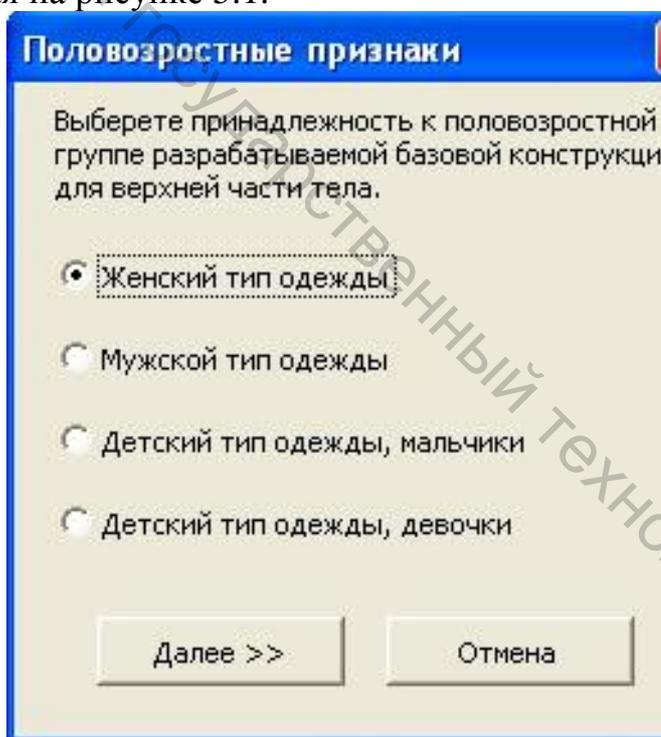


Рисунок 5.1 – Внешний вид экрана для запуска программы расчета базовой конструкции по ЕМКО

Данная форма предлагает выбрать одну из четырех половозрастных групп разрабатываемой базовой конструкции. После выбора необходимой группы и нажатия кнопки «Далее» появляется одна из четырех форм, представленных на рисунках 5.2 – 5.5.

Построение женской базовой конструкции

Вид изделия: **Блузка**

Рост: 164 Обхват груди: 96 Обхват бедер: 104

Прибавка: ширина изделия по линии груди (П31-37): 0
 Прибавка: углубление проймы спинки (П33-331): 0

Коэффициенты распределения прибавки к полуобхвату груди между основным участком конструкции (их сумма равна 1):
 Ширина спинки (0.25-0.3): 0.25 Ширина проймы (0.5-0.7): 0.6 Ширина переда (0.05-0.2): 0.15

Коэффициенты усадки в процентах:
 По основе: 0 По утку: 0

<< Назад Построение Выход

Рисунок 5.2 – Внешний вид экрана при расчете БК женской одежды

Построение мужской базовой конструкции

Вид изделия: **Куртка утепленная** $t_{ут}$: 0,35

Рост: 176 Обхват груди: 100 Обхват талии: 88

Прибавка: ширина изделия по линии груди (П31-37): 0
 Прибавка: углубление проймы спинки (П33-331): 0

Коэффициенты распределения прибавки к полуобхвату груди между основным участком конструкции (их сумма равна 1):
 Ширина спинки (0.25-0.3): 0.25 Ширина проймы (0.5-0.7): 0.6 Ширина переда (0.05-0.2): 0.15

Коэффициенты усадки в процентах:
 По основе: 0 По утку: 0

<< Назад Построение Выход

Рисунок 5.3 – Внешний вид экрана при расчете БК мужской одежды

Построение базовой конструкции: мальчики

Вид изделия: **Пиджак**

Группа: **Младшая школьная 2 группа**

Первая полнота
 Вторая полнота

Рост: 134 Обхват груди: 68 Обхват талии: 57

Прибавка: ширина изделия по линии груди (П31-37): 0
 Прибавка: углубление проймы спинки (П33-331): 0

Коэффициенты распределения прибавки к полуобхвату груди между основным участком конструкции (их сумма равна 1):
 Ширина спинки (0.25-0.3): 0.25 Ширина проймы (0.5-0.7): 0.6 Ширина переда (0.05-0.2): 0.15

Коэффициенты усадки в процентах:
 По основе: 0 По утку: 0

<< Назад Построение Выход

Рисунок 5.4 – Внешний вид экрана при расчете БК одежды для мальчиков

Построение базовой конструкции: девочки

Вид изделия: **Жакет**

Группа: **Дошкольная 1 группа**

Первая полнота
 Вторая полнота

Рост: 110 Обхват груди: 56 Обхват талии: 51

Прибавка: ширина изделия по линии груди (П31-37): 0
 Прибавка: углубление проймы спинки (П33-331): 0

Коэффициенты распределения прибавки к полуобхвату груди между основным участком конструкции (их сумма равна 1):
 Ширина спинки (0.25-0.3): 0.25 Ширина проймы (0.5-0.7): 0.6 Ширина переда (0.05-0.2): 0.15

Коэффициенты усадки в процентах:
 По основе: 0 По утку: 0

<< Назад Построение Выход

Рисунок 5.5 – Внешний вид экрана при расчете БК одежды для девочек

В появившейся форме из раскрывающегося списка «Вид изделия» выбирается необходимое изделие. Для женской группы: блузка, платье, жакет, жилет, пальто зимнее, пальто демисезонное. Для мужской группы: пальто демисезонное, пальто зимнее, пиджак, жилет, куртка летняя, куртка утепленная. Для

группы мальчиков: пальто демисезонное, куртка утепленная, пиджак, жилет. Для группы девочек: пальто демисезонное, пальто зимнее, куртка летняя, куртка утепленная, жакет, жилет, платье.

При построении детской одежды дополнительно необходимо выбирать возрастную и полнотную группу.

Далее в соответствующих окнах указываются размерные признаки, прибавки к ширине изделия по линии груди и прибавка на углубление проймы, коэффициенты распределения прибавки к ширине изделия между основными участками конструкции, а также коэффициенты усадки материала по основе и утку.

Сумма коэффициентов распределения прибавки к ширине изделия между основным участком конструкции должна быть равна единице. Рекомендуемые значения находятся в следующих диапазонах:

- ширина спинки 0.25-0.3;
- ширина проймы 0.5-0.7;
- ширина переда 0.05-2.

Коэффициенты усадки материала по основе и утку - 0 ÷ 10%.

Нажатие кнопки «Построение» закрывает форму и отображает в области чертежа окна AutoCad рассчитанную базовую конструкцию. Нажатие кнопки «Назад» возвращает на экран первую форму со сбросом всех введенных параметров. Нажатие кнопки «Выход» скрывает все формы и отображает пустую область чертежа окна AutoCad.

Для расчета параметров конструкции используются соотношения аналитической геометрии на плоскости.

Положение большинства узловых точек определяется на пересечении двух прямых, двух дуг окружностей, дуги окружности и прямой. Для определения их координат используется решение систем уравнений, куда входят уравнения типа:

$$Y - Y_0 = k(X - X_0); \quad X = G; \quad Y = C; \quad (X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2 = R^2.$$

Все системы уравнений приведены к шести основным типам и решены в общем виде для их дальнейшей реализации с помощью подпрограмм.

Для графического воспроизведения контуров деталей базовой основы используются методы их математического описания. Для прямолинейных участков – это уравнения прямых и графические процедуры машинной графики. Для криволинейных участков – это использование методов аппроксимации лекальных кривых закономерными кривыми (дугами окружностей, параболами, сплайновыми кривыми и т.д.).

Для базовой конструкции спинки и полочки женского платья по методике МТИЛП всего выделено девять криволинейных участков. По срезам горловины и проймы этих деталей необходимо обеспечить хорошее сопряжение. Это достигается в том случае, если сумма двух углов, образованных касательными в точках совмещения контурных линий будет равна 180 градусов. Рассчитывается тангенс углов наклона касательных векторов в угловых точках.

При разработке высокоорганизованных САПР на стадии проектирования базовых основ конструкций одежды ставится задача управления различными факторами, влияющими на конструктивные параметры одежды, с целью получения необходимого проектного решения. Для этого используются математические модели базовой основы конструкции [1].

5.2 Преобразования базовых конструкций при получении новых моделей одежды

5.2.1 Проектирование базовой конструкции оката рукава на основе проймы

Одним из наиболее сложных и ответственных узлов в одежде является узел втачного рукава. Обычно пройму рассматривают как составную часть контура детали, лежащую только в плоскости чертежа. Но в готовом изделии это пространственная кривая, положение и форма которой влияют на параметры и характер кривизны контура оката рукава. Это положение учтено при построении развертки рукава по методу УкрНИИШП-КТИЛП (см раздел 3.1).

Вторым направлением при решении вопроса получения конструкции рукава на основе линии проймы является их плоскостное представление и использование графоаналитических преобразований на плоскости.

Анализ традиционных методов построения рукава, используемых при этом исходных данных и факторов, влияющих на размеры и форму оката, позволил установить ряд ограничений и условий, которые необходимо учитывать, в частности, при построении линии оката рукава на основе графоаналитических преобразований линии проймы .

В качестве переменных выделены такие параметры, как глубина (X_1) и ширина (X_2) проймы, прибавка к обхвату плеча (X_3) и норма посадки по окату рукава (X_4) к моменту построения оката рукава. Постановка задачи формулируется следующим образом: необходимо рассчитать параметры и построить кривую, определяющую окат рукава, используя зависимости и соотношения, связывающие его основные параметры и параметры проймы. На рисунке 5.6 представлен один из способов совмещения проймы и оката рукава, позволяющий решить поставленную задачу. Преобразование линии проймы в линию оката связано с изменением длины и кривизны каждого участка оката по отношению к соответствующим участкам проймы.

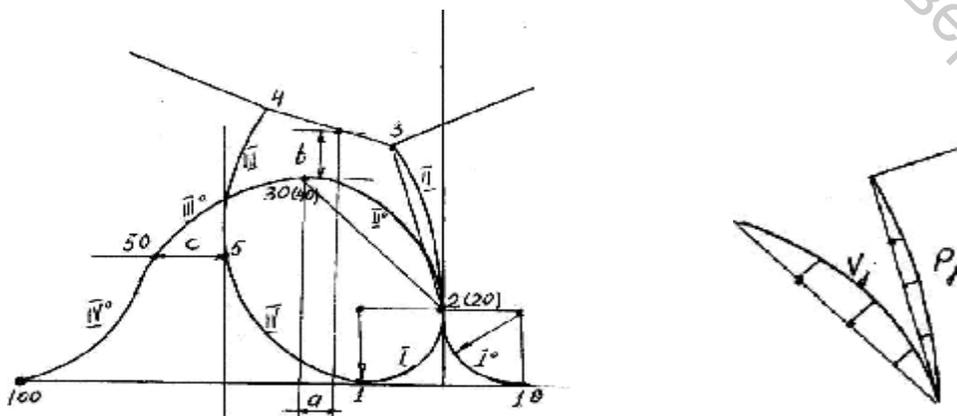


Рисунок 5.6 – Схема преобразований линии проймы в линию оката рукава

Система координат определена следующим образом:

- ось абсцисс - линия глубины проймы и совпадающий с ней уровень ширины рукава в верхней части;
- ось ординат - линия, касательная к пройме полочки.

В методиках последних лет оформление нижней передней части проймы производится с использованием радиусографии. При этом $R = (0,38 \div 0,4)$ Шпр. Это условие учитывалось при определении координат точки пересечения линии оката и проймы полочки (точка 2). Анализ вида кривых на отдельных участках проймы и оката рукава позволил установить, что в качестве аппроксимирующих кривых для участков II, III и IV могут быть использованы кривые второго порядка. Участок I оката рассматривался как зеркальное отражение относительно оси ординат переднего нижнего участка проймы.

На основе изучения параметров проймы и оката рукава при данном их совмещении была установлена связь между координатами базовых точек этих двух кривых, приведенная в таблице 5.1:

Таблица 5.1- Соотношение координат узловых точек проймы и оката рукава

Обозначение узловых точек на рисунке 5.6	Координаты узловых точек	
	проймы	оката рукава
1	$X_1; Y_1 = 0;$	$X_{10} = -X_1; Y_{10} = 0;$
2	$X_2 = 0; Y_2;$	$X_{20} = 0; Y_{20} = Y_2;$
3	$X_3; Y_3;$	$X_{30(40)} = X_5 / 2 + a;$ $Y_{30(40)} = (Y_3 + Y_4) / 2 - b;$
4	$X_4; Y_4;$	-
5	$X_5; Y_5;$	$X_{50} = X_5 + c; Y_{50} = Y_5;$
10	-	$X_{10} = -X_1 + 0,5; Y_{10} = 0$
100	-	$X_{100} = Опв + Поп - X_{10}; Y_{100} = 0$

Величины смещений базовых точек оката "a", "b", "c" были установлены в результате математической обработки результатов измерений конструктивного узла пройма-окат промышленных основ одежды с втачным рукавом. Были получены следующие уравнения регрессии, устанавливающие связь между величинами смещений и выделенными переменными (X_1, X_2, X_3, X_4), влияющими на параметры оката рукава:

$$a = 6,4 - 0,3 X_2 + 0,16 X_3 - 1,7 X_4 - 0,03 X_1$$

$$b = -3,4 + 0,25 X_1 + 0,11 X_2 - 3,2 X_4 - 0,06 X_3$$

$$c = 14,4 - 1,34 X_2 + 0,53 X_3 + 0,27 X_1 + 11,32 X_4$$

Основной предпосылкой при переходе от линии проймы к линии оката рукава на отдельных участках является условие подобия этих кривых. Предложена методика расчета коэффициента подобия R , учитывающего разницу в длине и кривизне соответствующих участков контуров оката и проймы. Известно, что на кривизну участков оката влияет величина посадки материала и

длина хорды, стягивающей его базовые точки. Для расчета коэффициента подобия использована формула:

$$R = (1 + H) \frac{\sqrt{(XO_{i+1} - XO_i)^2 + (YO_{i+1} - YO_i)^2}}{\sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2}},$$

где H - норма посадки по окату рукава

X_i, Y_i - координаты начальной базовой точки рассматриваемого участка проймы в заданной системе координат;

X_{i+1}, Y_{i+1} - координаты конечной базовой точки проймы в заданной системе координат;

$XO_i, YO_i, XO_{i+1}, YO_{i+1}$ - координаты соответственно, начальной и конечной узловых точек оката рукава в заданной системе координат.

С помощью коэффициента подобия расстояние от хорды до любой точки рассматриваемого участка оката определялось как произведение $V = R \cdot P$, где P - расстояние по перпендикуляру от хорды, стягивающей соответствующий участок проймы до линии проймы в точке, имеющей положение подобное положению рассматриваемой точки на окате рукава (рисунок 5.6,б). Эти зависимости использовались при установлении связи между текущими координатами участков проймы и координатами соответствующих точек участков оката рукава. Кривая оката оформлялась с использованием метода интерполяции.

При разработке алгоритма построения оката рукава в качестве разовой информации вводились координаты базовых точек проймы, прибавка на свободное облежание по ширине рукава и норма подсадки по окату рукава.

Следует отметить, что корректность плоского отображения проймы в данном случае бездоказательна. Однако метод может быть использован при решении задачи получения оката рукава, в том числе и на основе развертки поверхности типовой фигуры [].

5.2.2 Преобразования базовых конструкций при конструктивном моделировании одежды

Исследования процесса проектирования новых моделей одежды, проведенные в КТИЛП, показали, что 80% разработок проводятся путем внесения изменений в базовые конструкции или с использованием метода "модель-конструкция". Этот путь наилучшим образом реализуется в системе автоматизированного проектирования одежды. В ее рамках выделяется подсистема конструкторской проработки или конструктивного моделирования базовых конструкций одежды. В этой подсистеме производятся операции, связанные с плоским конструктивно-декоративным модифицированием базовых конструкций одежды (КДМБК). На рисунке 5.7 приведена укрупненная блок-схема КДМБК, предложенная Братковской О. Е.

Как известно процесс конструктивного моделирования относится к неформальным задачам. Для построения формализованной модели такого вида задач изучается поведение человека (конструктора) в ходе её решения. Автором использован метод эвристического моделирования для составления

цепи действий, которые производятся мысленно и отражаются в поведении специалиста при конструктивном моделировании. С этой целью был организован эксперимент по изучению и обобщению опыта работы высококвалифицированных конструкторов при осуществлении приемов конструктивного моделирования реальной модели. После обобщения результатов эксперимента был построен граф процесса КДМБК. Предполагается, что при корректном построении такого графа и использования его при создании программного обеспечения процесс конструктивного моделирования можно проводить в автоматизированном режиме.

Рассмотрены возможные элементы КДМБК как совокупность графических построений, направленных на оформление какой либо модельной особенности. Для решения задачи выполнения процесса КДМБК новой модели одежды предложено использовать теорию графов. Задание конструктивных преобразований в виде графа позволяет определить порядок выполнения элементов моделирования (путь графа) и процедуры моделирования (вершины графа).

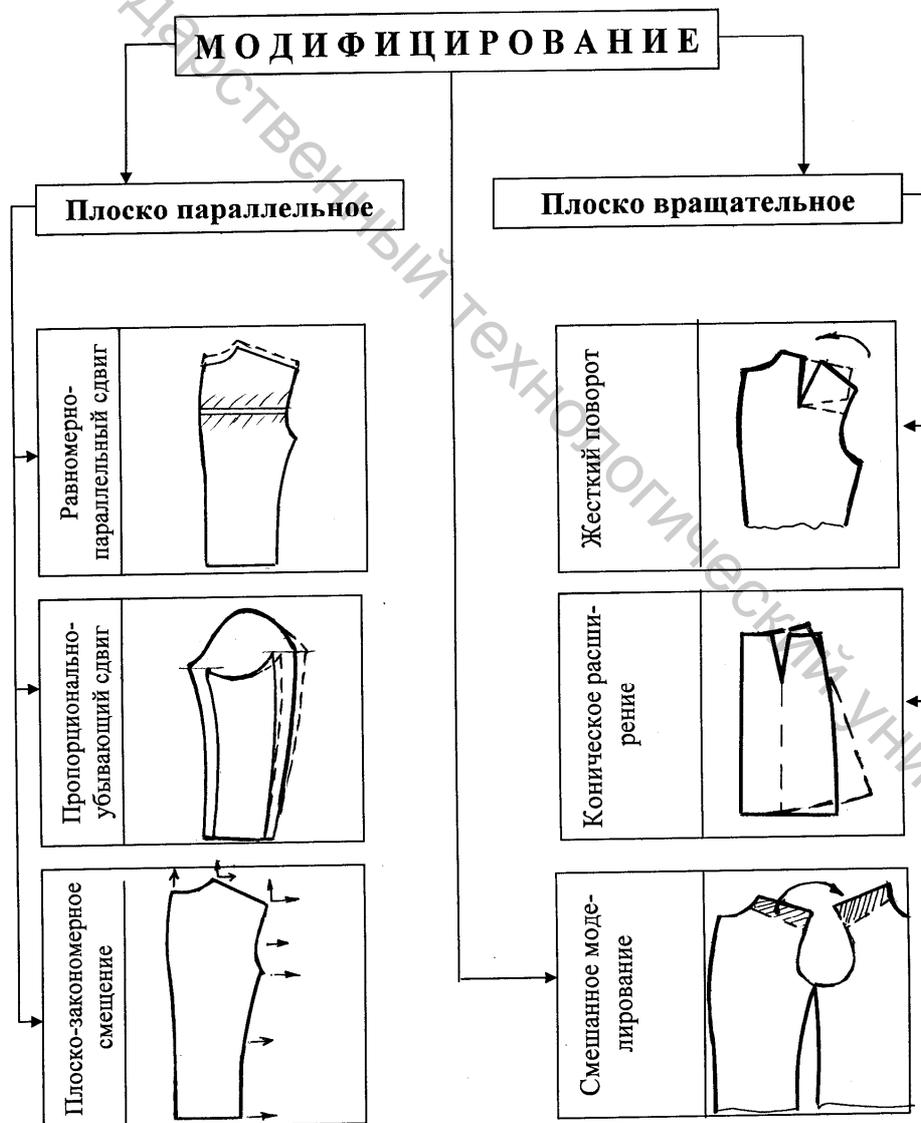


Рисунок 5.7 - Укрупненная блок-схема конструктивно-декоративного модифицирования базовых конструкций при разработке новых моделей одежды

На основе изучения элементов КДМБК установлено, что в основном используются три вида смещений участков деталей конструкции при конструктивном моделировании (рисунок 5.8): **плоско-параллельное, плоско-вращательное и смешанное.**

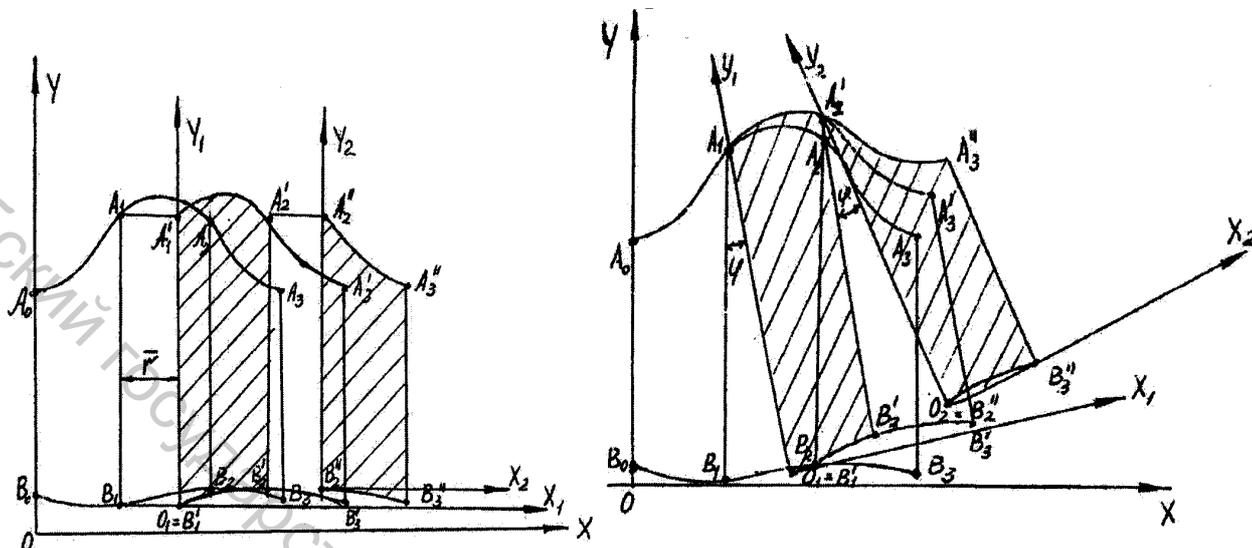


Рисунок 5.8 - Виды смещений при КДМБК деталей конструкции

Графические преобразования при выполнении элементов моделирования на примере втачного рукава приведены на рисунке 5.9. (рисунок 5.9)

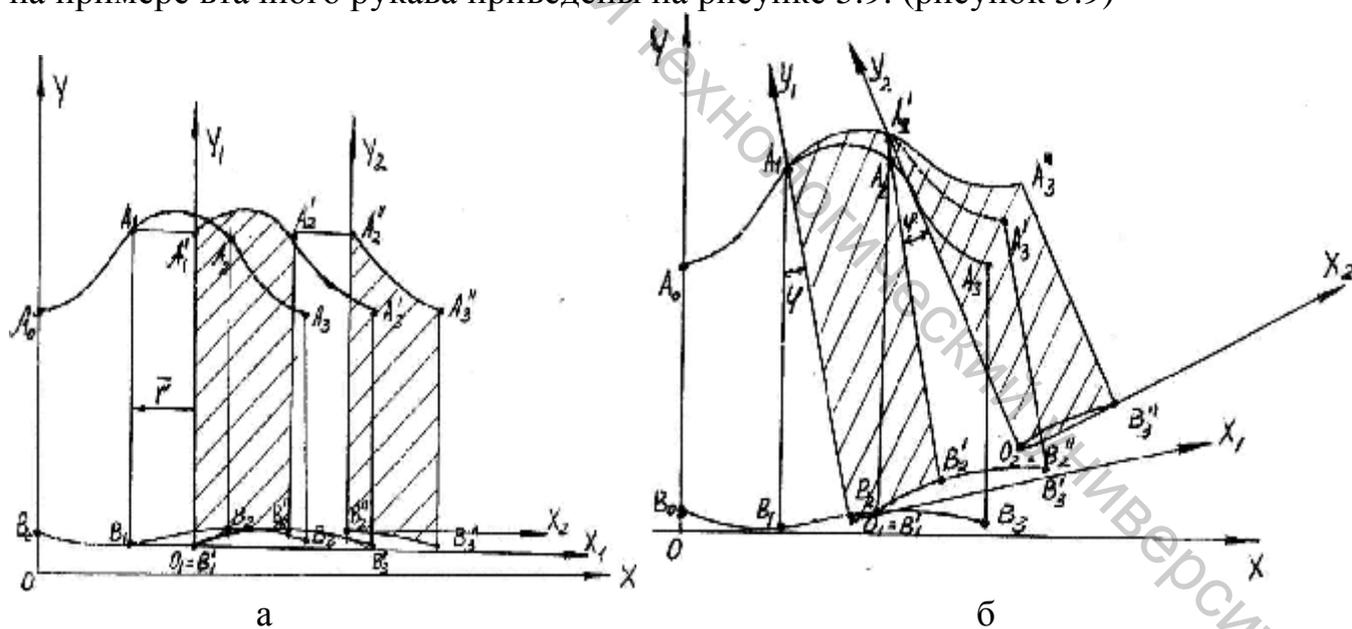


Рисунок 5.9 - Преобразования при конструктивном моделировании детали: а- параллельное расширение рукава; б- коническое расширение рукава

Таким образом, используя графоаналитические приемы на плоскости можно выполнять такие приемы конструктивного моделирования, как проектирование кокеток, перенос вытачек коническое и параллельное расширение юбок и рукавов, деление вытачек на части и преобразование их в складочки, проектирование застежек и др. Для окончательного оформления криволиней-

ных участков контуров деталей используются методы аппроксимации и интерполяции.

