

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

САПР технологических процессов

Методические указания по изучению дисциплины для студентов
специальности 1-50 01 02
«Конструирование и технология швейных изделий»
заочной формы обучения
на базе среднего специального образования
Издание второе, дополненное

Студент _____

Группа _____

Витебск
2017

УДК 687.016:658.011.56

Составитель:

Е. М. Ивашкевич

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 5 от 23.06.2017.

САПР технологических процессов : методические указания по изучению дисциплины / сост. Е. М. Ивашкевич. - 2-е изд., доп. – Витебск : УО «ВГТУ», 2017. – 75 с.

Методические указания по изучению дисциплины «САПР технологических процессов» составлены в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-50 01 02 2013. В них представлен теоретический материал, позволяющий студентам-заочникам самостоятельно изучить отдельные темы. Лабораторная работа позволяет студентам ознакомиться с принципами проектирования технологического процесса изготовления швейных изделий в рамках САПР «АвтоКрой» и системы АРМТ. Для подготовки к программированному контролю знаний представлены примеры вопросов для тестирования.

УДК 687.016:658.011.56

© УО «ВГТУ», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	4
1.1 Общие сведения об автоматизации проектирования.....	4
1.2 Автоматизация проектирования технологических процессов изготовления швейных изделий (ТПШИ).....	9
1.3 Автоматизация проектирования технологических схем потоков.....	17
1.4 Автоматизация проектирования планировочных решений швейных цехов.....	24
1.5 Характеристика промышленных систем автоматизированной подготовки производства швейных изделий.....	29
1.6 Автоматизация процессов управления производством в САПР «Julivi».....	39
1.7 Общие сведения о системе САПР «Автокрой»	43
2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	46
Лабораторная работа 1. Проектирование технологической последовательности изготовления швейных изделий в САПР «АвтоКрой».....	46
Лабораторная работа 2. Изучение способа проектирование технологии в системе «АРМТ».....	56
3 ТЕСТЫ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ	63
3.1 Режимы проектирования, виды информации.....	63
3.2 Проектирование ТПШИ	64
3.3 Проектирование технологических схем и планировок	67
3.4 САПР лекал и раскладок	71
ЛИТЕРАТУРА	74

ВВЕДЕНИЕ

Практическая реализация задач автоматизации проектирования происходит в рамках систем автоматизированного проектирования – САПР. Проблема создания и успешной реализации САПР может быть решена только при наличии соответствующих инженерных кадров. К категории инженеров-пользователей САПР должны относиться выпускники высших учебных заведений по всем специальностям, связанным с проектированием различных объектов.

Целью преподавания дисциплины «САПР технологических процессов» для студентов специальности 1-50 01 02, специализаций 1-50 01 02 01 «Технология швейных изделий» и 1-50 01 02 02 «Конструирование швейных изделий» является изучение методов и технических средств автоматизации работ технологической подготовки швейного производства, а также развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основные задачи дисциплины – формирование знаний и навыков в области технологии швейного производства, обеспечивающих квалифицированное участие инженера-технолога в подготовке моделей для запуска в производство.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Общие сведения об автоматизации проектирования

Процесс проектирования и изготовления швейных изделий – это совокупность взаимосвязанных процессов в условиях промышленного производства. Расширение ассортимента швейных изделий, усложнение оперативного учета требуют создания и внедрения на предприятиях автоматизированных информационных систем.

Комплексная автоматизация управления швейным предприятием предусматривает работу системы для осуществления организации и планирования всех ресурсов предприятия, которые необходимы для осуществления производства, закупок сырья и продажи готового продукта, учета в процессе производства, и подразумевает управление всеми производственными процессами в рамках одной системы с единой базой данных.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) 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.

САПР должна контролировать и координировать 5 основных направлений работы швейного предприятия.

Информационное направление. Данные о модели, разработанной конструктором – площадь лекал, длина швов, техническое описание на модель, спецификация лекал, табель мер, схемы дублирования – используют для выполнения раскладок лекал, для расчета кусков материалов в настилы; нормирования затрат времени на выполнение операций, для планирования заказов с учетом имеющихся размеро-ростов.

Материальное направление – учет сырья, фурнитуры, готовой продукции в многообразии цветов, артикулов, размеров, остатков, возвратов, отложенного производства, а также контроль общего материального потока.

Технологическое направление – наличие программных модулей, которые учитывают технологические особенности швейного производства (возможность автоматизированного раскроя, учет мест расположения пороков на ткани при настилении и раскрое). Эти модули должны автоматизировать разработку и ведение нормативной документации технологического процесса и передавать их для расчета финансовых документов.

Плановое направление – сопровождение движения заказов во время всего производственного цикла от момента появления до отгрузки.

Финансовое направление – получение точных и своевременных отчетов и другой финансовой документации по технологическим процессам на каждом участке.

Курс «САПР технологических процессов» рассматривает автоматизацию следующих задач технической подготовки производства:

- составление технологического процесса на новую модель одежды;
- разработка технологической схемы производственного потока;
- проектирование планировочных решений швейных потоков.

Проектирование – процесс, заключающийся в преобразовании исходного описания объекта в окончательное на основе выполнения 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 и приводит к появлению иерархических уровней в представлениях о проектируемом объекте. На каждом уровне используются свои понятия системы и элементов.

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.

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.

Вся используемая в САПР информация делится на входную, промежуточную и выходную.

Входная информация поступает в систему по каналам связи и состоит из оперативной и условно-постоянной (в некоторых литературных источниках она называется нормативно-справочной).

Оперативная информация не является постоянной, она изменяется каждый раз от проекта к проекту. Эта информация отражает переменную часть исходных данных для проектирования. Например, в системе проектирования технологии оперативная информация — это описание конструкции изделия, его художественного оформления, применяемых материалов. В системе проектирования технологических схем такой информацией является перечень технологических операций по обработке изделия.

Время нахождения оперативной информации в системе довольно непродолжительное. Оно ограничивается завершением полного цикла одного проекта. После этого вводится очередная совокупность данной информации для следующего проекта.

Для оперативной информации является обязательным ее кодирование, т. е. описание на языке, воспринимаемом ЭВМ.

Условно-постоянная информация отражает сведения о производственных условиях и ограничениях, о нормативно-технических документах, регламентирующих процесс проектирования и т. п. Она хранится в ЭВМ длительное время

и постоянно пополняется новыми сведениями, например, о парке оборудования, о новых инструкционных материалах, касающихся процесса проектирования. Данная информация должна представляться в виде массивов, удобных для пополнения. Например, для САПР технологии такой информацией являются методы обработки деталей и узлов, применяемое для них оборудование, условия выбора каждого метода и т. п. Для САПР технологических схем условно-постоянная информация включает записанные математически требования к комплектованию неделимых операций в организационные.