6 . Информационное обеспечение САПР одежды

В соответствии с ГОСТ 23501 **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР** - это документы, содержащие описание стандартных процедур, типовых проектных процедур, типовых проектных решений, типовых элементов, комплектующих изделий, материалов и другие данные, а также файлы и блоки данных на машинных носителях с записью указанных документов.

Наиболее наглядно создание информационного обеспечения САПР можно представить на примере оформления конструкторской документации на новую модель. На этой стадии в качестве входной используется информация о деталях конструкции, которая заключается в их чертежах, образце модели, спецификации материалов, методов технологической обработки и в иной традиционной форме технической документации. Эта информация легко воспринимается человеком, но не может быть использована непосредственно при вводе её в ЭВМ.

Различают два вида информационного обеспечения САПР: внемашиное и внутримашинное или банк данных.

ВНЕМАШИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ представляет собой системы классификации и кодирования автоматизации, нормативно-справочную документацию (НДС), методические материалы и техническую документацию на разработку конструкции одежды.

БАНКИ ДАННЫХ для целей проектирования одежды обычно формируются как банки типовых конструктивных решений деталей одежды. Они создаются на основе информации о базовых элементах конструкции основных деталей, которые, в свою очередь, определены на основе анализа ранее разработанных конструкций.

Как известно геометрический образ изделия складывается из набора разнообразных деталей одежды, отличающихся по геометрии. Поэтому большая роль при создании информационного обеспечения САПР отводится выделению типовых вариантов деталей, а также базовых контуров деталей.

Геометрия контура каждой детали может быть определена набором базовых контуров, что образуют базовую деталь, а затем типовую конструкцию изделия. Типовая конструкция используется для проектирования новых моделей одежды, а следовательно, до помещения ее в память ЭВМ она должна быть тщательно отработана.

Осуществляется кодирование типовых конструктивных вариантов, т.е. каждый из них имеет свой **КОД**, получаемый на основе классификаторов основных видов и форм деталей конструкции одежды. Классификатор используется как исходная информация на стадии технического проекта и позволяет организовать **БАНК ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ (БГД)** по отдельным деталям конструкции и по типовым конструкциям в целом.

Классификаторы входят в систему классификации и кодирования информации для САПР. Эта система в общем случае содержит описание формализованного языка, классификаторы элементов, образующих словарь системы, инструкции по использованию формализованного языка и заполнению соответствующих документов.

ФОРМАЛИЗОВАННЫЙ ЯЗЫК - это язык описания информации о деталях конструкции, пригодный для ввода в ЭВМ и последующей обработки. Одним из способов задания качественных характеристик объектов проектирования являются **КОДЫ ЭЛЕМЕНТОВ**, т.е. набор цифровых, алфавитных и алфавитно-цифровых символов. В процессе кодирования используются кодировочные таблицы (классификаторы) признаков, в которых зафиксированы результаты классификации объектов по данному признаку.

Создание структурной схемы классификации конструкций требует проведения детальных исследований, определения множества наиболее значимых классификационных признаков и упорядочения этого множества в виде определенной номенклатуры. Объем выборки для этих целей должен составлять 100÷120 единиц конструкций одежды одного вида.

При разработке классификаторов чаще всего используется иерархический метод классификации и десятичное цифровое кодирование. Рассмотрим в качестве примера **КЛАССИФИКАТОР ВНЕШНЕГО ВИДА МОДЕЛИ (КВВМ)**, предложенный Вашковьяк Л.Д. []. В его основу положен Общесоюзный классификатор промышленной продукции (ОКПП). Картотеки моделей, созданные на основе классификаторов их внешнего вида, могут использоваться для проведения анализа возможных вариантов решений проектируемой новой модели.

КЛАССИФИКАТОРЫ ДЕТАЛЕЙ создаются отдельно для деталей из основной, подкладочной и прокладочной тканей. Первые три цифры в этой случае аналогичны КВВМ, 4-я цифра - вид детали, 5-я цифра - разновидность конструктивного решения детали, 6-я цифра - характеристика составных частей детали. Создаются альбомы зарисовок вариантов типовых конструктивных решений с их кодами.

Типовые варианты используются при разработке ассортиментных серий моделей на основе принципов агрегатирования, т.е. сочетания базовых деталей и типовых элементов.

Кроме того, возможно создание **КАТАЛОГОВ КОНСТРУКТИВНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (ККДЭ)**. К типовым КДЭ относятся воротники, капюшоны, карманы и другие мелкие детали. Математическое описание элементов каталога КДЭ предложено выражать в виде аналитических зависимостей для описания их контуров. Каталог КДЭ наряду с КВВМ и классификатором деталей используется для составления карты-задания на разработку новой модели одежды [].

7. Структура, функциональная схема и характеристика подсистем промышленной САПР

Промышленное проектирование одежды призвано решать разнообразные задачи соединения эстетического совершенства изделия с его функциональностью и эргономикой; достижения новых форм изделий посредством применения новейшей технологии, материалов и методов конструирования. При этом актуальным остается снижение себестоимости продукции за счет технологичности изделий.

Прогрессивной и перспективной основой решения этих задач является создание проблемно-ориентированных систем автоматизированного проектирования (САПР), оснащенных современными ЭВМ и средствами ввода и вывода графической информации.

На многих предприятиях швейной промышленности в конце 80-х годов появились так называемые промышленные САПР лекал и их раскладок. Это достаточно дорогостоящие системы ведущих в этой области зарубежных и отечественных фирм. Наиболее распространенными являются промышленные САПР следующих фирм:

- система фирмы ИНВЕСТРОНИКА (Испания)
- система фирмы ГЕРБЕР (США);
- система фирмы ЛЕКТРА (Франция);
- система фирмы АССИСТ (Германия);
- система фирмы САЙБРИД (Англия);
- системы КОМНТЕНС, СТАПРИМ, ГРАЦИЯ, АССОЛЬ, ЛЕКО и др.

(Россия);

- система АВТОКРОЙ (Республика Беларусь) и др.

На предприятиях и фирмах, освоивших компьютерные технологии, быстро ощутили их преимущества, и возврат к традиционным методам работы стал уже невозможным.

Некоторое время отечественные системы не могли конкурировать с зарубежными системами из-за отсутствия сопоставимой по возможностям и надежности вычислительной техники и технических средств. Когда же современные персональные компьютеры и периферийные устройства стали широко доступны в нашей стране, начали быстро развиваться отечественные системы. Основным преимуществом лучших из отечественных САПР является то, что они учитывают особенности конструкторской подготовки производства отечественных предприятий и развиваются в соответствии с их запросами.

Таким образом, на рынке имеется достаточно большое количество разнообразных систем автоматизированной конструкторской подготовки производства одежды, отличающихся объемом и качеством выполнения различных этапов работ, надежностью, производительностью, минимальным комплектом оборудования, необходимого для их функционирования, стоимостью, способностью к развитию, а также совместимостью с другими системами.

Слабым местом практически всех САПР являются этапы непосредственной разработки конструкций новых моделей и подготовки информации об изменениях их параметров при автоматизированной градации лекал. Выполнение этих видов работ вручную требует существенных затрат времени, высокой квалификации, внимательной, четкой, напряженной работы исполнителя.

Однако даже при отсутствии эффективных методов определения оптимальных параметров конструкций, САПР в настоящее время окупаются благодаря значительно более производительным и более эффективным, чем вручную, процессам градации лекал и составления их раскладок

Совершенствование подсистемы разработки конструкций новых моделей остается наиболее актуальной задачей дальнейшего развития САПР одежды. Для ее грамотного решения необходимо продолжать поиски эффективных инженерных методов конструирования, в частности, получения разверток поверхности одежды на базе ее объемного задания с учетом свойств материалов. Наиболее интересные научные разработки в этом направлении (см. раздел 3) имеют теоретическое значение и используются в учебном процессе, что позволяет готовить будущих специалистов на современном уровне.

Основными направлениями совершенствования конструкторской и технологической подготовки производства является расширение охватываемого круга вопросов. Необходим комплексный подход к автоматизации проектирования не только изделий, но и технологических процессов их изготовления. Требуется решение вопросов автоматизации при разработке организации и планирования производства, текущего контроля и управления качеством продукции и т. д. Эти направления проработаны в лучших зарубежных системах, однако они обычно не предлагаются на нашем рынке, отчасти из-за того, что не полностью учитывают специфику отечественного производства

Будущее принадлежит гибким модульным комплексным системам, открытым для наращивания объема выполняемых задач и совершенствования, способным к взаимодействию с другими программными продуктами и легко приспособляемым к конкретным требованиям предприятий.

Подробное изучение промышленных САПР в данном пособии представлено этапами конструкторской подготовки производства одежды на примере промышленных систем фирм GERBER и ASSYST.

7.1 Характеристика подсистем промышленной САПР

Используемые в настоящее время на швейных предприятиях САПР ориентированы на выполнение примерно одинаковых операций, составляющих сущность процесса конструкторской подготовки производства. По сути дела аббревиатуру САПР в данном случае можно трактовать в большей степени как «система автоматизированной подготовки к раскрою», чем как «система автоматизированного проектирования».

Зарубежные фирмы занимаются разработкой и поставкой технического и программного обеспечения для автоматизированной подготовки производства швейных изделий.

Обычно системы предназначены для цепей подготовки конструкторских и некоторых технологических аспектов швейного производства и являются модульными, многоцелевыми, многоаспектными системами. Это означает, что для решения различных задач выделены программные модули, которые просчитываются в центральной ЭВМ или в периферийной малой ЭВМ. При этом данные и результаты работы хранятся в центральной базе данных и доступны всем модулям

Фирмы предлагают программные модули автоматизированной подготовки производства, которые решают следующие задачи:

- ввод базовых основ и их модификация или ввод деталей новой модели, построение всех видов лекал и их градация;
 - получение раскладок лекал;
 - механический автоматизированный раскрой материалов;
 - создание эскизов моделей на экране дисплея;
 - подготовка материалов к раскрою;
 - создание документальных форм для управления деятельностью предприятия;
 - формирование технологического процесса изготовления изделий.

Все модули системы могут работать как в автономном режиме, так и в сети с единой базой данных. Учитывается и тот факт, что системы ориентированы на пользователей, которые требуют различной функциональности систем, то есть приспособляют ее к конкретным условиям своего производства. В состав промышленных САПР обычно входят следующие программные модули (подсистемы, программы) автоматизированной подготовки производства (рисунок 7.1):

- программа CAD - ввод базовых основ и их модификация (или ввод деталей новой модели), построение всех видов лекал и их градация,
- программа LAY - интерактивное (посредством ручного манипулирования) получение раскладок лекал;
- программа CUT - организация процесса автоматизированного раскроя материалов с оптимизацией пути режущего инструмента;
- программа GRAPH - создание эскизов моделей на экране дисплея с учетом вида и характеристик материалов, в том числе, в трехмерном изображении;
- программа COST - система подготовки материалов к раскрою, позволяющая решать вопросы оптимизации расчета кусков, составления сочетаний, управления последовательностью раскроя настилов;
- программа FORM - графическая информационная система, позволяющая создавать и представлять документальные формы для управления деятельностью предприятия (данные о моделях, технологии их изготовления, материалах, технико-экономических показателях моделей и т.д.);
- программа PLAN - формирование технологического процесса изготовления изделия по операциям на основе графического задания модели изделия.

7.2 Характеристика технических средств промышленной САПР

Все программные модули, входящие в промышленную САПР, предусматривают работу на достаточно мощном миникомпьютере и на так называемых рабочих станциях, действующих в определенной операционной среде. Используются технические средства ввода и вывода графической информации.

В состав САПР входит ЭВМ, которая имеет необходимый и достаточный объем памяти. Обычно используется так называемая миниЭВМ

Мини-ЭВМ - это компьютер, занимающий промежуточное положение между персональным компьютером и мэйнфреймом, (Мэйнфреймы - компьютеры, созданные для обработки очень больших объемов информации). Обычно в САПР используется миниЭВМ фирмы HEWLETT PACKARD.

Мини-ЭВМ имеют производительность как у самых мощных персональных компьютеров или даже несколько больше. Обычно в этом случае используется сеть рабочих мест, где вводятся данные, и получается результат (рисунок 7.3). На этих рабочих местах (их называют X-терминалами) устанавливается не персональный компьютер, а более дешевый неинтеллектуальный терминал (монитор и клавиатура). В то же время все данные хранятся на мини-ЭВМ, ее называют сервер и она является носителем базы данных для всей системы. Такая структура удобна тем, что при необходимости увеличения объема памяти системы придется наращивать только память сервера, X-терминалы остаются без изменений. Экономически это более выгодно, чем, если бы персональный компьютер стоял на каждом рабочем месте.

Сервер состоит из трех блоков (частей):

- системного блока, включающего блок питания, электронные схемы, накопители: (или дисководы) для гибких магнитных дисков, накопитель на жестком магнитном диске (винчестер);
- клавиатуры, позволяющей вводить символы в компьютер;
- монитора (или дисплея) – для изображения текстовой и графической информации.

К системному блоку компьютера (серверу) могут быть подключены различные устройства ввода-вывода информации, которые являются внешними. Кроме монитора и клавиатуры такими устройствами являются:

- принтер формата А4 – для вывода на печать текстовой и графической информации;
- мышь – устройство, облегчающее ввод информации в компьютер;
- дигитайзер – устройство для ввода графической информации;
- плоттер – устройство для вывода графической информации.

Кроме того, в системе автоматизированного проектирования используются во внешнем исполнении такие устройства, как стример для записи данных на магнитную ленту, и модем – для обмена информацией с другими компьютерами через телефонную связь.

Витебский государственный технологический университет

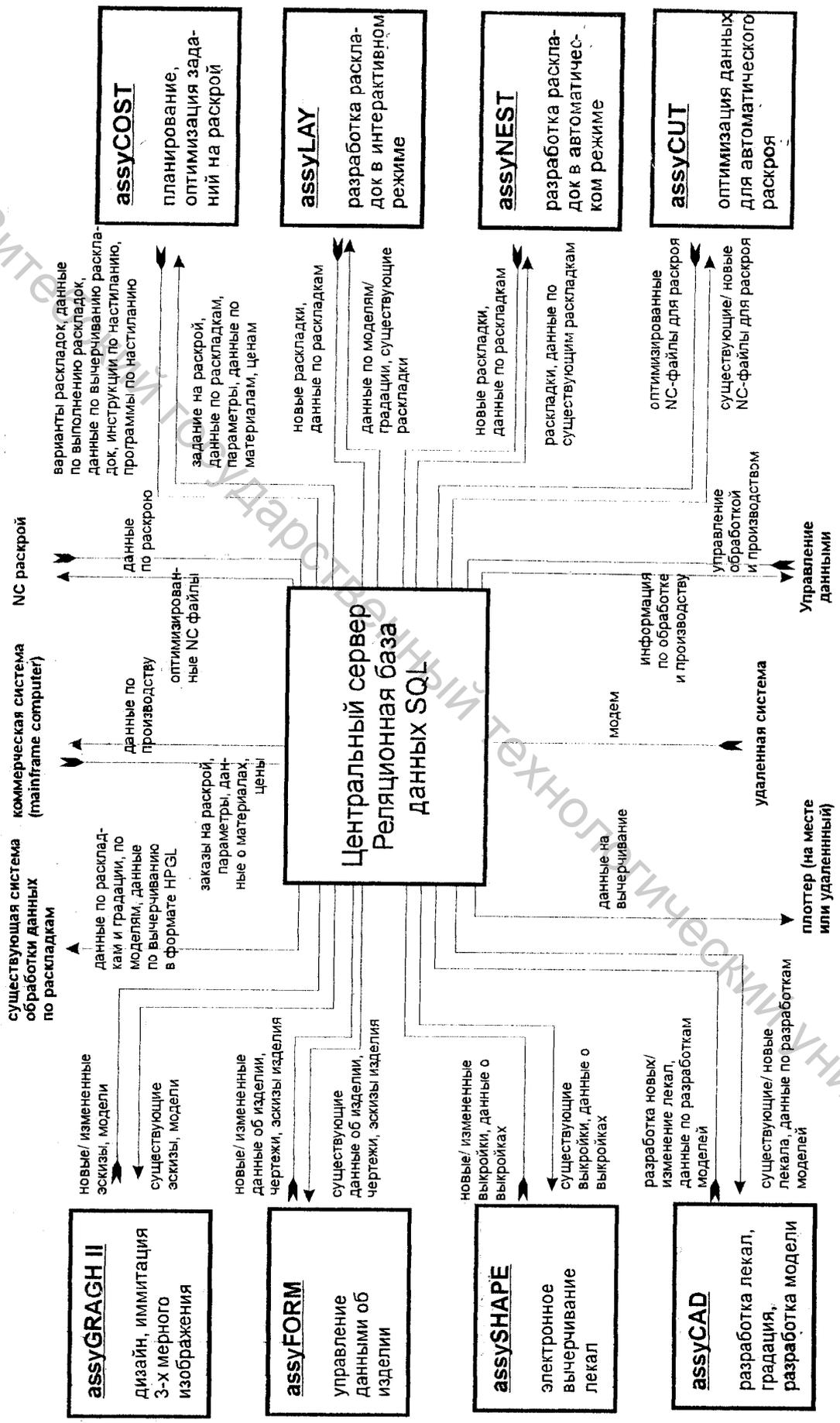
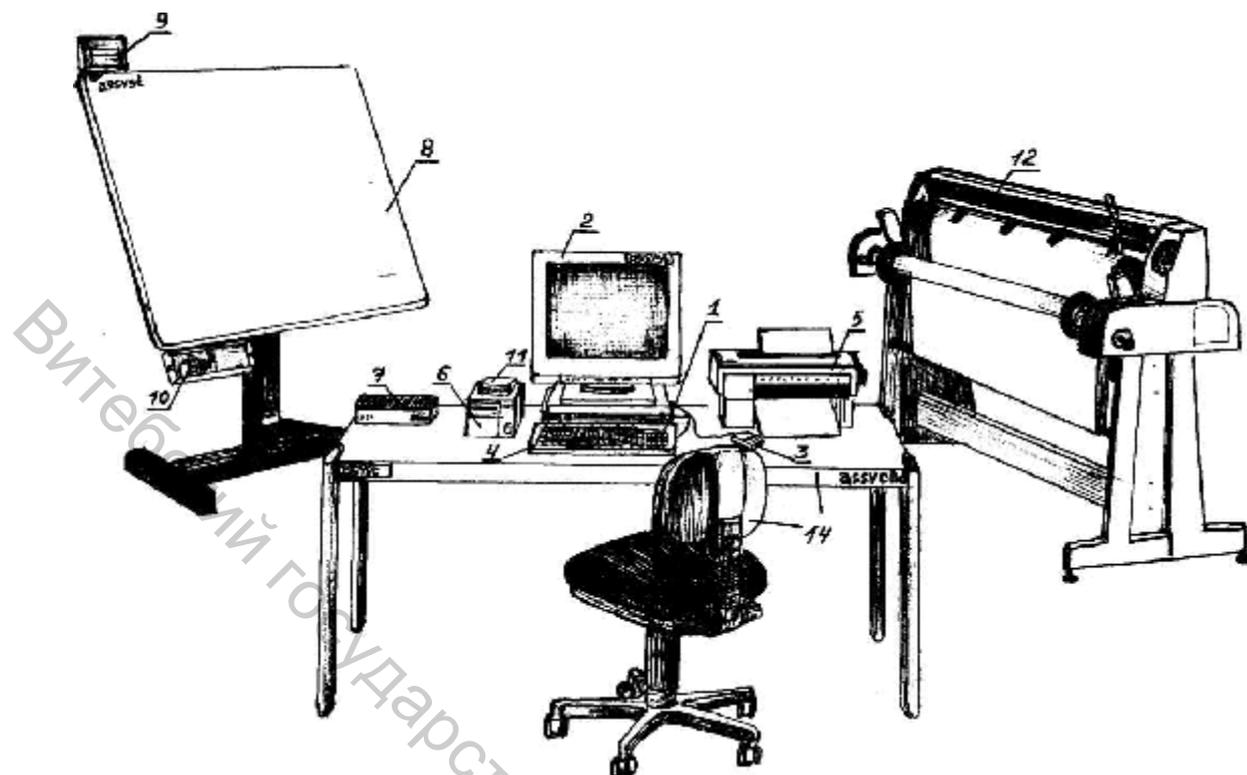


Рисунок 7.1 – Пример модулей системы ASSYST



1 – RISC – компьютер HP90СХУ712/60; 2 – цветной монитор 17" или 19" разрешение 1280x1024; 3 – трехкнопочная мышь; 4 – клавиатура; 5 – принтер, формат А4; 6 – сканер 2гб; 7 – 8-ми портовый терминал-сервер; 8 – дигитайзер; 9 – жидко кристаллический экран дигитайзера для контроля ввода данных с дигитайзера; 10 – бесшумный 16-ти кнопочный курсор для ввода данных с дигитайзера; 11 – модем; 12 – рулонный перьевой плоттер SUMMIT, рабочая ширина 180 см; 13 – лицензированный пакет программного обеспечения; 14 – мебель

Рисунок 7.2 – Комплект оборудования промышленной САПР

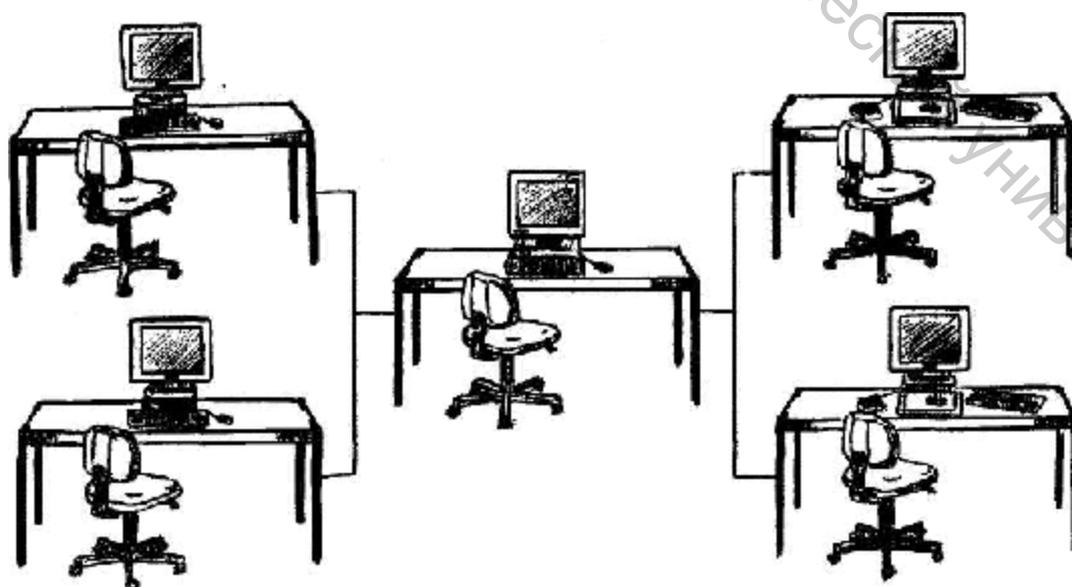


Рисунок 7.3 – Рабочие станции, используемые в промышленных САПР

Стримеры необходимы для создания резервных копий информации, размещенных на жестких дисках компьютера, а также для записи данных, не используемых в настоящее время. Картридж с магнитной лентой напоминает кассету магнитофона

Модем позволяет установить связь между пользователями для передачи, например, чертежей конструкций, зарисовок раскладок лекал, для проведения консультаций и т. д.