Промежуточная информация, производимая в системе на различных этапах проектирования, используется в качестве исходной информации для решения задач последующих этапов. Как правило, эта информация не выводится на печать, но может отражаться при необходимости на экране дисплея.

Выходная информация формируется по результатам проектирования. К ней относятся выходные документы, отражающие непосредственно цель проектирования. Как правило, их представляют в форме, традиционно принятой в отрасли или на предприятии.

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.

Математическое моделирование является основой автоматизации проектирования. В технологическом проектировании чаще всего используются структурные модели объектов проектирования, отражающие их состав и взаи-

мосвязь, 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, полнота решаемых задач. Важнейшей работой данной стадии создания САПР является обучение специалистов-пользователей автоматизированному проектированию.

По характеру и степени участия человека и использования ЭВМ при проектировании различают несколько режимов проектирования в САПР.

Ручной (неавтоматизированный) режим характеризуется выполнением проекта без помощи ЭВМ.

Автоматизированное проектирование является частично автоматизированным, если часть процедур в маршруте выполняется человеком вручную, а часть – с использованием ЭВМ. Такой режим обычно отражает невысокую степень автоматизации проектирования.

Диалоговый (интерактивный) режим является более совершенным режимом. При нем все процедуры выполняются с помощью ЭВМ, 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 представлена возможность в любой момент прервать автоматические вычисления на ЭВМ, то диалог называется активным.

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

Автоматический режим характеризуется выполнением процесса проектирования по формальным алгоритмам на ЭВМ без вмешательства человека в ход решения. В технологическом проектировании данный режим практически не применяется из-за большого числа эвристических трудноформализуемых процедур.

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 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 и т. п.

Однако большую часть технологического проектирования составляют неформализованные задачи, для которых нет формальных методов решения,

т. е. невозможно без привлечения опыта и интуиции технолога получить необходимые решения. 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 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 проектирования является единым для большинства неформализованных задач. Для передачи ЭВМ функций технолога-проектировщика необходимо смоделировать его деятельность по решению конкретной задачи. Технолог 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.

Принцип выбора типового решения открывает широкие возможности для автоматизации технологического 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 ЭВМ.

1.2 Автоматизация проектирования технологических процессов изготовления швейных изделий

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

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.

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 1.1), а оперативная информация – это код изделия, составляемый по соответствующему классификатору и отражающий модельно-конструктивное построение изделия.

Таблица 1.1 – 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. 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 конкретный технологический процесс. Данное условие выражается кодом узла (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – 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 объе-

ма. 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 1.3) выбираются лишь коды операций, которые затем расшифровываются по справочнику (таблица 1.4), где каждая операция записывается один раз.

Таблица 1.3 – Справочник выбора кодов операций

Код узла	Коды операций
1	2

Таблица 1.4 – 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 1.1.

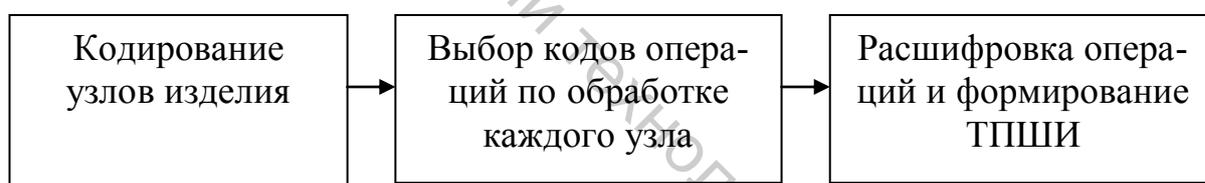


Рисунок 1.1 – Функциональная модель процесса проектирования ТПШИ

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.

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. Каждый узел классифицирован по трем признакам, на каждый признак отведено по два знака. Таким образом, полный код любого узла состоит из восьми позиций (рисунок 1.2).

Некоторые узлы кодируют по двум признакам, но полный код состоит из восьми позиций, а 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.



Рисунок 1.2 – Структурная схема кодирования узлов

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. Ряд узлов характеризуется не только по модельно-конструктивному признаку, но и по способу соединения с основной деталью.

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 1.5).

Таблица 1.5 – Справочник диапазонов

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

В справочнике наименований операций (таблица 1.6) все операции по обработке клапана расположены в диапазоне кодов операций от 1501 до 1550. Технологически обоснованную последовательность выполнения операций необходимо 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 1.6 – 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.

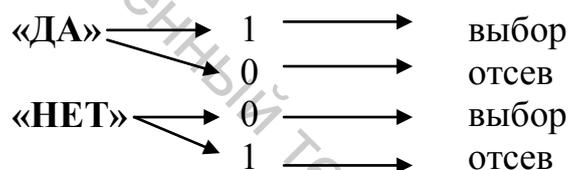
Справочник условий (таблица 1.7) отражает ситуации, в которых появляется возможность различной обработки.

Таблица 1.7 – Справочник условий (фрагмент)

Код условия	Наименование условия
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» (таблица 1.7) в этом случае записывается код узла.

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 отсеивании 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 1.8 приведена компактная усовершенствованная структура справочника выбора кодов операций.

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».

Таблица 1.8 – 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

Операции, относящиеся к переду, будут собираться под соответствующим заголовком по мере анализа различных узлов, в которых они встречаются – соединение частей передка, 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 передка». 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.

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 отсеивании 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 клавиатура.

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 наименования справочника операций.

Предпосылки принципиального изменения способа автоматизированного 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.

1.3 Автоматизация проектирования технологических схем

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 1.9 представлена матрица смежности для графа, изображенного на рисунке 1.3. В ячейках матрицы указывается «1», если вершины смежные, и «0», если они не имеют связи.

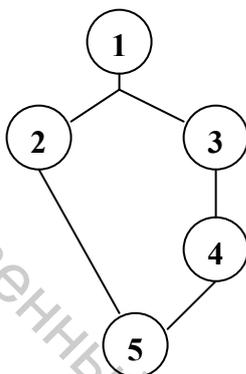


Рисунок 1.3 – Фрагмент графа ТП

Таблица 1.9 – 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	-

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.

1. Основное условие согласования (равенство или кратность продолжительности организационной операции такту потока).

Его можно записать в виде неравенства

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

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);
 τ – такт потока;
 α – допустимое относительное отклонение длительности организационной операции от такта потока ($\alpha = 0,1-0,15$).

2. Совместимость специальностей технологических операций, входящих в состав одной организационной операции.

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 1.10). 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 1.10 – 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.

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.

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:

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

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:

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

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

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 1.4 представлены основные способы (приемы) комплектования технологических операций в порядке уменьшения их эффективности.

Последовательно-смежная комплектация (рисунк 1.4 а) характеризуется сокращением числа организационно-технологических связей из-за объединения нескольких операций. Этот способ обеспечивает поузловую обработку изделия.

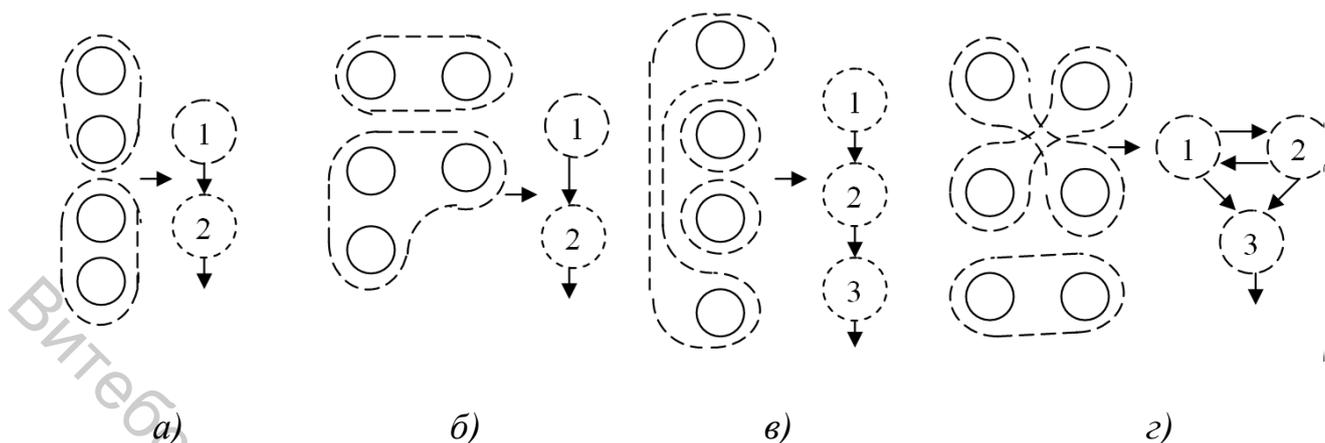


Рисунок 1.4 – Способы комплектации технологических операций

Параллельно-смежная комплектация (рисунок 1.4 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 1.4 в) характеризуется объединением несмежных технологических операций, лежащих на одном пути. Количество ОТС не сокращается, имеются возвраты.

Параллельно-несмежная комплектация (рисунок 1.4 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.

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 1.5 представлена 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.



Рисунок 1.5 – Блок-схема проектирования технологических схем

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.

Проектирование организационно-технологической схемы в системе «Eleandr CAPP» и «Julivi»

Система «Eleandr CAPP» позволяет выводить на печать или отображать на экране результаты проектирования в формате готовых технологических до-

кументов. Формирование 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.

АРМ «Схема разделения труда» в системе «Julivi» предназначена комплектования неделимых операций. 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;
- потребность в оборудовании;
- коэффициент механизации.

На печать выводятся:

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

1.4 Автоматизация проектирования планировочных решений швейных цехов

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 производственную 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 1.6.

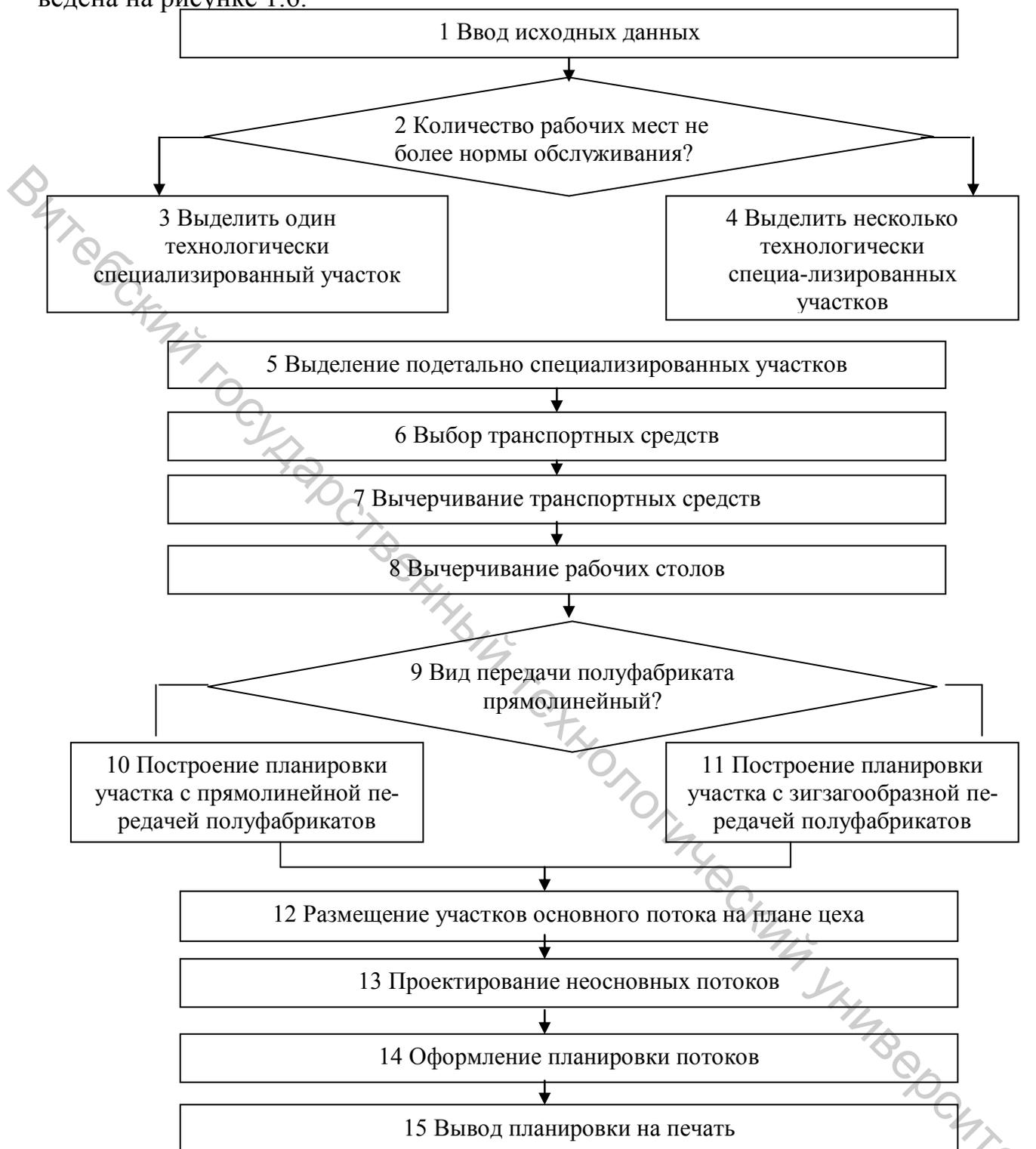


Рисунок 1.6 – Функциональная модель проектирования планировочных решений

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.