Размеры геометрических объектов, вводимых и выводимых в систему, могут быть самые разные, поэтому возможно использование различных вариантов оборудования. Фирмы, производящие САПР, сотрудничают с такими фирмами, производящими периферийное оборудование, как ZUND (Швейцария), CALCOMP (США), SUMMIT, ALGOTEX (Италия) и другие.

При выборе периферийного оборудования, в частности, плоттера для конкретной системы опираются на такие данные как:

- максимальная ширина вычерчиваемой раскладки;
- производительность плоттера в час или в смену,
- есть или нет необходимости вырезать лекала;
- качество используемой бумаги и т.д.

Наиболее часто предлагается рулонный перьевой плоттер SUMMIT (рисунок 7.4) с рабочей шириной поля 180 см. Это надежный и простой в управлении плоттер, сравнительно недорогой, подходит для вычерчивания лекал и раскладок. Используется бумага в рулоне длиной до 400 м.

Чаще всего используется обычная трехкнопочная «мышь».

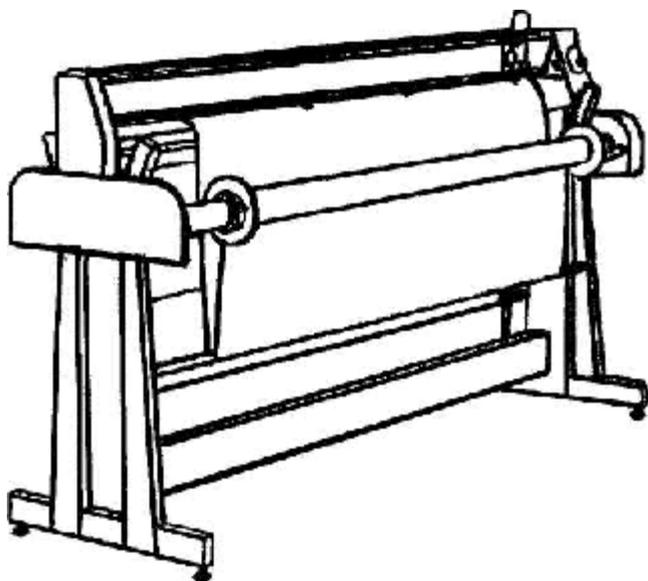


Рисунок 7.4 Внешний вид рулонного плоттера (графопостроителя), используемого в САПР для вывода графической информации

Стол дигитайзера имеет размеры 90x120 или 110x160 см (рисунок 7.5) В верхнем левом углу стола может помещаться жидкокристаллический экран дигитайзера для контроля ввода данных.

Ввод графической информации о контурах деталей может осуществляться с помощью 16-ти кнопочного бесшнурного курсора. Он же позволяет ввести

общие данные о детали (имя детали, размер изделия и т. д.). Эти данные в виде текстовой информации вводятся с помощью меню, расположенного на рабочем поле дигитайзера. Для ввода криволинейных участков контура используется сплайновая аппроксимация криволинейных участков контуров.



Рисунок 7.5 – Внешний вид дигитайзера, устройства для ввода графической информации

Среди всех системных программ, с которыми приходится иметь дело пользователям САПР, особое место занимают операционные системы. Операционная система управляет системой и компьютером, запускает программы, обеспечивает защиту данных, выполняет различные сервисные функции по запросам пользователей и программ. Наиболее популярными для САПР являются операционные системы MS DOS, WINDOWS и UNIX

Они обладают такими характеристиками, как:

- одновременное протекание нескольких процессов (многозадачность), которое позволяет большинству расчетов протекать на заднем плане, не задерживая работу пользователя. Это ведет к значительному увеличению его производительности труда

Ввод данных с дигитайзера, вычерчивание данных на плоттере и другие задачи могут выполняться одновременно;

- одновременная работа нескольких пользователей;
- управление большими и очень большими базами данных;
- использование реляционной (связанной) базы данных;
- автоматическое сохранение данных для создания резервных копий;
- подключение к электронной почте.

Операционные системы позволяют большому числу пользователей работать в системе с доступом в центральное хранилище данных. Все рабочие станции имеют доступ к базе данных одновременно.

Ввод данных в промышленных САПР может осуществляться тремя путями:

- сканированием;
- с помощью дигитайзера;
- непосредственно с клавиатуры.

Ввод деталей с помощью дигитайзера является наиболее распространенным. При работе с подсистемой САД можно либо вводить детали с дигитайзера, либо создавать их, используя функцию «создать».

Ввод через дигитайзер может выполняться одновременно с работой другого пользователя в системе на экране монитора, так как дигитайзер работает автономно со своим экраном.

При вводе детали через дигитайзер, выполняются следующие действия:

- деталь закрепляется на рабочем поле дигитайзера с помощью клейкой ленты. Расположение детали на поле дигитайзера не имеет значения, но желательно, рационально использовалась его площадь. Желательно располагать детали с горизонтальным положением нити основы (учитывается будущая раскладка деталей на материале). Можно сразу расположить на столе дигитайзера несколько деталей, но каждая из них будет вводиться под своим именем. Если деталь большая по размерам и не помещается в поле дигитайзера, возможен ее ввод по частям.
- обычно ввод детали осуществляется с помощью бесшнурного курсора. Отсутствие шнура обеспечивает хорошую свободу работы с курсором. Дигитайзер имеет собственное меню, расположенное в нижнем левом углу и жидкокристаллический экран, закрепленный в верхнем правом углу дигитайзера. Вариант внешнего вида меню дигитайзера представлен на рисунке 7.6.

NEW PIECE (Новая деталь)		Simple Size (баз. размер)	Rule table (табл. правил)	Ref line (опорн. линия)	Stripe Line (нить осн.)	Text pos. (поз. текст)	Mirro r line (лин. сйм.)	Shift piece (перем. деталь)	SAVE (Сохранить)	
		Create circle Создать окружн)	Line type (тип линии)	ASSYST			Notch mode, (вид надс.)	Text (текст)		
A	B	C	D	E	F	G		7	8	9
H	I	J	K	L	M	N		4	5	6
O	P	Q	R	S	T	U		1	2	3
V	W	X	Y	Z	(caps) (таб)	Space bare		0		Back- space
#	?	S	+	-	_	/	.		Rest. piece (перез дет.)	Restart digi (перез дигит)

Рисунок 7.6 – Меню дигитайзера системы AssyCAD

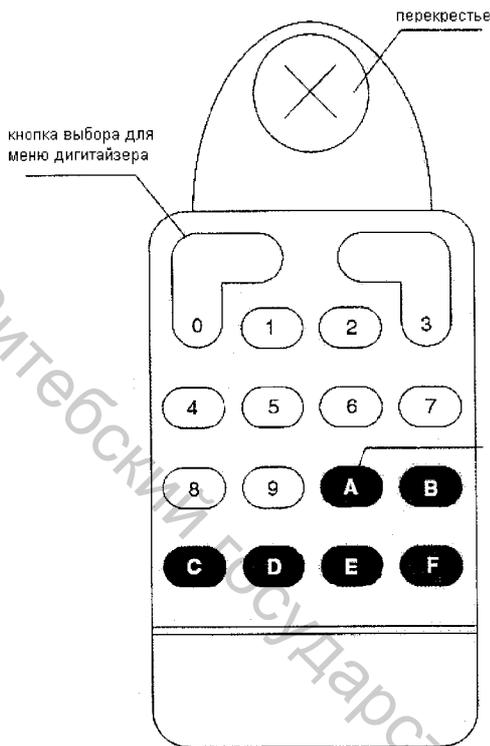


Рисунок 7.7 – Внешний вид курсора дигитайзера AssyCAD

Курсор дигитайзера представляет собой пульт, на котором размещается перекрестье для совмещения с контурами и шестнадцать кнопок (рисунок 7.7).

Перед началом ввода контуров детали вводятся общие данные о детали с помощью курсора и меню. Они включают: имя детали, размер изделия и другие сведения по желанию пользователя. На экране дигитайзера высвечиваются подсказки о дальнейших действиях и вся вводимая информация.

Например, порядок сообщений при работе дигитайзера в системе AssyCAD: AssyDIGI is ready (готов).

New piece (новая деталь): имя детали.

Piece... is created (деталь... создана).

Type in the size (введите размер).

Type in the rule table (введите таблицу правил градации).

Вводится исходный размер детали и, возможно, имя таблицы правил градации.

Вся информация вводится путем выбора с помощью курсора соответствующих символов в меню дигитайзера.

Вводимый контур всегда состоит, как минимум, из трех отдельных контуров и он всегда замкнут. Первая вводимая точка является и последней, поэтому она вводится дважды. Вводимый контур может состоять из линий типов прямая и криволинейная.

При вводе контуров чертежа используется кодирование точек с помощью кнопок курсора. Каждая точка может быть либо точкой начала-конца участка контура, либо точкой, соответствующей какому-нибудь из установленных видов надсечек, либо особенной точкой градации. Поэтому при совмещении с ней перекрестья курсора необходимо нажать соответствующую клавишу на курсоре.

Первой линией детали, которая вводится в систему, является линия, определяющая направление нити основы. Для ввода информации о различных линиях чертежа с помощью клавиатуры курсора и меню дигитайзера указывается функция SELECT (отбор) меню, а затем вводимая линия. Это могут быть линии, которые определяют нить основы, линия симметрии, положение текста, линия полузаноса и др.

Главный контур вводится с помощью клавиш курсора НАЧАЛО, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ, КОНЕЦ. Причем промежуточная точка используется для ввода кривой. Количество промежуточных точек определяется кривизной линии. Чем больше кривизна линии, тем большее количество промежуточных то-

чек вводится. Но их число должно быть не очень большим (в разумных пределах 2-5 точек).

Надсечки по контуру вводятся, нажимая специальные кнопки для их обозначения.

В любой системе автоматизированного проектирования возникает необходимость иметь т. н. твердую копию тех материалов, которые получены в процессе работы. Промышленные САПР предлагают следующие формы получения твердых копий:

- экранные распечатки;
- текст или графические объекты, полученные на принтере или плоттере.

Экранные распечатки необходимы в случаях, если нет принтеровских функций для получения списков и таблиц для текстов. Кроме того, не все, что видно на экране может быть нарисовано функциями плоттера. Например, координаты точек или измерения.

Вычерчивание деталей, расположенных на экране в поле прорисовки заключается в следующем:

- вводится функция PLOT. В зависимости от укомплектованности системы техническими средствами имеется свой атрибут графопостроителя. Так для широкоформатного плоттера TA500 он будет TA500P.
- отщелкивается подфункция для вывода списка, содержащего имена всех деталей в поле прорисовки.
- отщелкивается имя детали, чтобы выделить эту деталь. Можно отобразить все детали, если это необходимо.

Работа системы остается на заднем плане. Плоттеру посылаются необходимые команды. Деталь вычерчивается в соответствии со способом ее помещения в память и в соответствии с опциями плоттера. Это означает, что, например, длина надсечек, размер текста или тип линии не обязательно будет таким как на экране дисплея.

Аналогично вычерчиваются комплекты лекал всех деталей из одного материала» входящих в данное изделие. Кроме того, имеется возможность вычертить результаты градации лекал в виде деталей отдельных размеров и в виде сетки градации.

Наиболее важным результатом работы систем автоматизированной подготовки производства является вывод на бумагу раскладки лекал. Промышленные САПР обеспечивают вычерчивание раскладок как в системе LAY, так и в системе CAD. В последней необходимость получения раскладок вызвана определением технико-экономических показателей проектируемой модели и использованием принципов адаптивного конструирования.

В системе CAD вычерчивание раскладок предусматривает первые шаги аналогичные вышеописанным. После этого отщелкивается функция MARKER. Появляется список созданных раскладок. Отщелкиванием мыши с внешней стороны списка отбирается раскладка, которая будет выведена на плоттер.

В LAY сначала загружается раскладка, отобранная для вычерчивания. Она сохраняется и затем, по аналогии с описанными ранее действиями, выводится на плоттер.

При выводе графической и текстовой информации на плоттер и принтер необходимо определить инструмент прорисовки, который при этом используется. Узел комплектования инструмента имеется в системных параметрах. Инструмент прорисовки должен быть соотнесен с номером линии в таблице, которая при этом открывается. В общем можно определить один из предлагаемых системой инструментов (плоттер, куттер, принтер).

7.3 Характеристика процессов выполнения проектных работ в промышленной САПР

Подсистемы CAD и LAY являются наиболее важными структурными модулями промышленной САПР. В этих подсистемах выполняются основные виды работ по конструкторской подготовке производства одежды. К ним относятся модификация деталей при конструктивном моделировании, построение и оформление лекал, градация лекал, формирование базы данных, построение раскладки лекал.

После включения системы на экране монитора высвечивается рабочее поле, экранное меню и зона сообщений. Система готова к восприятию информации. Экранное меню системы представляет собой перечень функциональных команд, которые в свою очередь после их активизации имеют собственные «выпадающие» меню двух или трехуровневые. Уровни «выпадающего» меню разворачиваются при нажатии кнопки функции. На рисунке 7.8 приведен пример экранного меню системы ГЕРБЕР (Аккумарк).

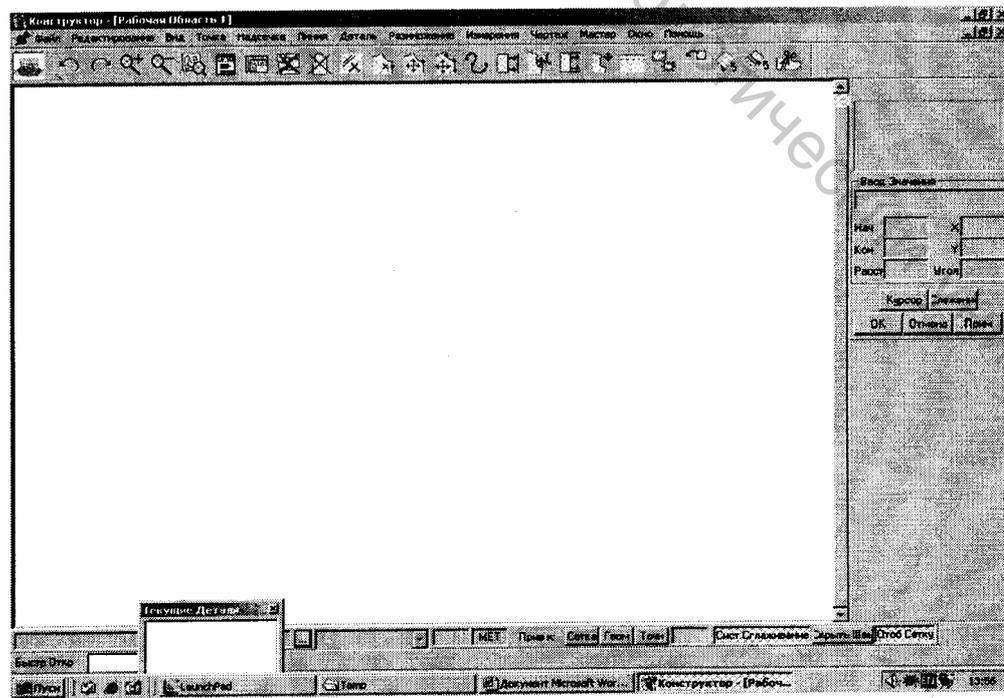


Рисунок 7.8 - Внешний вид экранного меню системы GERBER

Через окно ввода вводится та или иная информация с помощью клавиатуры. В зоне сообщений высвечивается вся текущая информация или выдаются сообщения об ошибках.

7.3.1 Модификация деталей при построении лекал новых моделей одежды

Модификация чертежей конструкций в промышленных САПР производится при выполнении различных видов конструкторских работ. Рассмотрим этот процесс, в частности при конструктивном моделировании и построении лекал основных и производных деталей. К сожалению, большинство зарубежных САПР не предусматривают построения чертежей базовых конструкций по методике конструирования. Предварительно чертеж строится вручную, а затем вводится в систему через дигитайзер.

Отечественные САПР, например, ГРАЦИЯ, АССОЛЬ предусматривают использование расчетно-графических методов построения чертежа базовой и исходной модельных конструкций с помощью любой, в том числе и самостоятельно создаваемой, методики конструирования.

- Ниже приводятся виды работ и их характеристика по использованию различных функций зарубежной промышленной САПР для построения и оформления чертежей лекал деталей новой модели одежды.

При выполнении преобразований системы различают два вида линий контура детали. Ими являются линии главного контура, и линии внутреннего контура (конструктивные линии, отверстия и др.). Линии главного контура отмечают путем обхода контура введенной детали начиная с левой нижней точки против часовой стрелки. Используются специальные функции для создания новых точек на контуре, обозначения и ввода текста на детали, прорисовки кривых при конструктивном моделировании.

При конструктивном моделировании необходимо учитывать следующие общие требования:

- всегда может быть несколько различных путей решения поставленной задачи;
- на первой стадии необходимо определиться, как поставленная задача решалась бы вручную, а затем можно преобразовать ручные шаги в функции САПР;
- всегда лучше опираться на введенные с дигитайзера или заданные точки контура;
- после модификации необходимо «записать новую деталь, предварительно совместив ее с оригиналом»;
- проверяется замкнутость контура детали после модификации с использованием специальной функции. Это действие является важным, так как предполагается в конечном итоге вырезание деталей из куска ткани.

В САПР можно модифицировать как детали, так и отдельные линии контура. Модификация заключается в их удлинении, укорочении, поворотах и сдвигах, а также изменении координат, разрезании и изменении линий. Часть

функций по модификации контуров может выполняться в интерактивном режиме, непосредственно пользователем, часть - в автоматическом режиме.

Так, при переносе выточки пользователь отмечает с помощью курсора опорный участок детали, который не будет поворачиваться при переносе выточки и точку ее нового положения. Выточка перемещается в ее новое положение с помощью специальной функции.

Интерактивно выполняются геометрические преобразования при построении припусков на швы в лекалах, осуществляется учет усадки или растяжимости материала. При этом вводится только величина припуска на шов или процент усадки (растяжимости) материала.

Для построения лекал в промышленных САПР предусмотрены специальные функции работы с припусками на швы. Для выполнения этой задачи необходимо отобрать функцию работы с определенным видом припуска. Это может быть следующие варианты:

- припуск на шов одинаков для всего контура;
- параллельный, непараллельный (припуск по среднему шву задней части брюк) или ступенчатый (шлица) припуск;
- специальное расположение углов надсечек по отношению к припуску на шов.

Модификацию деталей, например конструктивное моделирование или градацию лучше выполнять при временном отключении припусков на швы.

Уголки припусков на швы оформляются при использовании специальных функций с учетом заутюжки или разутюжки шва.

Величины припусков на швы задаются в системных опциях, обычно по умолчанию используется припуск 1,0 см. Это значение можно изменить как угодно, непосредственно через окно ввода, удалив предварительно «старый» припуск на шов. Припуски на швы вводятся со знаком «-».

Промышленные САПР предлагают большое количество различных функций для расстановки надсечек на деталях. Надсечки по контуру могут расставляться вручную с помощью мыши. Они ставятся на главном или внутреннем контурах.

Надсечки являются зависимым элементом, это означает, что они автоматически модифицируются или убираются вместе с соответствующей линией контура. При проектировании припусков на швы, они автоматически переносятся на линию контура шва. В некоторых случаях, например, при градации, необходимо чтобы при изменении контура положение надсечки не менялось. В этом случае надсечке присваивается специальный код, который описывает ее положение на связанной с ней контурной линии. При этом код учитывает сохранение расстояния от начала линии до надсечки, от конца линии до надсечки, пропорциональную зависимость в положении надсечки при изменении длины линии при градации. При оформлении чертежа лекала надсечка может быть обозначена различным способом в зависимости от заданного для этого кода.

7.3.2 Градация лекал в промышленных САПР

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 первичную 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.

Обычно в промышленных САПР вводятся два понятия при градации лекал. Они могут носить разное название, но суть их едина. Это понятия о создании правил градации (норм приращений, приращения к координатам базовых точек контура) и понятие о задании исходных данных для выполнения градации (таблица правил градации).