На первом этапе проектирования планировочных 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 количество 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).

Выделение подетально-специализированных участков (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.

При выборе транспортных средств необходимо руководствоваться условиями работы потока и стремиться выбрать минимально необходимое количество 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 1.11).

Таблица 1.11 – Выбор транспортных средств

Условия выбора транспортных средств				Рекомендуемые транспортные средства
Вид изделия	Специализация участка	Максимальная кратность операции	Наличие возвратов	
1	2	3	4	5
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
			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 и	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 1.7 а для операций с краткостью 2-1-3-2 показан неразвернутый граф ОТС, а на рисунке 1.7 б – соответствующий ему развернутый граф.

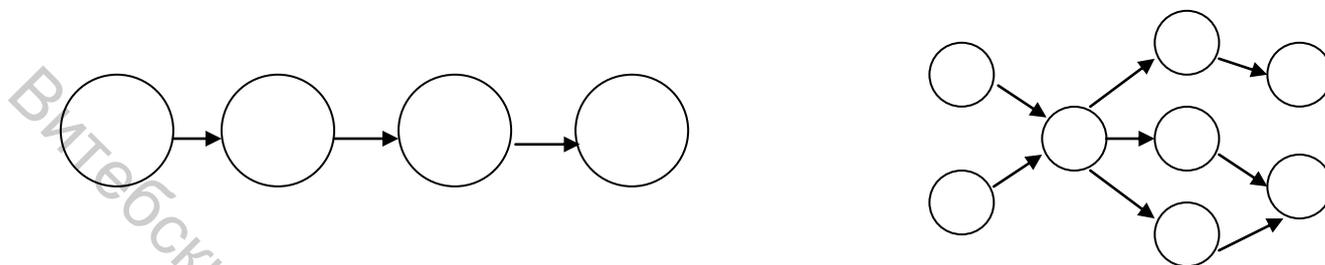


Рисунок 1.7 – Неразвернутый и развернутый графы ОТС

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.

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 центров относительно начала координат;

- размещаемые элементы прямоугольной формы (участки) задаются раз-

мерами 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:

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

где lk – 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.

1.5 Характеристика промышленных систем автоматизированной подготовки производства швейных изделий

В построении современных САПР используется модульный принцип, т. е. они скомпонованы из отдельных модулей, предназначенных для выполнения отдельных работ, и которые могут работать автономно или иметь связь с другими модулями. В современной САПР модули в совокупности реализуют практически все этапы проектирования швейных изделий.

Весь процесс проектирования швейного изделия делится на три крупных этапа:

- 1) художественное проектирование модели;
- 2) конструкторская подготовка производства;
- 3) технологическая подготовка изготовления модели.

Блок «Технолог» в современных САПР должен обладать налаженной связью с системой конструкторской подготовки и решать вопросы не только про-

ектирования технических эскизов и схем узлов обработки, но и нормирования затрат времени, формирования технологической последовательности операций, проектирования разделения труда и др.

Блок «Художник» позволяет пользователю визуализировать внешний вид изделия до создания лекал и самого изделия. Минимальной задачей, выполняемой САПР на этом этапе, является формирование технического эскиза изделия. Современные САПР предлагают пользователю возможности подбора цветового решения будущей модели, а также позволяют выполнять на эскизе иллюзию складок и фактуры материала, в том числе и трикотажа. Наличие пополняемой базы материалов позволяет реализовать примерку изделия на типовой или индивидуальной фигуре. Областью совершенствования этого блока является достижением адекватного воспроизведения трехмерной формы изделия с учетом свойств материалов.

Блок «Конструктор» традиционно включает в себя модули «Конструктивного моделирования и оформления лекал», «Градации» и «Раскладки». Развитие вычислительной техники позволило внедрить в процесс проектирования швейных изделий технологии трехмерного моделирования. Виртуальная примерка может дополняться инструментами трехмерной коррекции изделия с параллельным внесением изменений в плоские лекала, а так же возможностями подбора цветового решения модели.

Внедрение САПР на стадии подготовки раскроя позволяет получить следующие результаты:

- существенно уменьшить время на освоение и внедрение новых моделей или восстановление ранее выпускаемых;
- значительно увеличить производительность труда на этапах проектирования моделей, выполнения раскладок лекал, раскроя деталей;
- рационально использовать материалы за счет получения оптимальных раскладок;
- обеспечить возможность гибкой смены ассортимента изделий в процессе производства и оперативно реагировать на требования рынка;
- хранить неограниченное количество ранее разработанных моделей и оперативно запускать их и производство;
- улучшить условия труда исполнителей, занятых подготовкой к запуску в производство новых моделей, автоматизировать ручной монотонный труд.

На рисунке 1.8 показаны работы, выполняемые в САПР лекал и раскладок.



Рисунок 1.8 – Работы, выполняемые в САПР лекал и раскладок и их взаимосвязь

Работы по конструкторской подготовке производства одежды выполняются в следующем порядке.

1. Конструирование лекал выполняется конструктором с помощью графического редактора по какой-либо методике конструирования. Конструктивное моделирование позволяет с помощью специальных программ модифицировать ранее созданные детали, строить и оформлять лекала. Модификация осуществляется:

- путём изменения координат точек, описывающих деталь;
- изменения размеров деталей;
- изменения кривизны линий, соединяющих координатные точки детали;
- исключения отдельных участков в контуре детали.

2. Подготовка лекал к вводу в ЭВМ выполняется при «ручном конструировании». Под оцифровкой понимают ввод графической информации в ЭВМ. При этом рекомендуется следующий порядок работы:

- вычерчивание контура лекала базового размера-роста в натуральную величину (обозначение всех существующих масштабных точек; внесение в файл графов, характеризующих перемещение масштабных точек при градации и присвоение им кодов; обозначение стандартных и переменных надсечек);
- обозначение промежуточных точек на контуре лекала (нумерация по порядку всех точек на контуре);
- присвоения масштабным точкам норм приращения;
- нанесение меток (задание норм приращения меткам; занесение кодов связи, присвоенных существующим на детали точкам совмещения);

– задание алфавитно-цифровой информации.