На первом этапе создается таблица правил градации. Она готовится для каждой градируемой конструкции и включает исходные сведения для проведения градации ее деталей. Таблица может включать несколько групп размеров, если перемещения конструктивных точек имеют разные правила, например по размерам, ростам, группам размеров и т.д.

При заполнении таблицы правил предварительно устанавливаются размеры и роста, в нее включаемые. Вызывается специальная функция градации. Очищается поле прорисовки на экране. На рисунке 7.9 показан внешний вид таблицы правил системы AssyCAD.

Select rule table
(отбор таблицы правил)

Rule table name	:	выбор имени таблицы
Sample size	:	базовый размер
Proportional table	:	пропорциональная таблица
Delta XY values	:	значение ΔXY
Size group # 1	:	размерная группа №1
Size group # 2	:	
Size group # 3	:	
Size group # 4	:	
Size group # 5	:	

Рисунок 7.9 - Внешний вид таблицы правил системы AssyCAD

Правила градации – это задание величин перемещений специально закодированных точек чертежа детали по горизонтали и вертикали при переходе от размера к размеру и от роста к росту.

Обычно предлагается два способа задания правил при градации: ХУ-градация – приращения задаются к базовым точкам детали и градация линии. По первому способу курсор помещается в позицию той точки, которой присваивается правило градации. В качестве градируемых могут быть не только точки контура, но и точки отверстий, линии внутри детали, текстовые позиции и т.д. Надсечки градируются вместе с линией.

Второй вариант выполнения градации (градация линии) является альтернативной. При этом происходит параллельное перемещение линии на заданную величину подобно функции копирования контура.

Для создания правил градации используется специальная функция, с помощью которой открывается окно ввода и вводится код (числовое значение) правила. После этого выбирается функция, и вводятся величины перемещений точки обязательно с учетом их знака. Для установления величин перемещений конструктивных точек пользователь должен хорошо разбираться в сущности градации. На рисунке 7.10 приведен фрагмент правил ХУ-градации системы AssyCAD.

Oct. 31 15:30 1995 page 1

Rule tab. name: ASSYST, 8 size, Sample size 38

No. of rules = 53 (offset values in cm)

Default size group

	A	34	36	38	40	42
4X	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4Y	A	-2.00	-1.00	0.00	1.00	2.00
5X	A	-0.20	-0.10	0.00	0.10	0.20
5Y	A	-1.40	-0.70	0.00	0.70	1.40
6X	A	-1.00	-0.50	0.00	0.50	1.00
6Y	A	-1.00	-0.50	0.00	0.50	1.00

Рисунок 7.10 - Фрагмент таблицы правил градации системы AssyCAD

Созданные правила градации необходимо обязательно сохранить в соответствующей таблице правил градации. Сохранение правил градации обязательно в соответствующей таблице в связи с тем, что таблица всегда сопровождает конкретную деталь, для которой она создана.

После выполнения градации на экране дисплея выделяется сетка градации (рисунок 7.11). При этом на изображении детали символически указываются градируемые точки. Для каждого размера используется свой цвет линии. Размеры детали вместе с цветом линии выводятся на экран дисплея.

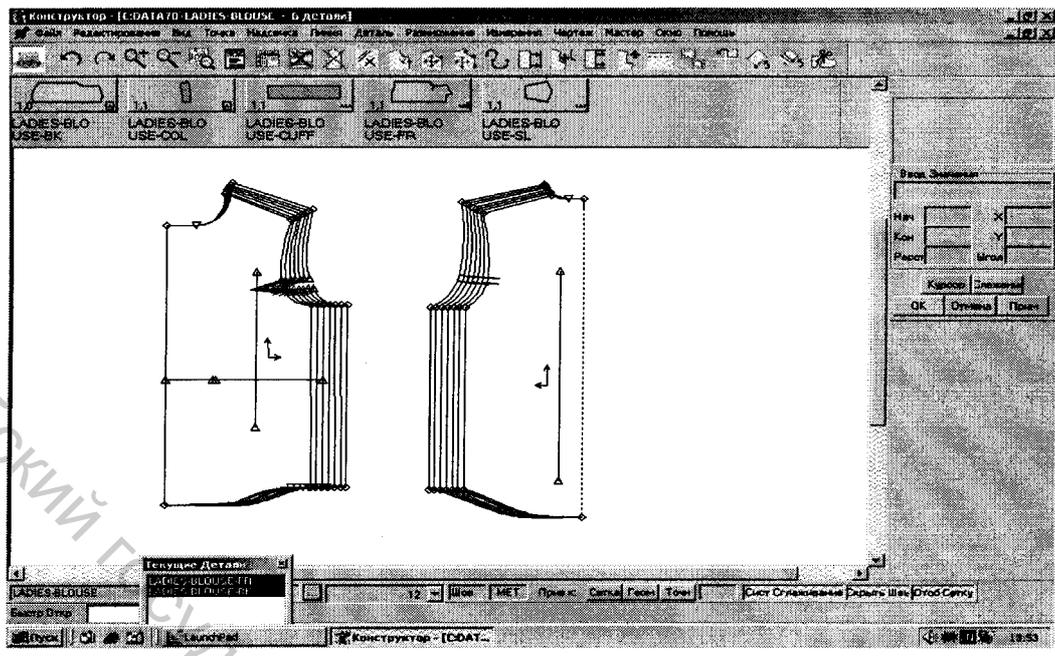


Рисунок 7.11 - Пример изображения на экране дисплея сетки градации

Важным при градации является правильное обозначение размеров, принятое в системе в матрице размеров. При анализе правильности градации с учетом сопряжения срезов часто используется сравнение длин отдельных участков или срезов деталей. Например, при градации проймы и оката рукава необходимо обеспечивать постоянство нормы посадки по окату рукава для всех размеров. С этой целью используются функции измерения длин и определения их разности. Измерение может быть выполнено по секциям контура детали, с формированием общей длины и различий в длине с выводом размеров на экран дисплея.

В последние годы совершенствование промышленных САПР идет по пути автоматической градации некоторых элементов конструктивного моделирования. Так в системе AssyCAD автоматически могут быть проградированы такие элементы конструктивного моделирования как перенос вытачек, симметричное отображение части детали, складки и разрезание детали по линии (членение детали).

Отличительной особенностью ряда отечественных САПР, имеющих развитые программы конструирования лекал, является интегрированная градация (Автокрой, Леко, Ассоль и др.). В отличие от «стандартных» чертежных компьютерных систем лекало представляется не просто набором графических примитивов, а рассматривается в виде геометрического объекта, который обладает свойством градации.

Такой подход существенно расширяет возможности использования САПР в создании особо модных изделий, имеющих множественные «нестандартные» разрезы и вставки. Такие изделия, как правило, имеют сравнительно небольшой жизненный цикл, поэтому для высокой конкурентной способности важно, чтобы предприятие имело возможность быстро реагировать на запросы моды.

Создание рассматриваемой группы изделий осуществляется в процессе конструктивного моделирования, когда лекала нового изделия получают на базе модификации базовых конструктивных основ при помощи специального набора команд, конического и параллельного разведения, перевода выточек, разрезания и объединения лекал.

В случае наличия интегрированной градации высокая производительность работы конструктора достигается за счет того, что, изменяя форму лекала в одном из размеров изделия, система одновременно автоматически создает (модифицирует) и лекала всех остальных размеров, требуемых в производстве конкретного изделия. Вместе с тем, при необходимости, конструктор имеет возможность графически внести индивидуальные корректировки в форму лекал отдельных размеров или групп размеров.

7.3.3 Организация баз данных в промышленных САПР

Большая роль в промышленных САПР отводится базам данных. База данных в широком смысле слова – это совокупность данных, состоящая из некоторого числа записей, таблиц, каждая из которых формируется из полей и или столбцов определенного типа, вместе с набором операций поиска, сортировки, рекомендаций и т.д. Графическая база данных дополняется чертежами объектов.

В системах промышленного проектирования одежды используется специальное программное обеспечение для создания и функционирования баз данных.

Обычно предусматривается две возможности сохранения графических данных о деталях конструкции в памяти системы. Первая – это сохранение всей графической информации, имеющейся в настоящее время на экране в одном файле в специальном каталоге. Сохранение деталей в этом случае предполагает последующую работу с ними при выполнении конструкторских преобразований, когда еще нет окончательных имен для каждой детали, а есть общее имя файла.

Другая возможность – это последовательное сохранение информации о совокупности деталей, входящих в комплект, в специально организованном для этой цели файле. Так сохраняются детали, когда они готовы для производства, объединены в так называемые стили, когда они будут использоваться в одной раскладке (все детали из одного материала).

Каждая часть базы данных носит уникальное имя. Для его создания используется система классификации и кодирования составных частей базы данных в виде так называемых атрибутов. Имя атрибутов и количество символов в имени определяет системный администратор на стадии освоения системы в зависимости от ассортимента изделий. По атрибутам можно искать деталь в памяти системы, не зная ее номера. Например, можно вызвать на экран все детали карманов, когда-либо сохраненные в базе данных. После этого можно выбрать детали конкретного кармана, который будет использован или заменен на данном этапе работы. Это важно при использовании принципов унификации при

конструировании одежды. На рисунке 7.12 приведен пример присвоения атрибутов детали в системе AssyCAD.

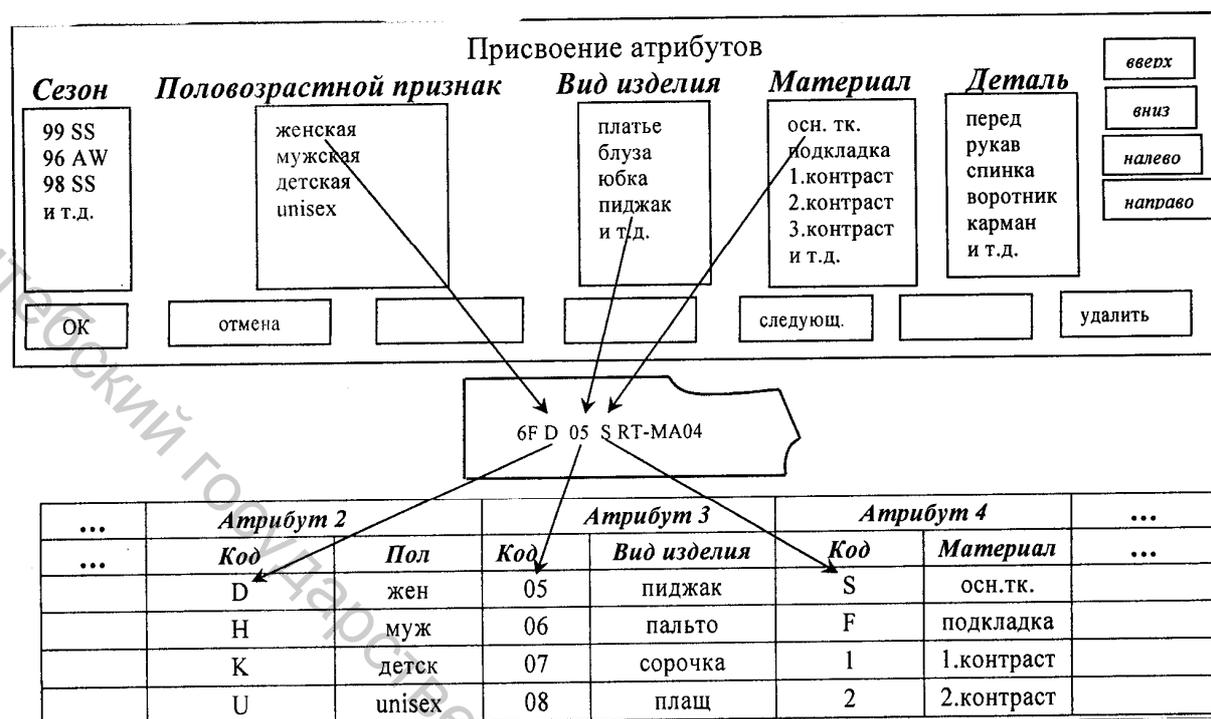


Рисунок 7.12 - Присвоение атрибутов детали спинки в AssyCAD

Необходимые данные могут из базы данных передаваться в различные подразделения с помощью сообщений. Форма сообщений задается пользователем.

Одним из важнейших условий сохранения детали в базе данных является использование ее в последующем в раскладке лекал. С этой целью вводятся специальные понятия. Так, в системе AssyCAD введены понятия «стиль» и «модель».

Стиль представляет собой комбинацию деталей из одного материала одного размера и роста. Стиль создается для того, чтобы позднее получить раскладку деталей на полотне материала одного вида, учитывая при этом комплектование изделий по размерным вариантам. Стиль является составной частью модели.

Модель в понятии AssyCAD – это полный комплект всех деталей из различных материалов, входящий в изделие заданного размеро-роста. Модель представляет собой комбинацию стилей. Это может быть комплект из основной, подкладочной и прокладочной ткани для изделия заданного размера.

7.3.4 Построение раскладок лекал в промышленных САПР

Важной задачей автоматизации швейного производства является раскладка лекал. Необходимо, используя информацию о ширине и параметрах материала, разложить требуемые для производства изделия лекала на материале таким образом, чтобы отходы материала были минимальными.

Оптимизационные методы и алгоритмы решения задачи разрабатываются с конца 30-х годов прошлого века и нашли отражение в разработке теории математического программирования. Однако только в последнее время появились программы, обеспечивающие получение «хороших» результатов раскладки за сравнительно короткий промежуток времени.

Необходимо отметить, что подобные алгоритмы не гарантируют получение оптимального, т.е. наилучшего из всех возможных, результата. Поэтому на современном этапе наиболее рациональным видится использование комбинированных программ построения раскладки, когда кроме автоматического режима проектирования, есть и полуавтоматической, в котором человек имеет возможность корректировать результат автоматической раскладки, а также изменять расположение лекал для учета специфических технологических ограничений.

Промышленные САПР предлагают подсистему получения раскладок в автоматическом или автоматизированном режимах. Автоматизированный режим получения раскладок наиболее часто используется в условиях производства. Раскладки получают с помощью подсистемы AssyLAY.

Подготовительная работа по получению раскладки лекал заключается в ее определении, т.е. подготовке исходных данных. Определение раскладки в системе может включать следующие виды работ:

1. **Определитель раскладки** представляется на экране в нижеприведенном виде (пример заполнения):

Имя раскладки	SB1
Длина раскладки	5.000 м
Ширина раскладки	138.000см
Раппорт полосы	0.000/0.000
Раппорт клетки	0.000/0.000
Растяжение	0.00/0.00
Зазор	0.000
Отдельные группы	NO
Норматив расхода материала	85%
Ворс	NO
Отражение	NO
Имя таблицы блоков	BLOKTABL
Масса материала	0.000
Имя раскладки	0.000
Отходы материала	
Стиль	9099;38,40

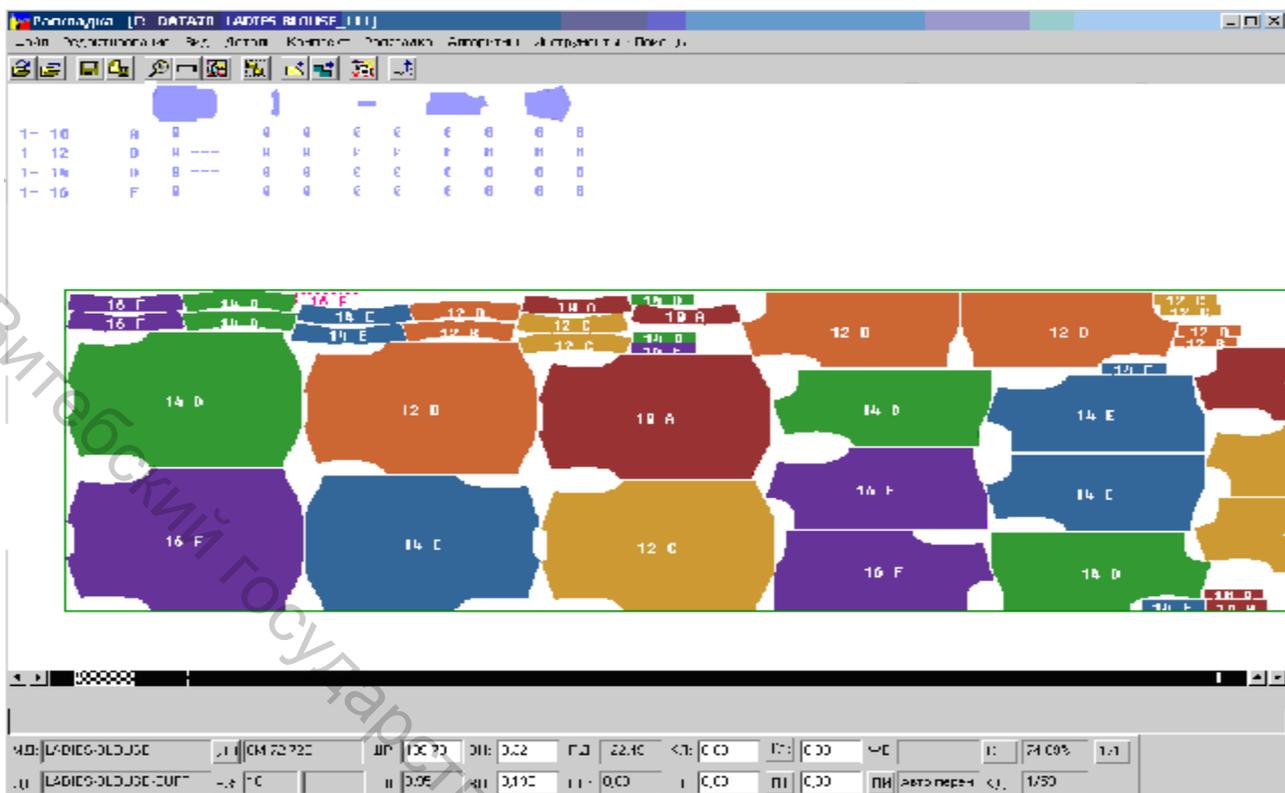


Рисунок 7.13 - Внешний вид экрана дисплея для получения раскладок в модуле РАСКЛАДКА (GERBER).

2. Устанавливаются стили, которые участвуют в данной раскладке. Стиль указывается через имя стиля и размеры, участвующие в его определении. Например, детали стиля 9099 в размерах 38 и 40 записываются 9099;38,40.

3. Выполняется раскладка с использованием специальных функций в модуле «РАСКЛАДКА». На рисунке 7.13 приведен внешний вид экрана для выполнения раскладки в полуавтоматическом (интерактивном) режиме в модуле РАСКЛАДКА фирмы GERBER.

При первом запуске программы РАСКЛАДКА на экране отображается строка основного меню. Это меню позволяет выбрать команды, чтобы открыть раскладку из области памяти. Могут быть выбраны только существующие имена раскладок созданные через «определение раскладки». В зависимости от установленных ограничений детали могут быть повернуты, перевернуты или накладываться друг на друга при создании раскладки.

В отечественных САПР процессу получения раскладок также уделяется большое внимание, так как использование автоматизированных или автоматических режимов их получения определяет эффективность производства. В качестве примера можно рассмотреть использование автоматической раскладки в рамках системы АССОЛЬ.

В 2002 году на одном из предприятий по производству трикотажных изделий был установлен программный комплекс САПР "АССОЛЬ", включающий подсистемы конструирование и градация. Раскладки выполнялись на компьютере вручную. В течение рабочего дня изготавливались раскладки в среднем на 3 модели (по четыре раскладки на модель) в одном варианте.

С расширением и внедрением сложного, современного ассортимента одежды на предприятии встал вопрос оптимизации раскройного производства, рационального использования дорогостоящего сырья, оперативной и качественной разработки раскладок, замены ручной раскладки на компьютере автоматизированной. С этой целью на предприятии был внедрен программный комплекс "Автоматическая раскладка лекал" + "Планировщик раскладок". На рисунке 7.14 приведен внешний вид экрана с многокомлектными раскладками деталей женского белья.

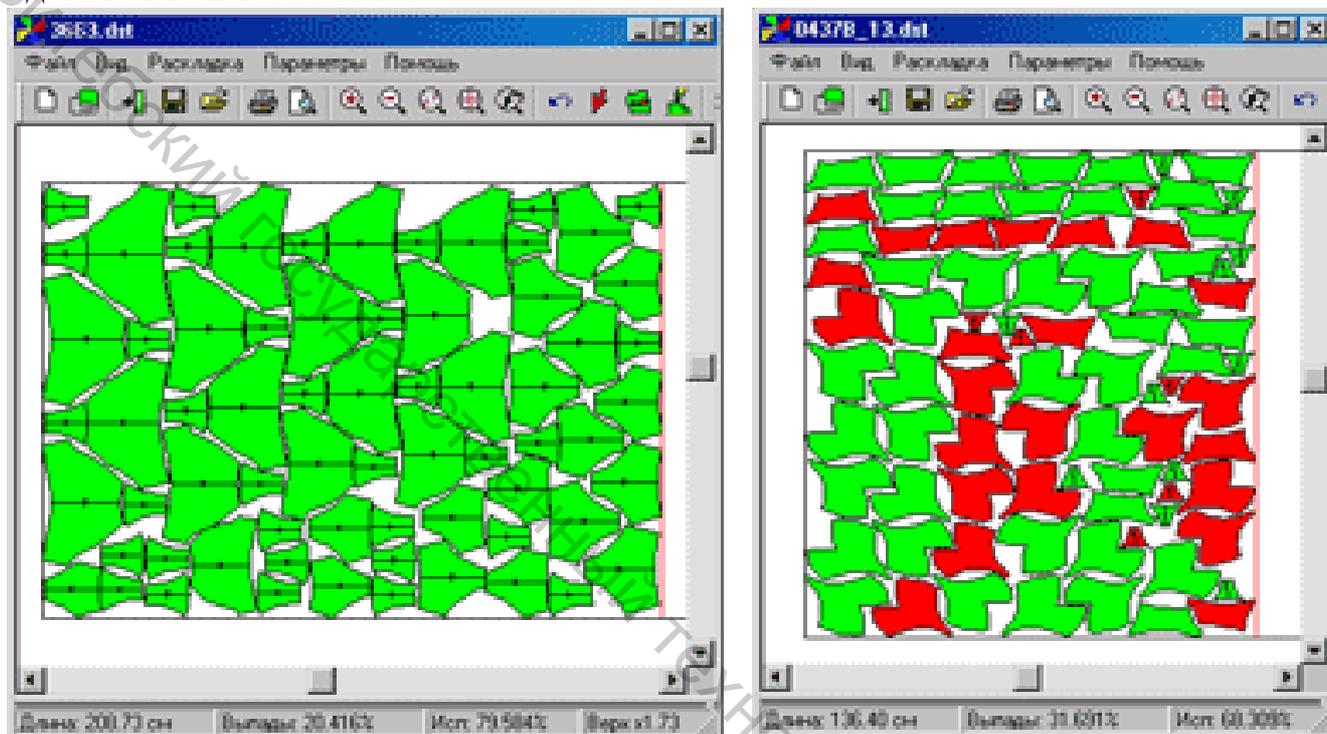


Рисунок 7.14 – Примеры раскладок лекал в системе Ассоль

С помощью данной программы удалось решить следующие вопросы:

- увеличилось количество вариантов разрабатываемых раскладок, что позволило сделать выбор более рациональной раскладки по % межлекальных отходов. Были пересмотрены в автоматическом режиме ранее изготовленные раскладки вручную, что позволило сократить % межлекальных отходов в среднем на 1,2-2%;
- появилась возможность увеличения % обновления ассортимента до 80-90%. Своевременно и качественно разрабатываются раскладки в среднем на 70 моделей сложного, многоцветного ассортимента (до 10 раскладок на модель) ежемесячно;
- не возникают проблемы с пересмотром раскладок из-за изменения параметров полотна (ширины, кромки) или конструкции какой-либо детали комплекта лекал;
- в автоматическом режиме создаются раскладки по секциям, что позволяет увеличить производительность раскройного участка, учесть его специфику;

- работа ведется одним раскладчиком в ручном и автоматическом режиме. Во вторую смену работает "Планировщик раскладок". В среднем на составление раскладки на простую модель по секциям (футболки, брюки) затрачивается 10-20 минут. На изготовление более сложных раскладок по секциям (куртки с большим количеством деталей, джемпера) затрачивается от 20 до 45 минут;

- оперативно выводится любая справочная информация по лекалам. Выдаются рекомендации по изменению конструкции лекал, ширины полотна соответствующей службе с целью получения экономичной раскладки

На примере автоматической раскладки можно показать динамику развития программного комплекса АССОЛЬ. В настоящее время версия автомата обладает настройками, позволяющими обеспечить нюансы работы на различных материалах и в различных производственных условиях. Используются динамические разрезы, которые обеспечивают качественное ручное вырезание длинных раскладок. Для трикотажных полотен не менее важным является механизм интеллектуальной настройки зазоров, позволяющий автоматически регулировать зазоры в зависимости от формы и кривизны, подходящих друг к другу контуров. Реализован режим задания определенных положений лекал на полотне: "у кромки", "в центре", "с допуском" и т.п. При необходимости можно включить режим расположения лекала в раскладке "у кромки" только для определенных срезов. Настройки параметров алгоритма выполняются очень просто и могут быть сохранены для повторного использования. Естественно, поддерживается режим раскладки на тканях с рисунком, при этом также можно контролировать положения отдельных лекал в раскладке. В последней версии Автоматической раскладки реализован механизм создания в общей раскладке групп дублирования для заданных лекал, которые затем идут под пресс.

8. Оценка качества проектных решений в САПР одежды

Подсистема управления качеством в системах автоматизированного проектирования включает решение следующих задач:

- изучение потребительского спроса;
- формирование рациональной структуры промышленной коллекции одежды с учетом направления моды и потребительского спроса;
- прогнозирование оптимального уровня качества проектируемой одежды;
- контроль достигнутого уровня качества на каждой стадии проектирования и принятие управляющих решений;
- оценка уровня качества проекта.

Одним из наиболее сложных направлений совершенствования процесса проектирования одежды в системе автоматизированного проектирования является проведение анализа проектных решений с целью выбора оптимального варианта, т.е. оценка качества разрабатываемых моделей одежды. При этом сравниваются альтернативы возможно допустимые по техническому заданию.

Необходимость управления качеством швейных изделий на основе системного подхода к их проектированию была впервые определена в работах профессором Кобляковой Е.Б. и Романова В.Е. []. Однако претворению в жизнь этого положения во многом препятствует несовершенство самого процесса конструкторской подготовки производства. О задачах перестройки этого процесса говорится также в работах Трухана Г.Л. Бойцовой А.М., Кузнецовой Н.Д., Шершневой Л.П. и др. ученых. При этом подчеркивается, что в сфере производства одежды теория проектирования находится еще на стадии поиска инженерных методов.

Принципы системного анализа при автоматизированном проектировании одежды и оценке ее качества требуют выполнения следующих этапов:

- необходимо изучить процесс и объекты, участвующие в нем;
- построить их кибернетическую модель, состоящую из структурной, информационной и математической моделей;
- базируясь на этих моделях составлять локальные модели, например, по выбору оптимального проектного решения.

Алгоритмы и программы, разработанные на этих моделях, и позволяют проводить оптимизационные расчеты на ЭВМ.

Методология системного подхода при автоматизированном проектировании формы деталей базовой основы мужского пиджака использована в исследованиях Барковой Л.С. В результате последовательного разбиения общего процесса на частные получено несколько уровней. Каждый из них содержит определенные структурные элементы. На первом уровне ими являются плоскостная форма деталей корпусной части и рукава основы мужского пиджака. На втором уровне - узловые точки и линии контуров деталей соответственно корпусной части и рукава.

Функция процесса проектирования **формы** деталей базовой основы пиджака определена как синтез функций отдельных элементов и направлена на выполнение основной цели проектирования - получение конструкции, соответствующей заданному уровню качества изделия

В результате системно-структурного анализа получена математическая модель процесса проектирования базовой основы пиджака в общем виде. Установлены критерии оптимизации для отдельных элементов и процесса в целом и их ограничения. Определены характеристики отдельных элементов. Определены функциональные взаимосвязи между характеристиками и критериями оптимизации на каждом уровне и для всего процесса в целом.

При выборе рационального проектного решения идеальным было бы использование методов математического моделирования, которое заменило бы натуральное моделирование. Но многие элементы процесса трудно формализуемы. Большинство факторов, влияющих на процесс проектирования невозможно выразить количественно. Усложняет решение задачи большое разнообразие ассортимента, материалов, типов телосложений и т.д.

При выборе критериев оценки формы деталей одежды в системе автоматизированного проектирования необходимо, чтобы, с одной стороны, они содержали в себе качественные признаки (посадка изделия на фигуре, соответ-

вие направлению моды и т.д.), а с другой, давали количественную информацию о форме деталей. Вследствие этого ряд Баркова Л.С. предлагает использовать для оценки качества конструкций только размерные параметры деталей и через них делать заключение о качественных характеристиках изделия.

Так, для оптимизации расчетов координат узловых точек базовой основы мужского пиджака ею использовался следующий подход:

- были выделены несколько вариантов отработанных конструкций, форму которых приняли за эталонную;
- проводился анализ их конструктивных параметров по специально разработанной схеме измерений (рисунок 8.1);
- качество эталонных конструкций устанавливалось методом экспертной оценки по показателям внешнего статического соответствия (дефекты внешнего вида);

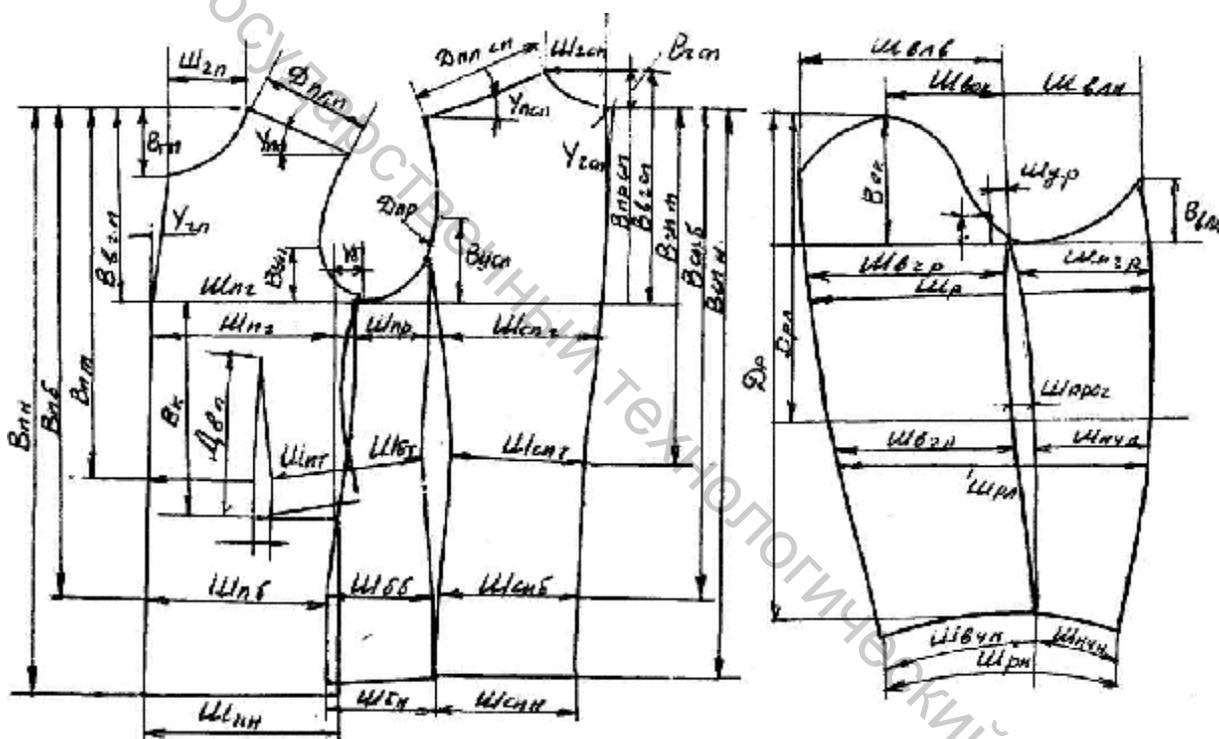


Рисунок 8.1 – Схема конструктивного анализа базовых конструкций мужского пиджака

- все замеченные дефекты увязывались с определенными параметрами и их числовыми значениями;
- для объединения качественных и количественных признаков использовалась шкала желательности Харрингтона для случая двухстороннего ограничения;

Обобщенный показатель качества определялся по формулам:

$$D_{с.к.} = \sqrt{D_{с.кор} \cdot D_{с.р}} ;$$

$$D_{с.кор} = \sqrt[1]{d_{Шуз} \cdot d_{Шум} \cdot d_{Шуб} \cdot d_{Шнз} \cdot d_{Шсн} \cdot d_{Шпр} \cdot d_{Шг} \cdot d_{Впр} \cdot d_{дрз} \cdot d_{д} \cdot d_{Угн}}$$

$$D_{с.р} = \sqrt[7]{d_{Др} \cdot d_{Шр} \cdot d_{Шрн} \cdot d_{Вок} \cdot d_{Влв} \cdot d_{док} \cdot d_{дл}}, \text{ где}$$

$D_{с.кор}$, $D_{с.р}$ - критерии оценки статического соответствия, соответственно, корпусной части конструкции и рукава;

$d_{шuz}$, $d_{шум}$ и т.д. - частные желательности по параметрам, характеризующим корпусную и рукавную части конструкции.

На рисунке 8.2 приведена связь некоторых частных желательностей с качественными показателями конструкции

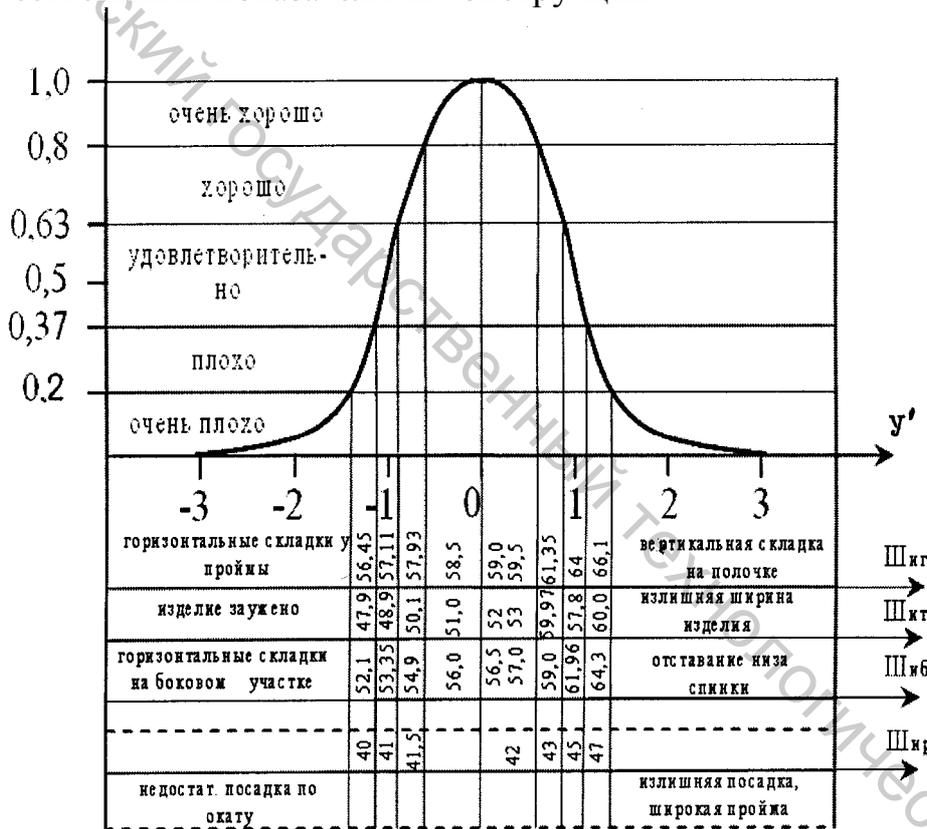


Рисунок 8.2 - Функция желательности для параметров, характеризующих конструкции деталей базовой основы мужского пиджака.

В качестве факторов, влияющих на положение базовых точек конструкции, выделены следующие конструктивно-технологические характеристики: размерные признаки, прибавки на свободное облегание, припуски на уработку, объемная форма деталей и др.. Для каждой базовой точки деталей предполагается построить математические модели, устанавливающие зависимости между приращениями к их координатам и значениями этих факторов. Тогда на стадии проектирования возможно достижение рациональных параметров одежды.

Вторым не менее важным параметром оптимизации конструкций одежды является конфигурация криволинейных участков контуров деталей. Для их оценки может быть выбрано условие принадлежности точек кривой к закономерным линиям, в частности кривым второго порядка. Характеристиками (определителями) линий в этом случае могут быть координаты начальной и конечной точек кривой, проективный дискриминант и углы наклона касательных в

начальной и конечной точках. Барковой Л.С. получены функциональные зависимости, связывающие определители линий и критерий оптимизации их формы.

Таким образом, в настоящее время проблемы управления качеством изделий на ранних стадиях их проектирования с использованием ЭВМ носят поисковый характер, но это, пожалуй, одна из наиболее важных задач при создании САПР.

9 Автоматизация проектирования технологических процессов изготовления швейных изделий

9.1 Способы проектирования и состав информационного обеспечения при проектировании технологических процессов

Технологический процесс - это технология изготовления изделия или его части, представленная в виде совокупности операций.

В толковых словарях дается двойное разъяснение технологии: как совокупности способов воздействия средств труда на предметы труда с целью получения заданного изделия и как науки, изучающей эту совокупность. Нас интересует первое толкование этого слова.

Для записи технологии изготовления швейных изделий существуют следующие способы:

- произвольное описание;
- графическое изображение технологии в виде сборочных схем (разрезов и сечений);
- комбинация указанных способов;
- описание в виде перечня технологических операций.

Произвольное словесное описание технологии применяется как в учебных, так и в популярных изданиях. При обращении к неподготовленным читателям авторы иногда пренебрегают профессиональной терминологией.

Графическое изображение методов обработки является достаточно информативным. Иллюстрации, разрезы и сечения узлов дают представление о методах обработки швейных изделий читателям различной степени подготовленности. Сочетание их с поясняющим текстом дается во всех учебниках и большинстве литературных источников.

Перечень операций необходим при проектировании производственных потоков. В швейной промышленности документ, который содержит перечень неделимых операций, соответствующий порядку их выполнения при обработке деталей и узлов, носит название «технологическая последовательность» или «технологический процесс». В него вносятся данные, определяющие условия выполнения операций: вид работ (специальность), разряд, норма времени, применяемое оборудование.

Математической моделью технологического процесса является граф, вершины которого отождествляются с фактом выполнения операций, а ребра

соответствуют связям между операциями. Именно он наряду с перечнем операций используется для целей инженерного технологического проектирования.

В дальнейшем будем использовать аббревиатуру: ТПШИ - технологический процесс изготовления швейного изделия, а также ТП - технологический процесс.

Условимся также исключить название "технологически неделимая операция", т.к. оно не соответствует действительности. Все операции делятся на более мелкие элементы: приемы и трудовые движения. Основным элементом ТПШИ будем называть технологической операцией (ТО).

Как отмечалось ранее, основным принципом построения САПР является предварительно проведенная типизация решений и выбор из них одного решения по определенным правилам.

Для реализации данного принципа при разработке САПР ТПШИ необходимо заранее описать (классифицировать) изделия по ряду отличительных признаков, закодировать их и коду каждой разновидности изделия поставить в соответствие перечень операций по его обработке (сформировать типовые решения). После занесения данной информации в память ЭВМ из нее можно "извлекать" необходимые технологические процессы, вводя в ЭВМ код изделия.

В этом случае условно-постоянная информация для такой элементарной САПР будет состоять из справочника выбора ТПШИ (таблица. 9.1), а оперативная информация - это код изделия, составляемый по соответствующему классификатору и отражающий модельно-конструктивное построение изделия.

Таблица 9.1- Справочник выбора ТПШИ в элементарной САПР

Код изделия	Наименование технологической операции	Специальность	Разряд	Время, с	Оборудование
1	2	3	4	5	6

Такой способ проектирования возможен лишь для простых изделий, технология изготовления которых описывается небольшим числом операций: постельное, нательное белье и т.п. Однако для таких изделий, как правило, нет необходимости в автоматизации проектирования технологических процессов.

Основная масса швейных изделий состоит из множества деталей, и практически невозможно на каждую разновидность изделия составить технологический процесс, чтобы заложить его в память ЭВМ. Да это и не целесообразно.

При разработке ТПШИ в них выделяют обработку узлов, монтаж и отделку. При разработке САПР целесообразно классифицировать не изделия в целом, а составляющие их узлы. После установления и кодирования всех разновидностей узлов, составляется обобщенный технологический процесс. Его формирование начинают с какого-либо технологического процесса, принимаемого за базовый. В него последовательно включаются группы операций по обработке других узлов и их разновидностей. Полученный обобщенный технологический процесс представляет собой совокупность групп операций, каждая из которых имеет свою логическую функцию, т.е. условие включения в конкрет-

ный технологический процесс. Данное условие выражается кодом узла (таблица 9.2).

Таблица 9.2- Обобщенный технологический процесс

Код узла	Наименование технологической операции	Специальность	Разряд	Время, с	Оборудование
1	2	3	4	5	6

Представленная структура обобщенного технологического процесса проста в использовании, но нерациональна с точки зрения занимаемого ею объема. Операции, одинаковые для различных узлов, повторяются в таком обобщенном процессе.

С целью уменьшения объема обобщенного технологического процесса его целесообразно разделить на два справочника: справочник выбора кодов операций и справочник наименования операций.

В первом справочнике (таблица 9.3) выбираются лишь коды операций, которые затем расшифровываются по справочнику (таблица 9.4), где каждая операция записывается один раз.

Таблица 9.3- Справочник выбора кодов операций

Код узла	Коды операций
1	2

Таблица 9.4- Справочник наименований операций

Код операции	Наименование технологической операции	Специальность	Разряд	Время, с	Оборудование
1	2	3	4	5	6

Функциональная модель процесса проектирования при такой структуре обобщенного ТП представлена на рисунке 9.1.

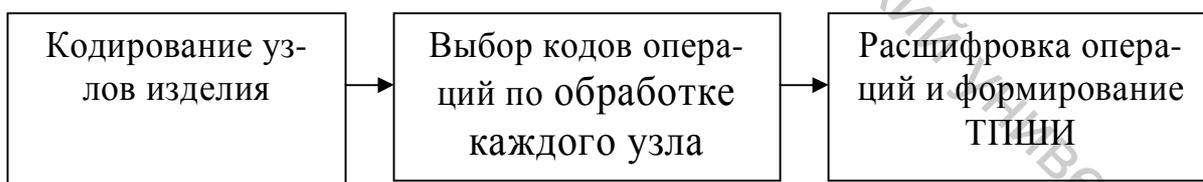


Рисунок 9.1 - Функциональная модель процесса проектирования ТПШИ

9.2 Характеристика системы «Автоматизированное рабочее место технолога» (АРМТ)

Рассмотренные состав и структура информационного обеспечения приемлемы в тех случаях, когда САПР разрабатывается для одного вида ассортимента. Если на предприятии изготавливают несколько видов изделий, целесо-

образно "вложить" всю информацию в одну систему, с помощью которой можно проектировать технологические процессы на любое из пошиваемых изделий.

Рассмотрим особенности разработки такой САПР на примере системы АРМТ (автоматизированное рабочее место технолога), которая внедрена на Невельской швейной фабрике. Пошиваемый ассортимент достаточно разнообразен: мужские, женские и детские плащи, утепленные пальто и куртки, куртки-ветровки на подкладке и без подкладки. При этом используется плащевая ткань различного состава, лаке и болонья.

9.2.1 Кодирование узлов изделия

Перечисленные изделия относятся к плечевой одежде, содержат в себе одинаковые по внешнему виду узлы, следовательно, их можно объединить в одном классификаторе. Для установления модельно-конструктивного разнообразия изделий были проанализированы модели, пошиваемые на предприятии в течение ряда лет. Для их описания было выделено 33 узла, которые в различных сочетаниях встречаются в изделиях. Каждый узел классифицирован по трем признакам, на каждый признак отведено по два знака. Таким образом, полный код любого узла состоит из восьми позиций (рисунок 9.2).

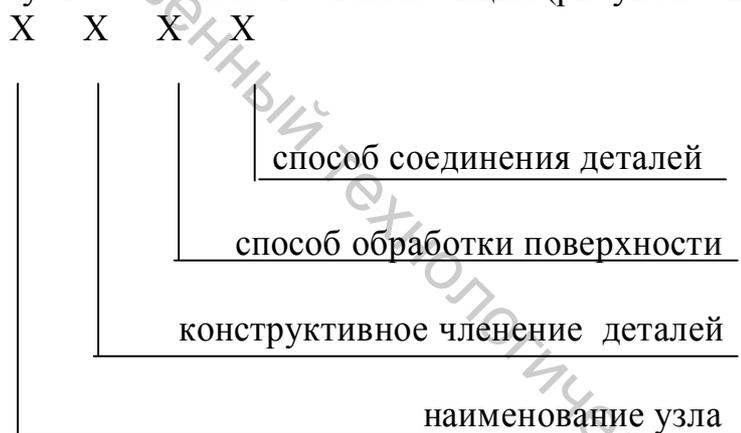


Рисунок 9.2 – Структурная схема кодирования узлов

Некоторые узлы кодируют по двум признакам. Но полный код узла по-прежнему состоит из восьми позиций, отсутствующие признаки обозначаются нулями.

Узлы, кодируемые в системе АРМТ, можно разделить на две группы.

В одну группу входят узлы, название которых соответствует заголовку выходного документа: обработка клапана или листочки, обработка отлетных кокеток и др.