3. Ввод лекал в ЭВМ (оцифровку) выполняет оператор с помощью преобразователя графической информации – дигитайзера или сканера. При этом решаются следующие задачи:

- ввод и редактирование геометрии лекал;
- задание правил градации в базу данных;
- запись лекал после градации в базу данных.

Введенное лекало воспроизводится на экране дисплея, проверяется визуально и при необходимости вводятся коррективы. Рекомендуется все введенные лекала вычерчивать на графопостроителе в натуральную величину для проверки.

В некоторых САПР имеется режим проверки сопряженности срезов лекал.

Ввод в систему одной детали, задание правил градации и проверка ввода визуально на экране занимает у оператора средней квалификации 5–10 минут.

4. Создание моделей – объединение деталей, раскраиваемых из одной ткани, по признаку их принадлежности к одной модели.

По каждой детали задаются следующие параметры:

- максимальный угол (или процент) поворота каждой детали относительно долевой линии;
- количество копий данной детали;
- возможность переворота детали в раскладке по оси X или Y;
- признак отступа данной детали в раскладке от других на дополнительное расстояние;
- признак парности деталей (каждая вторая копия детали поворачивается по оси X или Y);
- надписи на детали, которые показываются при выводе раскладки на графопостроитель.

В дальнейшем эти параметры используются в раскладке. Модель и её отдельные части можно визуально проверить на экране монитора. Время создания модели и ее контроль составляет 3–4 минуты.

5. Создание задания на раскладку. На данном этапе задаются условия проектирования раскладки:

- размеры, включаемые в раскладку;
- количество комплектов лекал, включаемых в обмелку;
- контрольное значение длины раскладки – предварительная норма на длину раскладки;
- параметры материала и настила:
 - ширина материала и кромки;
 - наличие ворса (исключается размещение лекал в разных направлениях);
 - наличие рисунка, требующего подгонки;
 - способ укладки полотен в настил;
 - наличие секций в настиле.

После составления задания на раскладку производится автоматическое формирование необходимого количества комплектов лекал. Они отражаются на экране дисплея в масштабе. Время создания задания на раскладку составляет 2–3 минуты.

6. Проектирование раскладок. Процедура выполнения раскладок чаще всего осуществляется в полуавтоматическом (интерактивном) режиме. На данном этапе реализуется ряд функций, обеспечивающих экономию ткани и минимизацию времени разработки раскладок:

- выталкивание лекала на свободное место при его наложении на уже размещенные лекала и обеспечение заданного межлекального зазора;
- перемещение лекала в заданном направлении до «стыковки с препятствием» (с другими лекалами) при обеспечении заданного межлекального зазора;
- деление лекала на части с образованием припусков на швы у составных частей лекала;
- поворот лекала с осуществлением контроля отклонения направления долевой линии относительно нитей основы ткани;
- точное выдерживание межлекальных зазоров, а также внесение оперативных локальных изменений величины зазора в процессе раскладки;
- возможность учета рисунка ткани при разработке раскладок лекал;
- складывание симметричных деталей пополам для размещения их по сгибу ткани.

Раскладки, созданные в автоматическом режиме, имеют худшие показатели по сравнению с раскладками, созданными в диалоговом режиме опытным оператором. В частности, их межлекальные отходы на 2–4 % больше, чем в раскладках, выполненных человеком.

Перед выполнением автоматической раскладки система анализирует лекала, подлежащие складыванию и разделяет в зависимости от площади на крупные (более 0,5 м²), средние и мелкие (менее 0,2 м²). При выполнении раскладки лекала будут уложены в порядке уменьшения площади.

Обычно автоматическая раскладка реализуется по следующему алгоритму:

1. Вначале крупные детали прямоугольной формы располагаются в углах раскладки.

2. Затем крупные и средние лекала с прямолинейными срезами размещаются срезами вдоль кромок.

3. Далее размещаются крупные и средние лекала, не имеющие горизонтальных срезов.

4. Мелкие детали укладывают в промежутках между крупными и средними.

5. В последнюю очередь размещаются детали, вытянутые по ширине раскладки.

При комбинированном режиме формирования раскладки крупные и средние лекала оператор размещает в диалоговом режиме, а мелкие детали система укладывает автоматически.

Время, затрачиваемое на выполнение двухкомплектной раскладки верхней одежды в диалоговом режиме, составляет 20 минут.

7. Зарисовка раскладки. Результаты работы САПР могут быть выведены на принтер (лекала и раскладки в уменьшенном масштабе), графопостроитель (чертежи лекал и раскладок в натуральную величину), графопостроитель с вырезающей головкой (вырезание лекал из картона, пластика) или на автоматизированную раскройную установку.

При выводе данных на графопостроитель ведется очередность вывода, при этом оператор может визуально наблюдать за вычерчиванием на экране и управлять процессом вывода, например, одновременно вычерчивать две раскладки, если они помещаются на ширине бумаги. На данном этапе существует гибкая система задания параметров и режимов вычерчивания.

Уменьшенные копии раскладок («миниаюрки») используются для контроля за раскроем.

8. Вырезание лекал. Для этой цели используются плоттеры, дополнительно снабженные головкой с режущим инструментом. Режущий инструмент может быть механическим (фреза, осциллирующий нож), луч лазера, струя воды.

9. Создание управляющих программ для автоматизированного раскроя. При наличии оборудования для автоматизированного раскроя материалов раскладки лекал не вычерчиваются на графопостроителе. Выполнение раскладки сопровождается созданием управляющих программ для автоматизированной раскройной установки (АРУ). Для работы с АРУ оператору достаточно небольшого эскиза раскладки с указанным порядком раскроя, который он использует для контроля работы АРУ.

Основным недостатком автоматизированного раскроя является высокая стоимость АРУ, к достоинствам следует отнести высокое качество кроя и значительное сокращение затрат времени на раскрой.

Время вычерчивания раскладки размером 1,5×4,0 м графопостроителем на бумаге составляет 15–20 минут, а время автоматического раскроя такого же настила – 25–35 минут.

Характеристика зарубежных и отечественных систем автоматизированной подготовки к раскрою

Мировой опыт развития САПР показывает, что современными средствами автоматизации проектно-конструкторских работ являются не универсальные графические пакеты, а специализированные конструкторские САПР, которые предоставляют пользователю широкие возможности для быстрого воплощения в моделях своих замыслов и способны самостоятельно синтезировать проектные решения в конкретной предметной области.