Более многочисленна группа узлов, названия которых не соответствуют заголовкам выходного документа. Среди них более крупные узлы – например, узел «Отделочные детали» включает в себя обработку и соединение различных элементов - погон, шлевок, хлястиков. В выходном документе обработка каждой из указанных деталей должна быть записана под соответствующим заголовком. Кроме того, классификатор построен так, что ряд узлов характеризует-

ся не только по модельно-конструктивному признаку, но и по способу соединения с основной деталью. Следовательно, при составлении справочника выбора кодов операций на отдельные узлы в него включаются операции не только по обработке узлов, но и по их соединению с основными деталями. В этом случае операции по обработке узлов должны быть записаны под одним заголовком, а операции по их соединению - под другим. Например, обработка хлястиков рукавов записывается под одноименным заголовком, а их соединение с рукавами - под заголовком "Обработка рукавов".

И наоборот, для описания деталей в выходном документе, описываемых одним заголовком, следует использовать несколько более мелких. Например, для описания спинки следует закодировать узлы "Соединение деталей верха с утеплителем", «Обработка поверхности деталей», «Соединение частей спинки», «Соединение притачных кокеток» (таких заголовков в выходном документе не должно быть).

Изложенное свидетельствует о том, что по названию кодируемых узлов нельзя судить о формируемых заголовках в выходном документе. Изложенный в разделе 9.1 способ получения необходимых заголовков в выходном документе в данном случае оказался неприемлемым.

9.2.2 Условно-постоянная информация системы АРМТ

В связи с попыткой объединить в рамках одной системы различные ткани и виды швейных изделий рассмотренная ранее структура справочника выбора кодов операций оказалась неприемлемой, т.к. в перечне операций по обработке одинаковых по внешнему виду узлов имеются отличия. Например, при обработке большинства узлов из плащевой ткани выполняется операция "Приутюжить узел, шов". В изделиях из тканей «болонья» и «лаке» влажно-тепловая обработка не допускается.

В разных видах швейных изделий по-разному обрабатываются монтажные швы, которые отдельно не кодируются. В изделиях с притачной по низу подкладкой вертикальные швы стана не обметываются; с отлетной подкладкой - обметываются на участке 50 см от низа; в изделиях без подкладки - обметываются полностью.

Таким образом, в описании методов обработки узла имеются операции, которые должны быть выбраны не всегда, а лишь при выполнении каких-либо условий - например, изделие без подкладки или оно из плащевой ткани и т.п.

Рассмотренные проблемы решены путем усложнения структуры «Справочника выбора кодов операций» и пополнения базы дополнительными справочниками. Рассмотрим это на примере узла:

- 07** Обработка клапанов и листочек
- 06** Вид узла - клапан отделочный из двух частей
- 02** Количество обработанных концов – два
- 02** Отделочная строчка по краям детали – одна

Сборочные схемы обработки данного узла приведены на рисунке 9.3.

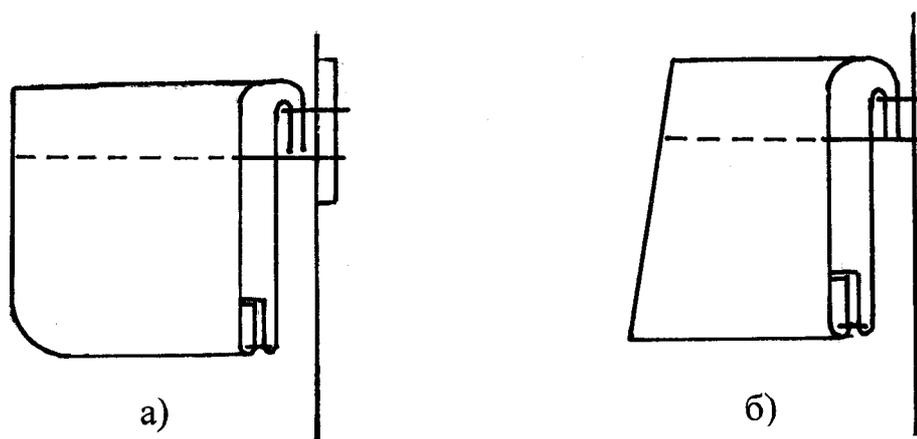


Рисунок 9.3- Обработка отделочного клапана

Узел, закодированный подобным образом, может иметь ряд отличий в наборе технологических операций, описывающих его обработку.

1. Форма концов клапана влияет на выбор операции, следующей после обтачивания клапана. При наличии углов в концах клапана припуски швов обтачивания подрезают. Если же концы закругленные, то выполняют операцию «Надсечь припуски швов на закруглении».

2. Если изделие не утепленное, то под шов соединения клапана с передом подкладывают кусочки бязи (рисунок 9.3, а). Там, где основные детали настрачивают на утеплитель, этот прием не выполняется (рисунок 9.3, б).

3. В изделиях из болоньи узлы не приютюживают, т.к. эта ткань не должна подвергаться ВТО.

Кроме того, следует учесть, что операции по заготовке клапана должны в выходном документе размещаться под заголовком «Обработка клапанов», а по его соединению - под заголовком «Обработка переда».

Условно-постоянная информация системы АРМТ включает в себя следующие справочники.

Для получения в выходном документе необходимых заголовков операции кодируются в соответствующих диапазонах. Это отражено в справочнике диапазонов (таблица 9.5).

Таблица 9.5- Справочник диапазонов

Наименование заголовка	Начальный код операции	Конечный код операции
Обработка клапанов	1501	1550
...
Обработка переда	3051	3500
...
Монтаж	5001	9999

В справочнике наименований операций (таблица 9.6) все операции по обработке клапана расположены в диапазоне кодов операций от 1501 до 1550. Технологически обоснованную последовательность выполнения операций не-

обходимо составлять, руководствуясь содержанием операций. Порядок расположения операций в справочнике не имеет принципиального значения.

Свободные (резервные) номера для записи новых операций имеются в конце каждого диапазона. Если при разработке технологии изготовления новой модели возникает необходимость пополнить справочник наименований операций новыми заготовительными операциями, то вначале следует определить, к какому заголовку (диапазону) данные операции относятся. Новые операции вносят на свободные номера в соответствующих диапазонах.

Таблица 9.6- Справочник наименований операций (фрагмент)

Код операции	Наименование технологической операции	Специальность	Разряд	Время, с	Оборудование
1	2	3	4	5	6
1516	<i>Надсечь припуски швов обтачивания клапанов на закруглениях</i>				
1517	<i>Подрезать припуски швов обтачивания клапанов в углах</i>				
1518	Вывернуть клапан на лицевую сторону				
1519	Прострочить отделочную строчку по краям клапана				
1521	<i>Приутюжить клапан</i>				
1523	Обтачать клапан подкладкой клапана				
1530	Наметить на клапане линию притачивания к переду				
3332	Наметить на передке место расположения клапана				
3374	<i>Притачать отделочный клапан к переду</i>				
3375	<i>Притачать отделочный клапан к переду, подкладывая с изнанки полоски бязи</i>				
3380	Подрезать припуски клапана после притачивания				
3436	Настрочить клапан на перед, отгибая его вниз				
3437	<i>Приутюжить клапан после настрачивания</i>				

Выделенные операции должны быть выбраны не всегда, а при выполнении каких-либо условий - например, операции 1521 и 3437 будут необходимы, если изделие из плащевой ткани, выбор между операциями 1516 и 1517 будет зависеть от формы клапана, между операциями 3374 и 3375 – от того, есть в изделии утеплитель или нет.

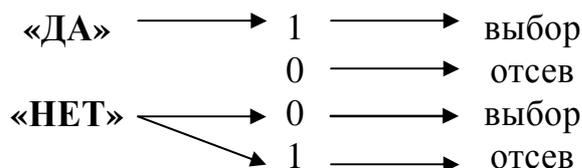
Справочник условий (таблица 9.7) отражает ситуации, в которых появляется возможность различной обработки.

Таблица 9.7- Справочник условий (фрагмент)

Код условия	Наименование условия
10	05 01 01 00
11	05 02 01 00
47	Концы клапана острые
52	Изделие без подкладки
54	Изделие из болоньи
68	Изделие утепленное

Условия выбора операций делятся на две группы. В первую группу входят условия, проверяемые автоматически, без привлечения технолога. Они кодируются от 1 до 40 и дают возможность выбора или исключения операций в зависимости от наличия или отсутствия в закодированном изделии определенного узла. В графе "Наименование условия" (табл.6.7) в этом случае записывается код узла. Например, условия 10 и 11 проверяют наличие в изделии узла 05 (шлевка для крепления пояса). Нули на нижнем уровне кодирования означают, что способ соединения шлевки с изделием не имеет значения – проверяют остальные элементы кода. Наличие этого узла однозначно предполагает выбор операции «Продеть пояс в шлевки» среди разнообразных способов комплектования пояса с изделием.

Вторая группа условий кодируется от 41 и далее. Проверка таких условий производится с привлечением к диалогу технолога. Наименование условия выдается на экран дисплея в виде вопроса. Ответ технолога "да" или "нет" и признак действия условия "0" или "1" позволяют компьютеру решить вопрос о выборе или отсеиве операции. При этом используется приведенная ниже схема.



Например, операция 1516 "Надсечь припуски швов обтачивания клапанов на закруглениях» будет выбрана в том случае, когда технолог ответит отрицательно на вопрос 47 «Концы клапана острые?». Операция 3380 «Приутюжить клапан после настрачивания» будет отсеяна, если последует ответ "да" на вопрос 54 «Изделие из болоньи?».

Таким образом, при кодировании узлов система АРМТ позволяет указывать наиболее общие, характерные их признаки, что позволяет достаточно быстро описывать изделие. В перечень операций по обработке узла включают максимальное количество способов его обработки, отсеивая ненужные операции на этапе диалога с технологом.

В таблице 9.8 приведена компактная усовершенствованная структура справочника выбора кодов операций.

Таблица 9.8- Справочник выбора кодов операций

Код узла	Код операции	Код условия выбора операции	Признак действия условия	Признак переноса
07 06 02 02	1523			
	1516	47	1	
	1517	47	0	
	1518			
	1521	54	0	
	1519			
	3332			1
	3374	68	1	1
	3375	68	0	1
	3436			1
	3437			1
	3380	54	0	1

В данном справочнике коды операций располагаются в порядке технологической целесообразности. В графе «Признак переноса» цифрой «1» отмечены операции по соединению клапана с передом – это операции, выполняемые на узле переда. Появление этой графы вызвано тем, что в результате обработки узла 07 06 02 02 ЭВМ сформирует два заголовка: «Обработка клапанов» и «Обработка переда». Операции, относящиеся к переду, будут собираться под соответствующим заголовком по мере анализа различных узлов, в которых они встречаются – соединение частей переда, обработка прорези кармана и др. В зависимости от очередности кодирования клапана и любого узла, содержащего операции из диапазона 3051-3500, заголовок «Обработка клапанов» может быть сформирован ниже заголовка «Обработка переда». Это приведет к тому, что операции по соединению клапана с передом записываются до того, как клапан заготовлен. Также не корректно выглядит последовательность, в которой операции по притачиванию клапана записаны раньше, чем соединены рельефные швы.

При выделении данных операций признаком переноса «1» в справочнике выбора кодов операций ЭВМ сортирует их, располагает в конце заголовка и отмечает в выходном документе буквой "р" перед кодом операции.

Увидев такие операции на экране дисплея, технолог должен переместить их на нужное место.

9.2.3. Алгоритм проектирования ТПШИ в системе АРМТ

Блок 1. Технолог кодирует узлы изделия (на экране дисплея).

Блок 2. ЭВМ считывает код первого узла, находит его в справочнике выбора операций и "извлекает" оттуда все данные по этому узлу (коды операций, коды условий, признаки действия условий и признаки переноса операций).

Блок 3. Повторяет извлечение для всех остальных узлов изделия.

Блок 4. По всем узлам прочитывает коды имеющихся условия и расшифровывает их по справочнику условий. Условия от I до 40 проверяются автоматически, а свыше 41 - выдаются на экран дисплея в виде вопросов для диалога.

Блок 5. Технолог отвечает на все вопросы ("да" или "нет").

Блок 6. ЭВМ анализирует ответы технолога и признаки действия условия (графа 4 справочника выбора операций) и таким образом решает вопрос о выборе или отсеиве операций с условиями.

Блок 7. Анализирует номер i -ой операции j -го узла (начиная с 1) на предмет отнесения ее к какому-либо диапазону (обращается к справочнику диапазонов) и формирует соответствующий заголовок выходного документа.

Блок 8. Расшифровывает операцию по справочнику наименования операций и записывает ее под сформированным заголовком, если для нее отсутствует признак переноса. Если признак переноса есть, то операция записывается последней под данным заголовком и обозначается сигналом "р" перед ее кодом.

Блок 9. Повторяются блоки 7,8 для всех последующих операций узла. После их окончания производится переход к следующему узлу.

Блок 10. Сформированный выходной документ отображается на экране дисплея.

Блок 11. Технолог просматривает выходной документ и уточняет его, если это необходимо. Для уточнения предусмотрены возможности удаления или добавления операций, перемещение их на другое место, а также объединение нескольких операций.

Блок 12. Уточненный выходной документ выдается на печать.

Изложенная последовательность действий технолога и ЭВМ может оказаться нецелесообразной и даже невозможной. В таких случаях технолог изменяет путь получения ТПШИ в зависимости от конкретной ситуации. Для этого в системе АРМТ предусмотрены следующие возможности.

1. Запись закодированных узлов в файл. При этом могут быть закодированы все узлы изделия или только часть. Такая необходимость возникает в случаях, когда технолог вынужден прервать работу или решил проверить правильность кодирования предыдущих узлов. При повторной работе на компьютере на экране воспроизводится перечень закодированных узлов.

2. Запись сформированной на экране дисплея последовательности в файл. Это дает возможность вызвать ее для повторной доработки

или распечатки.

3. Составление последовательности на новую модель, используя модель-прототип. Это основано на том, что все кодируемые ранее модели, т.е. коды их узлов хранятся в памяти ЭВМ. Если среди них есть модель, достаточно похожая на новую, то можно принять ее в качестве модели-прототипа, вызвать на экран дисплея все закодированные узлы и внимательно их проверить. Ненужные узлы необходимо удалить, а недостающие - добавить. Такая процедура займет меньше времени, чем полное кодирование всех узлов.

Если же новая модель лишь незначительно отличается от модели-прототипа, то на экран можно вызвать технологический процесс на модель-прототип и доработать, уточнить его с помощью клавиатуры.

4. Если при кодировании какого-либо узла недостаточно значений признаков в классификаторе, то необходимые значения можно добавить в ЭВМ с помощью клавиатуры.

В этом случае оказывается сформированным новый узел, который отсутствует в справочнике выбора кодов операций. Предусмотрена возможность получения последовательности обработки на новый узел путем составления ее из операций уже записанных в ЭВМ, а также из новых операций, которые можно добавить в наименований справочник операций.

9.3 Автоматизированное проектирование технологии в системе «Eleandr CAPP»

Как показывает практика, все более востребованным является сквозное проектирование изделия, когда на автоматизированных рабочих местах художника, конструктора, технолога, нормировщика имеется доступ к информации, сформированной на любом этапе обработки изделия.

Разработанная российскими специалистами система автоматизированного проектирования технологии изготовления швейных изделий «Eleandr CAPP» («CAPP» - от англ. Computer Aided Process Planning) предназначена для объединения в рамках единой информационной среды нескольких видов прикладных программ. Система может использоваться для решения как отдельных вопросов, так и целого ряда задач на одном рабочем месте.

Система позволяет:

- разработать технологический процесс изготовления швейного изделия;
- сформировать технологическую документацию;
- рассчитать технически обоснованные затраты времени на операции и трудоемкость изготовления изделия;
- рассчитать расход фурнитуры;
- выбрать рациональный такт потока и количество рабочих в потоке;
- разработать технологическую схему потока.

Для организации информационной среды системы «Eleandr CAPP» используются классификаторы, которые обеспечивают удобство пользования и быстрый поиск необходимых данных. Набор объектов, их описания и связи ме-

жду ними не являются жестко закрепленными. Все базы данных, справочники, классификаторы открыты для изменения и постоянного пополнения в ходе работы.

Система «Eleandr CAPP» отличается многовариантностью решения отдельных задач. Ее справочная часть разнообразна – от справочника технологических операций для обработки типовых частей изделия (ЧИЗов) до готовых проектных решений базовых моделей, которые можно брать за основу при проектировании нового изделия.

Первым этапом технологического проектирования является формирование перечня операций, описывающих технологический процесс изготовления нового изделия. Эта задача может выполняться различными путями:

- внесение модельных изменений в проект базовой модели, выбранной в справочной части;
- интеграции в структуре проекта отдельных фрагментов описания технологического процесса («кубиков и блоков»), выбранных из справочной части системы в соответствии с новой моделью;
- создания новых операций в дереве проекта.

Определение технически обоснованных затрат времени на технологические операции является наиболее сложной задачей технологического проектирования. В системе «Eleandr CAPP» предлагается два варианта решения этой задачи.

Наиболее простым является использование затрат времени на операции, полученных в результате хронометражных наблюдений или опыта работы. Это операции, продолжительность которых не зависит ни от размеров обрабатываемого участка, ни от его конфигурации, ни от свойств материалов.

Чтобы учесть влияние этих параметров, в базовом модуле системы «Eleandr CAPP» в автоматическом режиме выполняются расчеты по методике поэлементного нормирования. На основании исходных данных о длине, конфигурации срезов, о количестве деталей кроя, передаваемых из конструкторского САПР, выбираются нормативные значения и формируется внутренняя структура операции из вспомогательных приемов.

Для упрощения процедуры нормирования операции затрата времени на выполнение вспомогательной работы может задаваться укрупненно, без формирования конкретного набора приемов. Система «Eleandr CAPP» содержит разработанные для различных ассортиментных групп изделий нормативные справочники, которые включают параметры, используемые при расчете затрат времени по отдельным элементам нормы времени на выполнение технологической операции. Такими элементами являются затраты времени на:

- основную работу;
- выполнение вспомогательных приемов;
- повороты и перехваты;
- проверку качества;
- подготовительно - заключительную работу, отдых и личные надобности.

Если система не может однозначно выбрать нормативные значения, то решение принимает специалист-проектировщик на основе дополнительной информации об особенностях выполнения операции.

Нормативные данные, внесенные в систему, и значения затрат времени, полученные в результате расчетов, отражают средний уровень в промышленности. Для адаптации расчетных данных к достигнутому на конкретном предприятии уровню производительности труда в системе используется коэффициент освоения, который устанавливается опытным путем и закрепляется за определенным типом операций.

9.4 Предпосылки принципиального изменения способа автоматизированного проектирования ТПШИ

Традиционный способ автоматизированного проектирования ТПШИ базируется на разработке классификаторов модально-конструктивного построения изделий, с помощью которых в формализованном виде дается описание изделия, состоящего из отдельных узлов.

В ЭВМ закладывается обобщенный технологический процесс, содержащий операции по обработке различных узлов. Данные операции извлекаются и по определенным правилам сочленяются в единый технологический процесс.

Для такого способа проектирования характерен ряд недостатков.

Классификаторы, как правило, разрабатываются на отдельные виды или группы изделий применительно к одному предприятию. Применение их, а тем более всей системы, на другом предприятии невозможно без существенных доработок.

В классификаторе выделяются узлы изделий и описываются их различные разновидности. Однако узел - понятие относительное. Например, в системе АРМТ выделены отдельные узлы по обработке клапанов и листочек, прорези боковых карманов. Обработка накладных карманов описана тремя узлами. Нужен более четкий элемент, выделение которого было бы однозначным.

Типовые технологические решения по обработке узлов, закладываемые в базу данных, также отражают имеющееся на предприятии оборудование, спецприспособления, сложившиеся традиции в обработке изделий, а поэтому не всегда приемлемы для других предприятий.

Выходным документом является перечень операций по обработке изделия, что недостаточно для автоматизации и процесса разработки технологических схем потоков (необходим граф технологического процесса).

Справочник выбора операций содержит много повторяющихся элементов. Например, по классификатору клапан бокового кармана может быть с одной, двумя отделочными строчками или без них. Это означает, что в справочнике выбора операций эти три узла должны быть записаны три раза, в то время, как состав операций по их обработке отличается только наличием или отсутствием отделочных строчек.

Справочник наименования операций также содержит много повторяющейся информации. Например, операции притачивания кокетки к спинке плаща должны быть записаны с различными техническими условиями:

- закладывая встречную складку;
- закладывая по две односторонних складки с обеих сторон;
- закладывая по три складки с обеих сторон;
- образуя сборку по спинке.

В свою очередь, каждая из этих пяти операций должна быть записана трижды: для обычного плеча, спущенного плеча и реглана-кокетки, т.к. затраты времени при разной длине строчки различны.

Перечисленные недостатки являются предпосылками к тому, чтобы коренным образом изменить подход к автоматизации проектирования ТПШИ.

Рассмотрим технологический процесс изготовления швейного изделия как процесс обработки и соединения деталей. В качестве первичных структурных элементов швейного изделия примем срезы и поверхности деталей. Назовем их конструктивными элементами (КЭ).

Все преобразования предметов труда осуществляются в результате воздействий на конструктивные элементы изделия. Причем обработка и соединение КЭ ведется не хаотично, а в определенной последовательности, которая определяется конструкцией изделия.

Если изделие задать совокупностью срезов и поверхностей, то технологический процесс можно представить состоящим из блоков по их обработке и соединению. В зависимости от вида обрабатываемых и соединяемых КЭ предлагаемые блоки технологического процесса отражают одну из следующих функций:

- соединение срезов;
- соединение поверхностей;
- соединение срезов с поверхностями;
- обработку срезов;
- обработку поверхностей.

На основании такого подхода и принципа блочно-модульного построения объектов проектирования при создании САПР выделено два уровня детализации исходной задачи.

Задачи, решаемые на первом уровне, связаны с формированием внешней структуры ТПШИ, т.е. определением перечня блоков технологического процесса и установлением взаимосвязей между ними. Реализация данных задач отражается первым и вторым этапами проектирования (рисунок 9.4).

На втором уровне рассматриваются вопросы проектирования непосредственно блоков ТПШИ и их оптимизации. Стадийность их решения отражается 3-6 этапами проектирования (рисунок 9.4).

Рассмотрим подробнее перечисленные задачи относительно к этапам проектирования.

Исходными данными для реализации первого этапа служит множество КЭ всего изделия. Необходимо разбить его на группы таким образом, чтобы в

каждую группу вошли один или несколько КЭ, которые должны обрабатываться самостоятельно или соединяться между собой. Полученные группы определяют функции элементов технологического процесса и тем самым определяют их перечень. Если в группу входит один КЭ, то функцией этого элемента является обработка среза или поверхности; если несколько, то соединение.

Решение задачи второго этапа проектирования позволяет установить взаимосвязь между элементами технологического процесса и окончательно сформировать его внешнюю структуру. Эту структуру можно представить в виде графа, где вершины соответствуют блокам технологического процесса, а ребра - взаимосвязям между ними.

Проектирование блоков ТП производится поэтапно и отражается этапами 3-6.

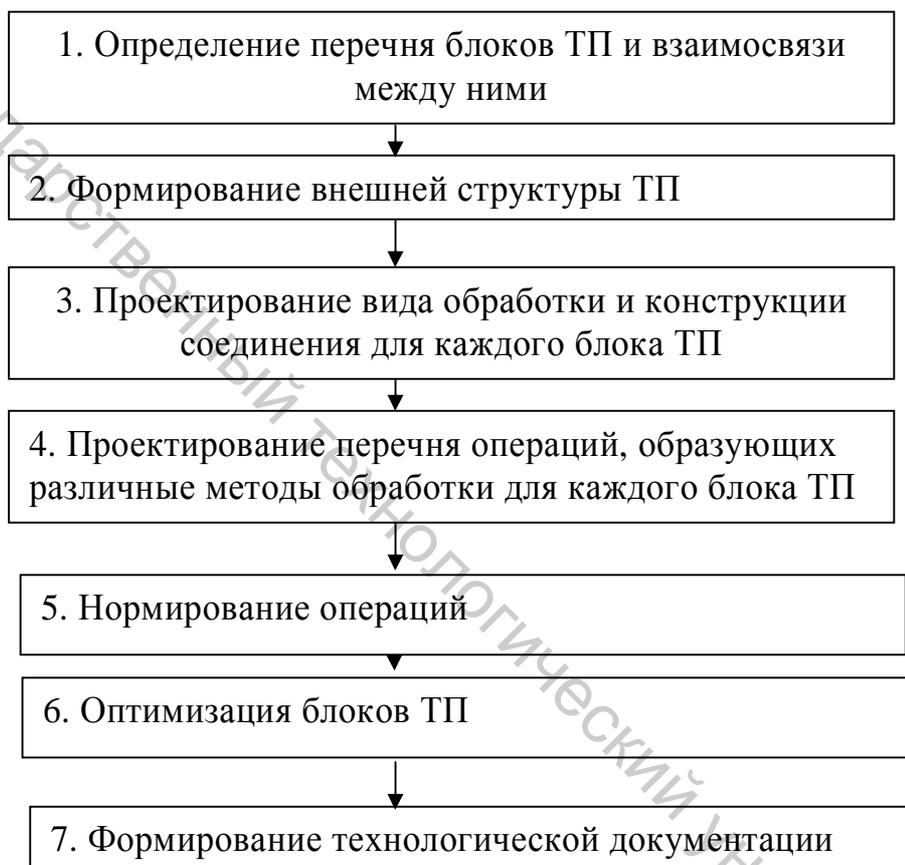


Рисунок 9.4 – Схема проектирования ТП

Третий этап проектирования состоит в выборе вида обработки и конструкции соединения срезов и поверхностей для каждого блока ТП. Если функцией блока является обработка КЭ, то проектируется вид их обработки; если функцией является соединение срезов либо поверхностей, то проектируется конструкция их соединения. Назовем искомую на этом этапе характеристику конструктивным решением блока ТП.

Реализация данного этапа требует подключения логики технолога по выбору того или иного решения, определяющего вид обработки и конструкцию соединения КЭ.

Четвертый этап проектирования ТПШИ предусматривает решение задачи синтеза возможных методов обработки и соединения КЭ по каждому блоку и последующего выбора из них допустимых для конкретных производственных условий. Отличительной, особенностью данного способа проектирования технологического процесса является отсутствие в базе данных готовых технологических операций. Их синтез выполняется в каждом конкретном случае. В связи с этим для реализации данного этапа необходимо установить закономерности формирования операционного состава блоков ТП в зависимости от их конструктивного решения.

На пятом этапе завершается проектирование блоков ТП, которые описываются совокупностью допустимых методов обработки (перечень операций с указанием всех их атрибутов: специальность, разряд, норма времени, применяемое оборудование).

Задачей шестого этапа проектирования является выбор из допустимых методов по каждому блоку одного, наиболее приемлемого, для конкретных производственных условий и формирование из них оптимального технологического процесса. Здесь же формируется и граф технологического процесса, характеризующий его структуру.

Завершающий (седьмой) этап проектирования состоит в формировании технологической документации. В ее состав входят:

- справочник технологических операций;
- граф технологического процесса;
- документы, отражающие проектирование технологических операций (карты организационно-технического обеспечения операций и операционные технологические карты).

9.5 Разработка технологической последовательности в системе «Julivi»

Компания «САПРЛЕГПРОМ» (Украина) специализируется на проектировании, разработке и внедрении системы программ «Julivi», применяемых в швейной, трикотажной, кожгалантерейной промышленности. Система предлагает следующие программные модули:

- САПР программы: Дизайнер, Конструктор, Раскладка, Оптимизатор ISO файлов, Конвертор, трехмерный электронный манекен;

- АСУП программы: Планирование подготовки производства, Расчет кусков, Диспетчер, Склад сырья, Склад фурнитуры, Склад готовой продукции, Кладовая кроя, Технологическая последовательность, Схема разделения труда, Расчет расхода ниток, Техническое описание, Учет труда сдельщиков, Расчет себестоимости продукции.

АРМ «Технологическая последовательность» является основной программой технологического потока АСУП. Последовательность может быть сформирована различными способами:

- путем непосредственного ввода;

- копированием операций из справочника;
- копированием операций из введенной ранее последовательности.

Неделимые операции могут быть сгруппированы по узлам обработки, что позволяет набирать новую последовательность из готовых узлов. Каждая операция последовательности содержит данные о наименовании операции, специализации, квалификации работника, применяемом оборудовании и приспособлениях. Для каждой операции может быть указана норма времени и рассчитана стоимость обработки.

На печать выводятся текстовые документы согласно государственным стандартам и нормативам предприятия.

10 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

10.1 Способы задания графа технологического процесса

При комплексной автоматизации технологической подготовки производства все задачи по выполнению отдельных видов работ связаны в единую систему. Это означает, что выходная информация одной задачи (подсистемы) является входной для решения другой задачи. Например, технологический процесс изготовления изделия, являющийся выходной информацией одной подсистемы, переходит на вход подсистемы проектирования технологических схем.

Для решения задачи проектирования технологических схем потоков необходимо, чтобы технологический процесс был представлен не только перечнем операций, но и графом, отражающим порядок выполнения операций. Если предыдущая подсистема не обеспечивает получение всей этой информации, то необходимо построить граф ТП и ввести его в ЭВМ. Граф можно задавать различными способами: матрицей смежности, матрицей инцидентности, упорядоченными списками и т.д.

Рассмотрим для примера задание графа матрицей смежности. По теории графов смежными называются вершины, имеющие связь. В таблице 10.1 представлена матрица смежности для графа, изображенного на рисунке 10.1. В ячейках матрицы указывается "1", если вершины смежные и «0» если они не имеют связи.

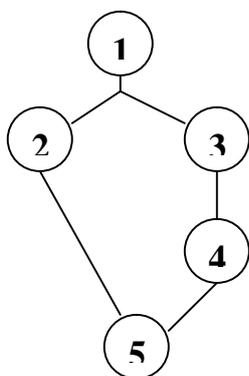


Рисунок 10.1 – Фрагмент графа ТП

Таблица 10.1 – Матрица смежности

№ вершины	1	2	3	4	5
1	-	1	1	0	0
2	1	-	0	0	1
3	1	0	-	1	0
4	0	0	1	-	1
5	0	1	0	1	-

10.2 Формализация требований к комплектованию операций

Для реализации данной задачи в САПР все требования к комплектованию технологических операций в организационные должны быть формализованы, т.е. выражены математически и заложены в основу алгоритма.

10.2.1. Основное условие согласования (равенство или кратность продолжительности организационной операции такту потока). Его можно записать в виде неравенства

$$\left| \frac{\sum t_i}{K * t} - 1 \right| \leq a,$$

где i - номера технологических операций, входящих в состав j -ой организационной;

t_i - длительность i -ой технологической операции;

K - кратность j -ой организационной операции (число исполнителей);

t - такт потока;

a - допустимое относительное отклонение длительности организационной операции от такта потока ($a = 0,1-0,15$).

10.2.2. Совместимость специальностей технологических операций, входящих в состав одной организационной.

Данное требование обеспечивает повышение уровня специализации организационных операций и исключение пересадок исполнителей с одного рабочего места на другое внутри организационных операций.

Условие совместимости удобно задавать в виде матрицы совместимых специальностей (таблица 10.2). При этом элемент матрицы равен единице в случае, если специальности с кодами i и j совместимы в одной организационной операции, и нулю - в противоположном случае.

Таблица 10.2 – Матрица совместимости специальностей

Код специальности	М	С	У	П	А	Р
М	1	0	0	0	0	1
С	0	1	0	0	0	1
У	0	0	1	1	0	1
П	0	0	1	1	0	1
А	0	0	0	0	1	1
Р	1	1	1	1	1	1

Если в потоке по одной и той же специальности используется разное оборудование (например, универсальные машины разных классов), то целесообразно задавать матрицу совместимости оборудования, которая задается аналогично.

10.2.3. Совместимость разрядов технологических операций, входящих в одну организационную.

Это условие вызвано тем, что при комплектовании технологических операций разных разрядов заработная плата исполнителя уменьшается по сравнению с зарплатой, рассчитанной по его фактическому разряду.

Условие выражается неравенством

$$\sum_{i=1}^m t_i * S_i \geq \bar{S} \sum_{i=1}^m t_i ,$$

где t_i - суммарная длительность технологических операций i -го разряда в организационной операции;

S_i - тарифная ставка рабочих i -го разряда;

m - число разрядов в организационной операции;

\bar{S} - средняя тарифная ставка по потоку.

Суть данного неравенства состоит в следующем: если рабочий высокой квалификации выполняет операции меньшего разряда, то его расчетная зарплата не должна быть меньше, чем средняя по потоку.

10.2.4. Ограничение кратности организационной операции.

Это условие вызвано тем, что в большинстве потоков (конвейерный, агрегатный и др.) кратность организационных операций не должна превышать определенной величины. При высокой кратности затрудняется передача полуфабрикатов самим исполнителем на следующую операцию.

При этом необходимо учитывать, чтобы максимальная кратность K_{max} не превышала бы кратность организационных операций, уже существующих в потоке:

$$K_{max} = \frac{t_{max}}{t} ,$$

где t_{max} - максимальная длительность технологической операции ТП.

Поскольку увеличение кратности ведет к усложнению процесса передачи полуфабрикатов и к деспециализации исполнителей, меньшие значения кратностей предпочтительнее. В связи с этим условие ограничения кратности может задаваться (по усмотрению технолога) следующим образом:

$$K_{max} = \frac{t_{max}}{t} - q ,$$

где q - число, равное 1 или 2 (в зависимости от величины K_{max}).

10.3 Способы комплектования технологических операций по графу технологического процесса.

При комплектовании технологических операций в организационные первоначальная структура технологических связей операций (граф ТП) преобразуется. Новые связи, теперь уже между организационными операциями, отражаются на графе организационно-технологических связей (графе ОТС).

Структура графа ОТС напоминает структуру графа ТП. Количество вершин на графе ОТС гораздо меньше; количество параллельных ветвей, как правило, тоже меньше, т.к. при комплектовании операций могут объединяться отдельные узлы.

Одним из основных понятий в теории графов является понятие критического пути на графе. *Критический путь* - самая длинная по суммарной продолжительности операций цепочка (путь) от одной из исходных вершин графа до конечной. Он характеризует время пребывания изделия на потоке (без учета

пролежки деталей и полуфабрикатов на рабочих местах, между секциями и т.п.). Критический путь графа ТП определяет минимальную величину этого времени, т.к. все остальные узлы могут обрабатываться параллельно (одновременно) за меньшие промежутки времени.

Если критические пути графов ОТС и ТП равны, то возможности параллельной обработки при комплектовании операций использованы идеально, а время пребывания изделия на потоке не увеличилось из-за объединения операций.

Увеличение критического пути на графе ОТС может быть вызвано двумя причинами:

- при комплектовании операций узел, через который проходит критический путь на графе ТП, объединен с другим узлом;
- при комплектовании объединены операции нескольких узлов, в результате чего на графе ОТС появился более продолжительный путь, который стал критическим.

В связи с вышеизложенными соображениями становится понятно, что при комплектовании операций недостаточно пользоваться лишь четырьмя требованиями, приведенными ранее. Их необходимо дополнить требованиями к получаемой структуре графа ОТС.

Поскольку связи графа ОТС показывают необходимость перемещения полуфабриката между рабочими местами, то для сокращения транспортных издержек и запасов незавершенного производства необходима минимизация числа связей.

Для достижения этого требования целесообразно использовать следующие приемы комплектования:

- объединение в одну организационную операцию смежных технологических операций на графе ТП;
- совмещение в одной организационно-технологической связи несколько технологических.

Первый прием обеспечивает последовательную обработку в организационной операции одного полуфабриката, что способствует высокому качеству обработки изделия. Его использование не приводит к увеличению критического пути.

Эффективность второго приема зависит от того, к каким ветвям принадлежат совмещаемые технологические связи. Нельзя совмещать связи, одна из которых принадлежит критическому пути графа ТП, т.к. это приведет к увеличению критического пути на графе ОТС, а следовательно, к увеличению времени пребывания изделия на потоке. Можно совмещать связи, принадлежащие лишь тем путям, объединение которых не превратит их в критический путь.

В связи с этим желательно скомплектовать сначала все операции, лежащие на критическом пути баз объединения связей, а затем переходить к остальным путям.

На рисунке 10.2 представлены основные способы (приемы) комплектования технологических операций в порядке уменьшения их эффективности.

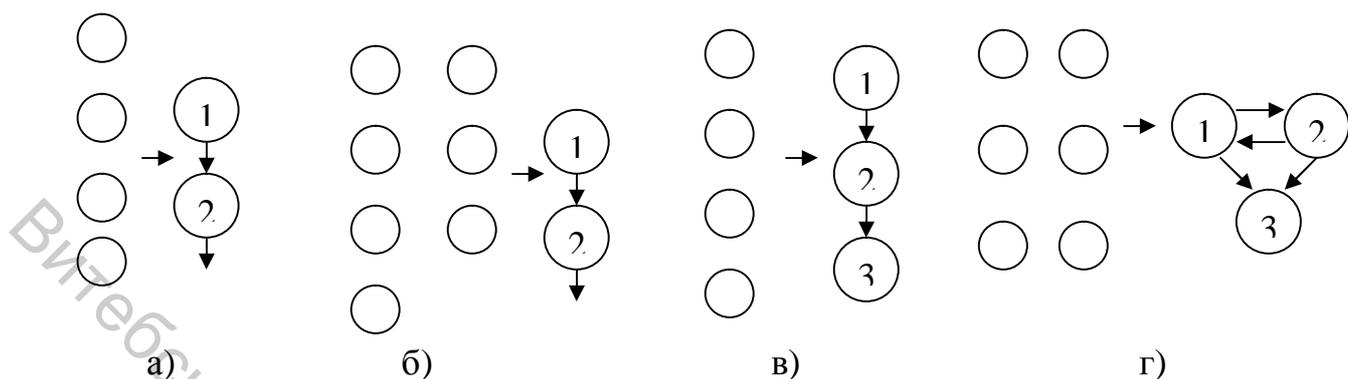


Рисунок 10.2 – Способы комплектации технологических операций

Последовательно-смежная комплектация (рисунок 10.2,а) характеризуется сокращением числа организационно-технологических связей из-за объединения нескольких операций. Этот способ обеспечивает поузловую обработку изделия.

Параллельно-смежная комплектация (рисунок 10.2,б) характеризуется сокращением числа организационно-технологических связей из-за наложения друг на друга технологических связей между операциями, расположенными в параллельных ветвях (путях) графа ТП. Такое комплектование допускает обработку в одной организационной операции различных узлов, увеличивая тем самым грузопоток между образующимися рабочими местами.

Последовательно-несмежная комплектация (рисунок 10.2,в) характеризуется объединением несмежных технологических операций, лежащих на одной пути. Количество ОТС не сокращается, имеются возвраты.

Параллельно-несмежная комплектация (рисунок 10.2,г) характеризуется объединением несмежных технологических операций, лежащих на разных путях. Количество ОТС не сокращается. В одной организационной операции обрабатываются разные узлы, что приводит к возвратам.

10.4 Алгоритм проектирования технологических схем

Перед началом работы алгоритма вычисляют величину такта потока. Предполагается, что в качестве исходных данных для проектирования в базе данных ЭВМ содержится справочник операций (технологический процесс) и граф ТП в виде матрицы.

На рисунке 10.3 представлена блок-схема проектирования технологических схем.



Рисунок 10.3 Блок-схема проектирования технологических схем

Блок 1. В графе ТП находят максимальный по продолжительности путь. При дальнейших обращениях к этому блоку определяется такой путь из оставшихся.

Блок 2. В выбранном пути находят первую нескомплектованную операцию, называемую далее опорной.

Блок 3. Для опорной операции выполняют комплектацию - сначала первым способом (последовательно-смежным) с учетом всех требований. Если она не скомплектовалась, пробуют вторым способом и т.д.

Блок 4. Если организационная операция сформирована, переходят к блоку 6, в противном случае - к блоку 5.

Блок 5. Производят ослабление ограничений на комплектование (увеличивают допускаемые отклонения от такта, расширяют диапазон разрядов операций, включаемых в организационную и т.п.). После этого переходят к блоку 3.

Блок 6. Проверяют наличие нескомплектованных операций в очередном пути. Если такие операции есть, переходят к блоку 2; если нет - к блоку 7.

Блок 7. Проверяют наличие нерассмотренных путей в графе. Если такие пути есть, переходят к блоку 1, если нет - к блоку 8.

Блок 8. Рассчитывают остальные показатели технологической схемы (расценка, норма выработки).

Блок 9. Технологическую схему выводят на печать.

10.5 Проектирование организационно-технологической схемы в системе «Eleandr CAPP»

Система «Eleandr CAPP» позволяет выводить на печать и отображать на экране монитора результаты проектирования в формате готовых технологических документов. Формирование основного документа швейного потока - организационно-технологической схемы – осуществляется на основе созданного в базовом модуле справочника технологических операций по изготовлению проектируемой модели изделия. Автоматизированный режим с применением встроенного машинного алгоритма по разделению труда позволяет получить несколько вариантов организационно-технологической схемы для различных условий организации работы потока (продолжительность рабочей смены, количество исполнителей). Это дает возможность выбрать оптимальный вариант, характеризующийся наиболее рациональным тактом потока и количеством исполнителей. Модуль позволяет в интерактивном ручном режиме производить корректировку и формирование организационных операций. Для анализа полученного организационно-технологического решения потока используется диаграмма согласования времени выполнения организационных операций с тактом потока.

10.6 Разработка технологической схемы в системе «Julivi»

АРМ «Схема разделения труда» предназначена для комплектования неделимых операций, составляющих технологическую последовательность, в организационные операции для рабочих мест потока. Правила, по которым происходит согласование операций, следующие:

- последовательность неделимых операций должна быть выполнимой;

- квалификация работника должна соответствовать набору операций;
- время организационной операции должно быть кратно такту потока.

На основе сформированной схемы разделения труда программа рассчитывает:

- технико-экономические показатели работы потока (норма выработки, расчетная и фактическая численность рабочих, средний тарифный разряд, средний тарифный коэффициент, норма времени и стоимость пошива);
- потребность в оборудовании;
- коэффициент механизации.

На печать выводятся:

- схема разделения труда;
- сводная таблица технико-экономических показателей;
- сводная таблица оборудования;
- расчет коэффициента механизации.

11 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ШВЕЙНЫХ ЦЕХОВ

11.1 Функциональная модель проектирования планировочных решений

Для окончательного построения потока рабочие места необходимо разместить на площади цеха таким образом, чтобы выполнялись следующие условия:

минимально трансформировалась структура организационно-технологических связей, отражаемая графом ОТС;
сохранялась последовательность их осуществления;
максимально полно использовалась производственная площадь.

Отклонения от заданных условий приводят к определенным экономическим потерям в процессе производства (рост объема незавершенного производства, вспомогательной рабочей силы для внутрипроцессной транспортировки полуфабрикатов и т.д.).

Функциональная модель проектирования планировочных решений приведена на рисунке 11.1.

Размещение оборудования в швейном потоке и потоков в цехе с помощью ЭВМ осуществляется поэтапно:

- выделение специализированных участков;
- выбор транспортных средств;
- проектирование планировочных решений выделенных участков;
- размещение участков на плане цеха.

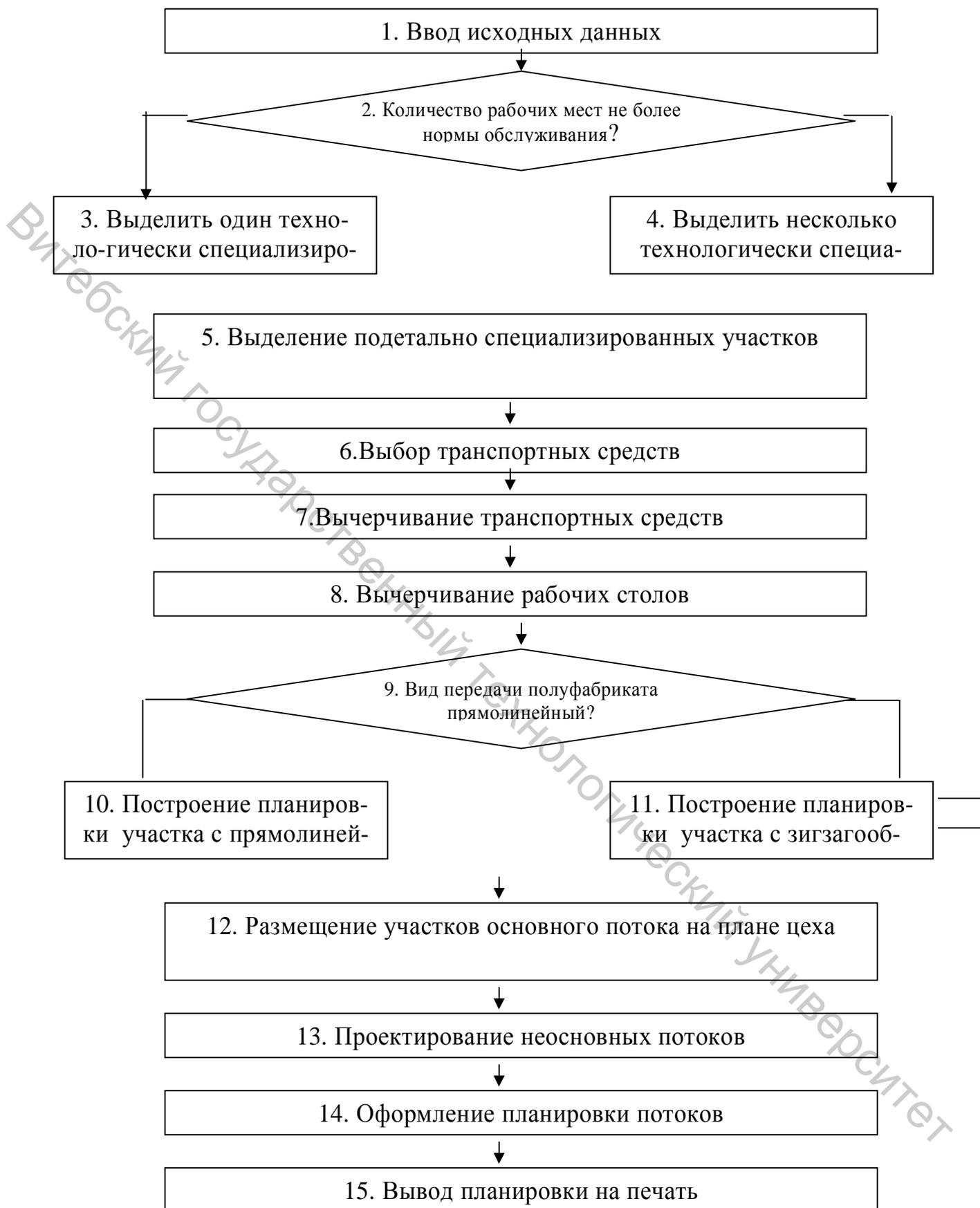


Рисунок 11.1 - Функциональная модель проектирования планировочных решений

11.2 Выделение специализированных участков

На первом этапе проектирования плакировочных решений швейных потоков формируют *технологически-специализированные участки* (ТСУ) и *подетально-специализированные участки* (ПСУ).