К современным САПР во всех отраслях промышленности предъявляются следующие основные требования:

– гибкость – способность быстро адаптироваться к изменяющимся условиям производства и быть доступными для специалистов различного уровня квалификации;

– высокий уровень автоматизации процесса проектирования;

– высокий уровень интеллектуализации (базы знаний, интеллектуальный интерфейс, оптимизация процедур и маршрута проектирования и т. п.).

Для швейной промышленности, кроме указанных требований, САПР должны обеспечивать:

– хорошую посадку проектируемого изделия на фигуре человека и удобство в динамике;

– возможность воплощения замыслов дизайнера.

Используемые в настоящее время на швейных предприятиях САПР ориентированы на выполнение примерно одинаковых операций, составляющих сущность процесса конструкторской подготовки производства

Основным преимуществом отечественных САПР является то, что они учитывают особенности конструкторской подготовки производства отечественных предприятий и развиваются в соответствии с их запросами. Большинство этих систем основано на принципах, принятых в системах «Инвэстроника» и «Гербер».

Обычно системы предназначены для цепей подготовки конструкторских и некоторых технологических аспектов швейного производства и являются модульными, многоцелевыми системами. В состав большинства зарубежных САПР обычно входят следующие программные модули автоматизированной подготовки производства:

– 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.

На предприятиях стран СНГ в основном используются 3 первых модуля.

Из зарубежных фирм, занимающихся вопросом автоматизации процессов проектирования одежды, можно выделить Assyst, Zeuze (Германия); CDI Microdynamics, GGT, Gameo (США); GIG Mobil (Бельгия), AMF Reese (Великобритания); Investronica Sistemas (Испания); Lectra Systems, Pantotus (Франция); Toray Industries (Япония) и др.

САПР Lektra создает эскиз модели, разрабатывает лекала, выполняет градацию лекал, их раскладку, лазерный раскрой материала, формирует технический пакет документации на модель. В системе затруднен контроль построения лекал.

САПР Gerber предназначена для создания эскизов одежды, построения конструкции, градации и раскладки лекал.

Возможность эксплуатации зарубежных систем на отечественных предприятиях ограничивается трудностями, связанными как со стоимостью оборудования, так и со сложностью их адаптации к условиям русскоязычных предприятий.

Среди САПР, разработанных в странах СНГ и пользующихся спросом на отечественном рынке оборудования, можно выделить ПТК «Абрис» (ЗАО «Абрис», г. Москва), «Грация» («Инфоком», г. Харьков), «АвтоКрой» (НПП «Лакшми», г. Минск), «Julivi» (САПРЛЕГПРОМ, Украина), «МИКС-Р» (НПЦ «Реликт», г. Москва), «Леко» («Вилар», г. И Москва), «Комтенс» (Комтенс Лтд, г. Москва), «Ассоль» (МФТИ, МГУДТ), «СТАПРИМ» (СПб ГУТД), «Eleandr CAD и САПР» (МГУДТ) и др. Данные системы учитывают особенности процессов проектирования одежды на отечественных предприятиях и рассчитаны на применение широкого спектра отечественного оборудования, учитывают особенности работы конкретных предприятий и развиваются в соответствии с их запросами.

Рассмотрим ряд САПР, применяемых для автоматизации процессов производства.

САПР «ЛЕКО» позволяет автоматизировать построение основных и производных лекал по нескольким размерным признакам. В системе имеется возможность применения электронных каталогов одежды. В большей мере предназначена для ателье и швейных предприятий малой мощности.

САПР «Ассоль» – универсальная система для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства, но она не охватывает весь производственный процесс. Система содержит подсистемы: «Конструирование», «Градация», «Раскладка», «Фотодигитайзер», «Ассоль-Дизайнер», «Технолог», «Расчет куска», «Технический рисунок», «Оптимальное планирование». В отличие от ЛЕКО базируется на стандартном графическом редакторе.

Система автоматизированного проектирования технологии швейных изделий «Eleandr САПР» (Computer Aided Process Planning), созданная как составная часть единой информационной среды предприятия, поддерживает связь с другими прикладными системами, позволяет использовать информацию в виде графических файлов и текстовых документов, а также передавать сформированную информацию на другие этапы проектирования и управления производ-

ством. Данная система предназначена только для автоматизации работы технолога.

САПР «Грация» автоматизирует отдельные этапы проектирования и производства одежды. Особенности этой системы: возможность корректировки лекал при изменении свойств материалов или направления моды, применение любой методики конструирования (в том числе собственной), использование приемов моделирования деталей одежды и разработки их лекал.

Система автоматизации конструкторско-технологической подготовки современного швейного производства – САПР «Комтенс» эффективно применяется в производстве автомобильных кресел и чехлов, мягкой мебели, игрушек, кожгалантереи и изделий из меха. Особенность «Комтенс» заключается в интегрированной градации лекал и динамическом построении швов. Система автоматически осуществляет градацию изделия на все требуемые размеры/роста и выполняет построение швов в соответствии с заданным припуском. Система используется в различных отраслях легкой промышленности для разработки и градации лекал.

Научно-производственным центром «Реликт» разработана и освоена в собственном швейном производстве модульная интегрированная компьютерная система проектирования одежды – «МИКС-Р» и процессы ее изготовления. Система содержит модули «Технический рисунок», «Конструирование», «Раскладка лекал», «Технолог», а также базу данных оригинальной структуры, ориентированную на производство фирменной одежды. Система предназначена для проектирования профессиональной одежды, изготавливаемой по заказам фирм, и охватывает только конструкторскую и технологическую подготовку производства.

САПР «ГРАФИС» автоматизирует конструкторскую подготовку производства с заложенными в ней известными методиками конструирования. Система может выступать в качестве самостоятельной САПР на малом производстве, а также сочетаться с крупной автоматизированной системой, ориентированной на средние и большие предприятия. Система не предназначена для автоматизации технологического процесса и получения пакета производственной документации.

В Системе «АБРИС» конструкция одежды может создаваться по методикам ЕВКО СЭВ, ЦОТШЛ и «Мюллер и сын», которые, однако, не позволяют разрабатывать конструкцию с учетом особенностей фигуры и получать идеальную посадку.

САПР «АвтоКрой» и «АвтоКрой-Т» предназначены для комплексного решения задач автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства женской, мужской и детской одежды на типовую и индивидуальную фигуру из ткани и трикотажа соответственно. В этих системах охвачен не весь процесс проектирования одежды, а только конструкторская и технологическая подготовка производства.

Характеристика технических средств САПР

Типовой комплект включает в себя:

- 6 персональных компьютеров;
- 1 дигитайзер;
- 1 принтер;
- 2 плоттера.

Персональные компьютеры используются для следующих целей:

1. База данных, на котором хранится вся информация о лекалах, моделях и раскладках.
2. Рабочее место конструктора, соединенное с дигитайзером.
- 3,4. Рабочие места раскладчиков.
5. Рабочее место управления плоттером.
6. Рабочее место управления раскройной установкой.

В настоящее время на рабочих местах, где вводят данные, устанавливаются не ПК, а более дешевый неинтеллектуальный терминал (монитор и клавиатура). Все данные хранятся на сервере – носителе базы данных для всей системы.

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. Стол дигитайзера имеет размеры 90x120 или 110x160 см. В углу стола может помещаться жидкокристаллический экран для контроля ввода данных. Ввод графической информации о контурах деталей осуществляется с помощью 16-кнопочного бесшнурного курсора. Он позволяет ввести общие данные о детали (имя детали, размер изделия и т. д.) в виде текстовой информации;
- плоттер – устройство для вывода графической информации.

Графопостроители для вычерчивания лекал и раскладок бывают трех видов:

- планшетные: бумага прижимается вакуумным отсосом. Пишущий инструмент перемещается поперек стола на конструкции, которая движется вдоль стола. Если длина чертежа превышает длину рабочего поля плоттера, то вычерчивание производится «кадрами» с подмоткой бумаги;

- рулонные плоттеры отличаются от планшетных отсутствием стола. Пишущая головка укреплена на неподвижной балке, расположенной над валом. Через вал протянута бумага – с одной стороны она сматывается с рулона, а с другой – наматывается. Контур детали вычерчивается пишущей головкой в результате перемещения бумаги взад-вперед.

- рулонно-планшетный плоттер имеет короткий стол (примерно 40 см), поэтому размер кадра небольшой.

Кроме того, в системе автоматизированного проектирования используются:

- каттер – устройство для вырезки лекал из картона, бумаги;
- стример – для создания резервных копий информации, размещенных на жестких дисках компьютера, а также для записи данных, не используемых в настоящее время,
- модем – для обмена информацией с другими компьютерами через телефонную связь: передача чертежей конструкций, зарисовок раскладок лекал, проведение консультаций и т. д.

1.6 Автоматизация процессов управления производством в САПР «Julivi»

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

Помимо 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 разработки 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 фурнитуры. Основные функции:

- ввод информации о заказах на сезон;
- формирование поставок или планов на период;
- 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 швейщиков»

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

- создание и печать карточек учета выполнения технологических операций на основе технологической последовательности обработки изделия;
- ввод информации из заполненных карточек учета;
- расчет итоговых ведомостей, индивидуальных данных о швейном 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 техописания 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.

1.7 Общие сведения о системе САПР «АвтоКрой»

Развитие САПР происходит в двух направлениях. Первое – наполнение базы данных готовыми моделями одежды. Второе – использование визуальных элементов управления. В САПР «АвтоКрой» (НПООО «Лакшми», Белоруссия) заложено развитие второго направления.

САПР АвтоКрой относится к гибким интегрированным системам, легко приспособляемым к конкретным условиям производства и способным к взаимодействию с другими программными продуктами, т. е. соответствует мировым тенденциям развития информационных технологий и всем требованиям, предъявляемым к современным САПР.

САПР «АвтоКрой» предназначена для комплексного решения задач автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства женской, мужской и детской одежды на типовую и индивидуальную фигуру из ткани и трикотажа соответственно. В этих системах охвачен не весь процесс проектирования одежды, а только конструкторская и технологическая подготовка производства.

АвтоКрой – для проектирования женской одежды из текстиля на типовые и индивидуальную фигуры.

АвтоКрой-Т – для проектирования женской одежды из трикотажных полотен на типовые и индивидуальную фигуры.

АвтоКрой-М – для проектирования мужской одежды из текстиля на типовые фигуры и индивидуальную (брюки).

АвтоКрой-Д – для проектирования детской одежды из текстиля на типовые фигуры мальчиков и девочек.

АвтоКрой-ДТ – для проектирования детской одежды из трикотажных полотен и купонов на типовые фигуры мальчиков и девочек.

АвтоКрой-Мех – для проектирования женской одежды из натурального и искусственного меха.

АвтоКрой-Спорт – для проектирования женской и мужской одежды для спорта и отдыха из трикотажных полотен (в том числе бельевой трикотаж) на типовые фигуры.

АвтоКрой-СпортД – для проектирования детской одежды для спорта и отдыха из трикотажных полотен (в том числе бельевой трикотаж) всех возрастных групп.

АвтоКрой-Шторы – для проектирования штор из любых видов материалов.

АвтоКрой-БельеД – для проектирования детского белья, в том числе и для новорожденных.

Каждый программный продукт (система) состоит из основных подсистем:

- **базовые конструкции;**
- **конструктивное моделирование;**
- **техническое размножение;**
- **припуски на швы;**
- **раскладка;**
- **технологическая последовательность.**

Подсистема «**Базовые конструкции**» обеспечивает интеллектуальную помощь конструктору при создании основы конструкции будущего изделия. Проектирование базовых конструкций осуществляется в автоматическом режиме по методикам, проверенным в эксплуатации и гарантирующим хорошую посадку на фигуре. В основу большинства алгоритмов расчета и построения базовых конструкций (БК) положена Единая методика конструирования одежды (ЕМКО СЭВ), доработанная с использованием эвристических методов и накопленного передового зарубежного и отечественного опыта, отработанная в процессе многолетнего использования ее на экспериментальном швейном производстве НПООО «Лакшми».

Подсистема «**Конструктивное моделирование**» является специальным графическим редактором, который служит для модифицирования конструкций. Модифицирование конструкций производится с помощью операций конструктивного моделирования и команд редактирования автоматически или в интерактивном графическом режиме с максимальной степенью автоматизации.

Подсистема содержит следующие операции конструктивного моделирования:

- «Модельный и технический перевод вытачки»
- «Технический перевод вытачки в талиевую»
- «Распределение вытачки»
- «Деление вытачки»
- «Изменение длины вытачки»
- «Перемещение конца вытачки»
- «Модифицирование талиевой вытачки»
- «Складки»
- «Сборки»
- «Коническое расширение»
- «Подрез»
- «Членение детали» («Членение двух и более деталей одновременно»)
- «Срез горловины»
- «Преобразование контура» («Преобразование двух и более контуров одновременно»)
- «Сужение контура» и «Расширение контура»
- «Построение волана»

Подсистема «**Техническое размножение**» обеспечивает автоматическую разработку лекал на все размеры, роста и полнотные группы методом имитации-

онной параметризации, коренным образом отличающимся от традиционного метода градации.