В швейных потоках средней и большой мощности по технологическому признаку выделяют участки заготовки деталей, монтажа и окончательной отделки изделия. Необходимость такого членения потока на ТСУ вызвана существующим нормами их обслуживания, которые в среднем составляют 10-15 человек (бригада) и 25-30 человек (секция).

Выделение ТСУ осуществляют на основе информации о заготовительных, монтажных и отделочных операциях потока. Подсчитывая количества исполнителей на указанных участках обработки изделия и сопоставления его с нормами обслуживания, определяют необходимость выделения ТСУ.

Если количество исполнителей на участке превышает допустимые пределы норм, то ТСУ делится на несколько специализированных участков (групп). Например, поток может иметь две-три группы заготовки. И наоборот, если количество исполнителей меньше низшего предела нормы, то возможно объединение нескольких участков (например, образование монтажно-отделочной секции).

Следующим этапом членения потока является выделение подетально-специализированных участков (ПСУ). Выделение ПСУ связано как с технологической специализацией отдельных этапов обработки изделия, так и с сокращением продолжительности производственного цикла изготовления изделия за счет параллельной обработки отдельных узлов и деталей.

Формирование ПСУ производят путем анализа структуры графа ОТС. Первоначально математически описываются узлы, обработка которых отражается параллельными ветвями на графе ОТС. Для этого подсчитывают длительности всех путей, начиная от исходной до конечной вершины графа и располагают их в порядке убывания численных значений. Длительность путей определяют суммированием числа исполнителей. Все пути записывают последовательно порядковыми номерами организационных операций, входящих в каждый путь. Перечень вершин графа, представляющих своей последовательностью максимальные пути, в технологическом смысле являются подетально-специализированными участками (группами по обработке отдельных деталей).

Выделение ПСУ имеет смысл только при относительно простой структуре связей графа ОТС, позволяющей сохранить параллельную обработку узлов изделия. При наличии сложной структуры организационно-технологических связей операций ПСУ не выделяются.

11.3 Выбор транспортных средств. Проектирование планировочных решений выделенных участков

При выборе транспортных средств необходимо руководствоваться условиями работы потока, и стремиться выбрать минимально необходимое количе-

ство их видов. К основным условиям работы потока, определяющим выбор транспортных средств, относятся:

- вид обрабатываемого изделия;
- специализация участка;
- кратность операций,
- наличие возвратов.

На основе данной информации, а также сведений о применении транспортных средств, их выбор можно формализовать (таблица 11.1).

Таблица 11.1- Выбор транспортных средств

Условия выбора транспортных средств				Рекомендуемые транспортные средства
Вид изделия	Специализация участка	Максимальная кратность операции	Наличие возвратов	
Пальто, полупальто, пиджак и т.п.	заготовка	1;2	Нет	Бесприводные средства для агрегатного расположения рабочих мест
			Есть	Бесприводные средства для группового расположения рабочих мест
	монтаж	1;2	Нет	Ленточный конвейер
			Есть	Транспортер с автоматическим адресованием
		Более двух	Нет	Конвейер КМ
			Есть	Транспортер с автоматическим адресованием
Брюки, сорочки	Заготовка монтаж	1;2	Нет	Зажимные устройства
			Есть	Бесприводные средства для группового расположения рабочих мест
Платья, блузки	Заготовка монтаж	1;2	Нет	Бесприводные средства для агрегатного расположения рабочих мест
			Есть	Бесприводные средства для группового расположения рабочих мест
Пальто, полупальто, пиджак, сорочки, платья, блузки	Заготовка	3 в начале или конце участка	Не имеет значения	Бесприводные средства для группового расположения рабочих мест
		3 в середине участка или более трех	Не имеет значения	Транспортер с автоматическим адресованием
Пальто, полупальто, пиджак	Отделка	1;2	Нет	Подвесной цепной (винтовой) транспортер
		Более двух	Нет	Подвесной транспортер с автоматическим адресованием
Сорочки, платья, блузки, брюки	Отделка	1;2	Нет	Передвижные тележки (кронштейны)
		Более двух	Нет	Подвесной транспортер с автоматическим адресованием

Для размещения оборудования на площади цеха необходимо перейти от организационно-технологических связей между операциями к связям между рабочими местами. Для этого используют развернутый граф ОТС. На рисунке 11.2,а для операций с краткостью 2-1-3-2 показан неразвернутый граф ОТС, а на рисунке 11.2,б - соответствующий ему развернутый граф.

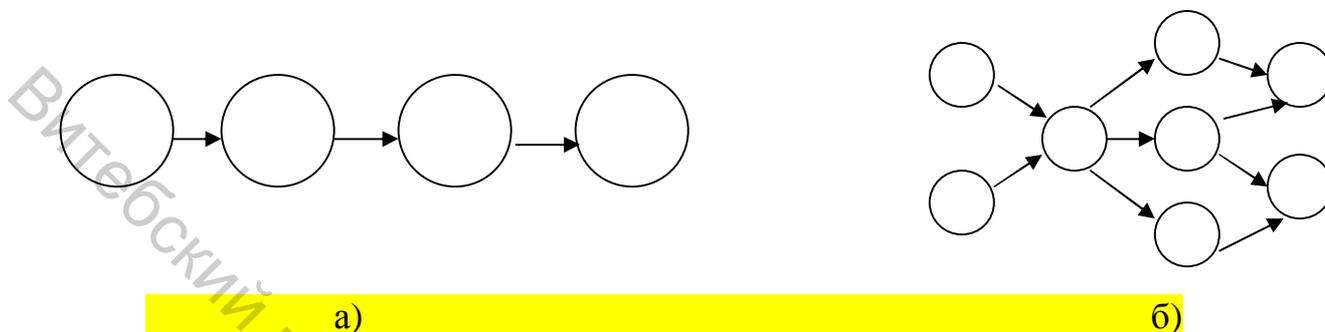


Рисунок 11.2 – Неразвернутый и развернутый графы ОТС

В развернутом графе вершины отображают рабочие места, а связи между ними - перемещение полуфабрикатов между рабочими местами. Организационно - технологические связи в этом случае преобразуются в транспортно-технологические.

Переход от одного функционального назначения связей к другому зависит от вида применяемых транспортных средств, от габаритов рабочих мест, их конфигурации, правил сочленения их между собой и правил подачи полуфабрикатов на рабочие места. Для одной и той же схемы организационно-технологических связей может существовать несколько вариантов планировки оборудования.

Особенно большим разнообразием отличается групповое расположение рабочих мест для организационных операций с определенной кратностью. В зависимости от характера сочленения оборудования можно подобрать несколько схем планировочных решений рабочих мест.

При проектировании потока из них выбирают одно, оптимальное. Критериями для выбора служит занимаемая потоком площадь и возможность дальнейшей непрерывной передачи полуфабриката на следующие рабочие места самими исполнителями.

11.4 Размещение участков на плане цеха

Для размещения участков на плане цеха используют приближенные методы, позволяющие получить квазиоптимальное решение (не являющееся строго оптимальным, но достаточно близкое к нему по совокупности критериев).

Исходными данными для размещения участков в потоке являются:

- область размещения (план швейного цеха) прямоугольной формы. Она задается длинами сторон (координаты левого нижнего угла $x = 0$; $y = 0$);
- существующие элементы прямоугольной формы (колонны, главный проход, запретные зоны) задаются размерами сторон и координатами их цен-

тров относительно начала координат;

- размещаемые элементы прямоугольной формы (участки) задаются размерами сторон;

- связь между размещаемыми элементами (передача полуфабрикатов) отражается соединяющими линиями, точки привязки которых задаются координатами с центром осей в левом нижнем углу.

Ограничениями служат следующие условия:

- размещаемые элементы не должны пересекаться между собой и пересекать границы цеха;

- размещаемые элементы должны находиться на расстоянии друг от друга не менее 1,1 м; от существующих элементов - 0,4 м; от боковых стен цеха - 1,5 м;

- элементы должны быть расположены параллельно сторонам цеха.

Данная задача является многовариантной, т.е. может быть получено несколько решений. Критерием их оптимальности является суммарная длина связей L между элементами:

$$L = \sum_{k=1}^n l_k ,$$

где l_k - длина k -ой связи, зависит от расположения размещаемых элементов и определяется как длина кратчайшей ломаной, не пересекающей элементы и соединяющей заданные точки.

Первая часть решения планировочной задачи в швейном цехе (выделение участков и их планировка) легко реализуется как в ручном, так и машинном варианте. Однако вторая часть задачи (размещение участков на плане цеха) в изложенной постановке затруднена вследствие большого числа возможных вариантов, поэтому ее реализация осуществляется с использованием ЭВМ только в диалоговом режиме.

12 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Система САМ/САД «Julivi», совместимая с разными видами оборудования (плоттеры, дигитайзеры, системы автоматического раскроя), обеспечивает гибкое управление производством, дает возможность повышения производительности труда, мобильности и интеграции.

Помимо рассмотренных в разделах 7 и 8 АРМ «Технологическая последовательность» и АРМ «Схема разделения труда» разработан целый ряд автоматизированных рабочих мест для решения отдельных производственных задач.

АРМ «Техописание модели»

Рабочее место предназначено для формирования документов технического описания модели:

- общего описания модели, включая рисунок, текстовую часть и нормативные документы;

- таблицы измерений изделия в готовом виде;

- ведомости фурнитуры на изделие.

АРМ предоставляет возможность описания фурнитуры для изделия и разработки конфекционных ведомостей на заказы, позволяет работать как с реальными моделями, созданными с помощью АРМ «Конструктор», так и с прототипами моделей, если техописание создается раньше, чем реальные модели.

Рисунки моделей представляются на экране и выводятся на печать в виде галереи рисунков.

Разработка конфекционных ведомостей. На базе информации из конфекционных ведомостей производят расчеты потребности в материалах и фурнитуре на отдельные заказы или на производственную программу предприятия, формируют заявки на материалы и фурнитуру.

На печать выводятся:

- документы технического описания модели;

- конфекционные ведомости материалов и фурнитуры;

- документы расчетов потребности в материалах и фурнитуре.

АРМ «Планирование заказа»

Рабочее место предназначено для управления раскроем ткани в ходе выполнения заказа. На нем последовательно решаются две задачи: планирование раскроя и, при необходимости, расчет кусков.

Планирование раскроя решает задачи управления раскладкой и подготовкой данных для расчета кусков:

- предварительный ввод информации о заказах с описанием поставок;

- ввод информации о сырье, поступившем для выполнения заказа, либо привязка к заказам информации об остатках полотна и фурнитуры на складах;

- при отсутствии информации о моделях, разработанных в САПР – предварительный ввод информации о материалах, размерах/ростах изделий;

- ввод размерно-цветовой шкалы заказа;

- формирование актов кроя как частей общей шкалы заказа;

- привязка модели к артикулам, цветам, рисункам полотна;

- расчет комплектовок раскладок, необходимых для выполнения заказа и выдача задания на раскладку;

- предварительный анализ условий выполнения заказа с использованием информации о длинах раскладок;

- вывод на печать документов предварительного расчета (шкала заказа, таблица раскладок, таблица разбивки полотен по цветам, таблица настилов, таблица расхода ткани, справка по модели).

Расчет кусков решает задачу минимизации отходов при настилении ткани при условии предварительного промера ткани и использовании паспортов кусков:

- выбор кусков для расчета;

- расчет кусков, получение карт кроя согласно заданным актам кроя и печать документов по итогам расчета (карта раскроя, показатели использования ткани, итоги по цветам, итоги по изделиям, итоги по артикулам-цветам, спецификация кусков, ведомость нерациональных остатков);
- пересчет шкалы актов кроя по результатам расчета.

АРМ «Календарное планирование»

Рабочее место предназначено для составления и оперативного изменения графиков загрузки предприятия. На нем используются данные, предоставляемые АРМ «Кладовая кроя» и АРМ «Склад готовой продукции», а также данные об остатках складов по ткани и фурнитуре. Основные функции:

- ввод информации о заказах на сезон;
- формирование поставок или планов на период для АРМ «Планирование заказа»;
- составление предварительного плана загрузки потоков на сезон с учетом специализации потоков;
- составление оперативно-диспетчерских планов на месяц с учетом незавершенного производства;
- выдача задания на проработку заказов подготовительному производству с указанием потоков-исполнителей и количества изделий в актах кроя;
- обработка информации, поступающей из кладовой кроя и склада готовой продукции для слежения за движением кроя и сдачей продукции на склад;
- учет специализации потоков при выборе графика запуска моделей;
- создание особых графиков рабочего времени для каждого потока.

На печать выводятся:

- календарные графики выдачи расчетов, выдачи кроя, сдачи изделий на склад;
- производственная программа предприятия;
- планы для раскройного и подготовительного цехов;
- производственная программа для САПР;
- графики выдачи расчетов и кроя.

АРМ «Склад сырья»

Рабочее место используется для учета ткани в подготовительном производстве:

- учет прихода сырья на склад;
- учет расхода сырья (выдача необходимых документов: приказ на отпуск для раскройного цеха, сторонних организаций и своих сотрудников);
- учет остатков по складу;
- выдача оборотных ведомостей и товарных отчетов;
- выдача печатных форм для ПДО и других служб.

АРМ «Склад фурнитуры»

Рабочее место предназначено для учета движения фурнитуры, контроля комплектации заказов, контроля выдачи фурнитуры в пошивочные цеха и на склад готовой продукции. Основные функции:

- учет прихода фурнитуры на склад (поставщик, дата поставки, тип, ассортимент фурнитуры с его геометрическими и стоимостными характеристиками);
- формирование прихода фурнитуры потребности в фурнитуре на заказ;
- учет расхода фурнитуры (выдача необходимых документов: приказ на отпуск для пошивочного цеха, сторонних организаций и своих сотрудников);
- учет остатков по складу;
- выдача оборотных ведомостей и товарных отчетов;
- выдача печатных форм для ПДО и других служб.

АРМ «Кладовая кроя»

Рабочее место предназначено для учета кроя, снимаемого с настила и выдачи кроя в пошивочные цеха по маршрутным листам. Основные функции:

- учет прихода кроя в кладовую согласно картам кроя;
- учет расхода кроя по маршрутным листам и картам;
- выдача сальдовых ведомостей по моделям, артикулам и цветам;
- выдача товарных отчетов и оборотных ведомостей за определенный период времени;
- выдача печатных форм для ПДО и других служб.

АРМ «Склад готовой продукции»

Рабочее место предназначено для учета сдачи продукции из швейных цехов по маршрутным листам и справкам о переделках брака. Основные функции:

- учет прихода готовой продукции на склад. Входной информацией являются маршрутные листы, которые вводятся в автоматическом или ручном режиме;
- учет отгрузки готовой продукции;
- учет остатков по складу;
- выдача оборотных ведомостей и товарного отчета;
- выдача печатных форм для ПДО и других служб.

АРМ «Учет труда сдельщиков»

Предназначается для учета выполнения технологических операций пошива каждым работником. Основные функции:

- создание и печать карточек учета выполнения технологических операций на основе технологических операций на основе технологической последовательности обработки изделия;
- ввод информации из заполненных карточек учета;

- расчет итоговых ведомостей, индивидуальных данных о сдельном заработке и калькуляции по заработной плате.

АРМ «Расчет себестоимости»

Рабочее место предназначено для учета расчета себестоимости изделий о материальных и трудовых затратах. Исходные данные формируются в процессе расчета ткани и фурнитуры и нормировании затрат времени на пошив изделия. Основные функции:

- составление ценовых справочников материалов и фурнитуры;
- расчет себестоимости изделия на основе следующих данных:
 - затраты сырья, полученные из данных о раскладках и расчете кусков;
 - затраты фурнитуры и вспомогательных материалов, полученные из данных технописания модели;
 - цены на сырье, фурнитуру и вспомогательные материалы, полученные из данных АРМ «Склад сырья» и АРМ «Склад фурнитуры»;
 - затраты на оплату труда, полученные из данных нормирования;
 - прочие затраты, вводимые по усмотрению пользователя;
 - присвоение артикула изделию;
 - расчет цены изделия на основе данных о себестоимости и прочих затратах, вводимых по усмотрению пользователя;
 - поиск информации по интересующему объекту калькуляции в базе данных на указанную дату;
 - генерация результирующих данных для печати.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные в данном пособии направления, подходы и методы автоматизации проектирования одежды в САПР, позволяют говорить об их перспективности для швейной отрасли

Создание САПР характеризует новое научно-техническое направление в проектировании и определяет более высокий уровень применения вычислительной техники, чем только использование ЭВМ для решения отдельных проектных задач. Развитие систем автоматизированного проектирования приведет к созданию новых теорий и методов, учитывающих необходимость математического моделирования объектов проектирования. Изменение организационно-технического уровня проектирования, несомненно, приведет к улучшению качества продукции.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Раздомахин, Н. Н. Аспекты антропометрического обеспечения одежды: трёхмерные координаты на фотоизображениях фигуры человека / Н. Н. Раздомахин // Швейная промышленность. – 2006. – №1. – С.45-46.
2. Лазарев, В. А. Краткий обзор систем боди-сканирования / В. А. Лазарев // Швейная промышленность. – 2003. – №5. – С.14-15.
3. Короткова, И. В. Обзор швейных САПР (возникновение и развитие) / И. В. Короткова, С. В. Мелкова // Швейная промышленность. – 2002. – №5. – С.40-42.
4. Системы автоматизированного проектирования типовые элементы, методы и процессы / Д. А. Аветисян [и др.]. – Москва : Издательство стандартов, 1985. – 130 с; с ил.
5. Моисеев, Н. Н. Математика ставит эксперимент / Н. Н. Моисеев. – Москва : Наука, 1979. – 78 с.
6. Автоматизация процесса проектирования одежды. Обзорная информация // Швейная промышленность. – 1986. – Вып. 3. – 76 с.
7. Трухан, Г. Л. К совершенствованию процесса конструирования одежды промышленного производства / Г. Л. Трухан, Н. Д. Кузнецова // Известия вузов «Технология легкой промышленности». – 1974. – № 5. – С. 85-88.
8. Баркова, Л. С. Разработка метода автоматизированного проектирования мужской одежды с учетом конструктивно-технологических характеристик форм деталей : автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. / Л. С. Баркова. – Москва, 1984. – 24 с.
9. Баркова, Л. С. Совершенствование процесса проектирования мужской верхней одежды с использованием ЭВМ / Л. С. Баркова, Л. Д. Вашковьяк, Г. С. Ивлева. – Москва : ЦНИИТЭИлегпром, Обзорная информация, 1987. – Вып.7. – 60 с.
10. Конструирование одежды с элементами САПР / Е. Б. Коблякова [и др.] ; под ред. Е. Б. Кобляковой. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 464 с.
11. Применение ЭВМ для проектирования швейных потоков / В. Е. Мурыгин [и др.] // ЦНИИТЭИлегпром, Обзорная информация, – Вып. 3. – 1985. – 58 с.
12. Three dimensional design - new course for industry. Apparel World, 1985, p.108-109.
13. Богушко, А. А. Разработка принципов и методов автоматизированного проектирования одежды : автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. / А. А. Богушко. – Москва, 1979. – 31 с.
14. Сухарев, М. И. Принципы инженерного проектирования одежды / М. И. Сухарев, А. М. Бойцова. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 272 с.
15. Сысоева, И. А. Разработка метода построения приближенной развертки поверхности манекена на базе современных технических средств : автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. / И. А. Сысоева. – Москва, 1982. – 24 с.

16. Попыкина, О. И. Разработка аналитических методов расчета разверток деталей одежды : автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. / О. И. Попыкина. – Москва, 1984. – 24 с.
17. Трутченко, Л. И. Разработка элементов автоматизированного процесса проектирования конструкции одежды на базе развертки поверхности манекена : автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. / Л. И. Трутченко. – Ленинград, 1984. – 21 с.
18. Самсарян, Г. А. К разработке базовых конструкций производственной одежды / Г. А. Самсарян, М. И. Сухарев // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1974, – № 1, – С. 82-84.
19. Момот, Т. В. Конструирование женского платья с использованием ЭВМ / Т. В. Момот, Е. Б. Коблякова // Экспресс-информация. Швейная промышленность в СССР. – 1980. – № 8. – 15 с.
20. Братковская, О. Е. Разработка структуры процесса конструктивного моделирования при автоматизированном проектировании одежды : автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. / О. Е. Братковская. – Москва, 1988. – 22 с.
21. Красильникова, А. В. Разработка способа автоматизированного проектирования конструкций одежды различных кроев на фигуры с отклонениями от типового телосложения : автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. / А. В. Красильникова. – Москва, 1986. – 23 с.
22. Бескорвайная, Г. П. Разработка типовых конструкций женской верхней одежды для фигур различного телосложения : автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. / Г. П. Бескорвайная. – Москва, 1982. – 21 с.
23. Основные концепции построения САПР "Автокрой" / О. Л. Родионова [и др.] // Швейная промышленность. – 1992, – № 2, – С. 8.
24. Совершенствование процесса конструирования одежды в САПР "Автокрой" / А. Н. Чуракова [и др.] // Швейная промышленность. – 1993. – № 2. – С. 12-14.
25. Контурная обработка деталей низа обуви / В. З. Карасик [и др.]. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 51 с.
26. Завьялов, Ю. С. Сплайн-функции - универсальный математический аппарат для представления и обработки графической информации в машиностроении. Методы сплайн-функций / Ю. С. Завьялов // Вычислительные системы. – 1976. – Вып.68.
27. Мурыгин, В. Е. Основы функционирования технологических процессов швейного производства : учебное пособие для вузов и ссузов / В. Е. Мурыгин, Е. А. Чаленко. – Москва : Спутник, 2001. – 299 с.
28. Современные формы и методы проектирования швейного производства : учебное пособие для вузов и ссузов / Т. М. Серова [и др.]. – Москва : МГУДТ, 2004. – 288 с.
29. Голубкова, В. Т. Автоматизация технологической подготовки швейного производства : учебное пособие / В. Т. Голубкова. – Витебск : ВГТУ, 1996. – 118 с.

Учебное издание

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Курс лекций

Составители:

ТРУТЧЕНКО Любовь Ивановна
ИВАШКЕВИЧ Елена Михайловна

Редактор Л.А.Ботезат
Технический редактор Н.В.Карпова
Корректор Е.М.Богачева
Компьютерная верстка Н.В.Карпова

Подписано к печати 26.01.09г. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1. Гарнитура «Таймс». Усл.-печ.листов . Уч.-издат.листов 7,0. Тираж 215 экз. Зак. № 37.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, г.Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»
Лицензия №02330/0133005 от 1 апреля 2004г.