Подсистема «**Припуски на швы**» предназначена для автоматического построения припусков на швы на основных, дополнительных и производных деталях конструкции. Припуски на швы во всех комплектах лекал одной модели строятся в два этапа: сначала в лекалах на один типоразмер изделия, затем – автоматически в лекалах остальных типоразмеров.

Подсистема «**Раскладка**» позволяет получить в интерактивном режиме законченную раскладку лекал с учетом всех технологических требований и ограничений. При этом ею выполняются следующие функции:

- обеспечение заданных зазоров между лекалами;
- учет отклонений от нити основы и допускаемых отклонений от нити основы;
- выбор любого типа настила;
- учет различной лицевой поверхности ткани (с направленным ворсом или оттенком);
- зеркальное отображение и поворот лекала;
- автоматическая сортировка лекал по видам ткани (основная, подкладочная, прокладочная и т. п.);
- разрезание лекала на две части с автоматическим построением припуска на шов;
- автоматическое разрезание парного лекала;
- автоматическое отслеживание изменений в лекалах;
- растяжение/сжатие лекал в зависимости от процента усадки ткани;
- растяжение/сжатие настила (в продольном направлении);
- работа с секциями и группами лекал;
- автоматический поиск раскладок в архиве;
- печать раскладок в любом масштабе;
- печать фрагментов раскладок в любом масштабе;
- возможность отмены операций, выполняемых в процессе раскладки.
- расчет периметра и площади лекала, площади настила и коэффициента использования материала;
- автоматическое формирование спецификации лекал.

Подсистема «**Технологическая последовательность**» предназначена для повышения уровня подготовки запуска модели в производство и обеспечивает значительный технико-экономический эффект за счёт снижения трудоёмкости, сокращения сроков технологического проектирования и повышения оперативности обеспечения производства необходимой документацией.

Компонентами подсистемы являются:

- 1) программа автоматического формирования и передачи данных из систем семейства АвтоКрой в модуль «Технологическая последовательность»;

- 2) программа автоматического формирования конструктивно-технологических узлов (КТУ) и образмеривания длин швов и срезов;
- 3) программа формирования маршрута обработки модели;
- 4) программа формирования технологической последовательности обработки;
- 5) архив сформированных маршрутов;
- 6) архив сформированных технологических последовательностей;
- 7) база узлов плечевой и поясной одежды;
- 8) база технологических операций узлов плечевой и поясной одежды;
- 9) база независимых блоков;
- 10) база неделимых унифицированных операций.

Исходной информацией для подсистемы «Технологическая последовательность» являются:

- описание художественно-технического описания модели;
- технический рисунок модели;
- модель с построенными припусками на швы;
- базы данных узлов, технологических последовательностей и независимых блоков.

Сформированные маршруты и технологические последовательности хранятся в архиве программы.

Режимы работы подсистемы:

Автоматический, с возможностью редактирования. Осуществляется на основе размерно-технологической информации, разработанной в САПР «АвтоКрой».

Автономный – для моделей, разработанных вручную или в других САПР. Осуществляется редактированием последовательности-аналога или на базе типового маршрута с возможностью заимствования операций из базы данных и других последовательностей.

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Лабораторная работа 1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ В САПР «АВТОКРОЙ»

- Цели работы:
1. Изучение информационного обеспечения САПР АвтоКрой, порядка его использования при автоматизированном проектировании технологии.
 2. Приобретение практических навыков работы с компьютером при проектировании технологии.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Изучение алгоритма проектирования модельных конструкций в САПР АвтоКрой.

2. Подготовка исходной информации для автоматизированного проектирования технологического процесса изготовления заданной модели одежды в подсистемах «Базовые конструкции», «Конструктивное моделирование», «Припуски на швы».

3. Проектирование технологии обработки заданной модели одежды.

4. Корректировка технологии и изучение возможностей пополнения информационной базы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1 Изучение алгоритма проектирования модельных конструкций в САПР «АвтоКрой»

Последовательность проектирования модельных конструкций в САПР АвтоКрой представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Последовательность проектирования модельных конструкций в САПР АвтоКрой

Исходной информацией для подсистемы «Технологическая последовательность» являются:

- описание художественно-технического описания модели или технический рисунок модели;
- модель с построенными припусками на швы, сохранённая в архиве моделей.

В качестве примера принимаем изделие – **юбка женская**. Для ознакомления с работой системы САПР АвтоКрой могут быть приняты и другие изделия – жакет, блузка, сорочка...

Описание внешнего вида модели

(выбор модели осуществляется самостоятельно)

Юбка женская (*прямая, без подкладки*).

Верхний срез юбки обработан (*притачным поясом, без пояса*).

Застёжка юбки (*в среднем шве заднего полотнища юбки на тесьму-молнию, в боковом шве, пояс застёгивается на петлю и пуговицу*).

Переднее полотнище (*с двумя, четырьмя талиевыми выточками*).

Заднее полотнище (*с двумя, четырьмя талиевыми выточками, средний шов заканчивается шлицей*).

Карманы на переднем и заднем полотнище юбки (*джинсовые, накладные*).

Длина юбки – (*до колена, выше или ниже колена*).

2 Подготовка исходной информации для автоматизированного проектирования технологического процесса изготовления заданной модели одежды в подсистемах «Базовые конструкции», «Конструктивное моделирование», «Припуски на швы»

Создание базовой конструкции

В подсистеме «**Базовые конструкции**» необходимо пройти все пункты меню, указанные в его верхней части. В пункте меню «**Общие данные**» задаются:

– вид изделия – *юбка*;

– основные размерные признаки – *типовые: рост – 164, обхват груди – 92, обхват бёдер – 98 (или другие)*;

– длина изделия – *не по шкале: 60 см (или другая)*.

Для выхода из меню «**Общие данные**» и любого другого следует нажать **ОК**.

В пункте меню «**Конструкция**» (рисунок 2) задаются:

– силуэт – *классическая прямая*;

– *со шлицей*;

– *одна выточка на заднем (переднем) полотнище юбки*;

– *занижение линии талии 3 см*.

Если на других опциях стоят галочки или заданы какие-то параметры, их необходимо отключить/обнулить!

В пункте меню «**Конструктивно-декоративные элементы**» задаются:

– *без карманов или виды карманов*;

– *без кокеток или кокетка на заднем (переднем) полотнище – указываются ширина по среднему и боковому шву*.

В пункте меню «**Производные детали**» задаются:

– *застёжка сзади или сбоку*;

- без подкладки;
- пояс прямой;
- ширина пояса 3–4 см;
- ширина обтачки 0–7 см.

Для выхода из меню «Конструкция» следует нажать **ОК**.

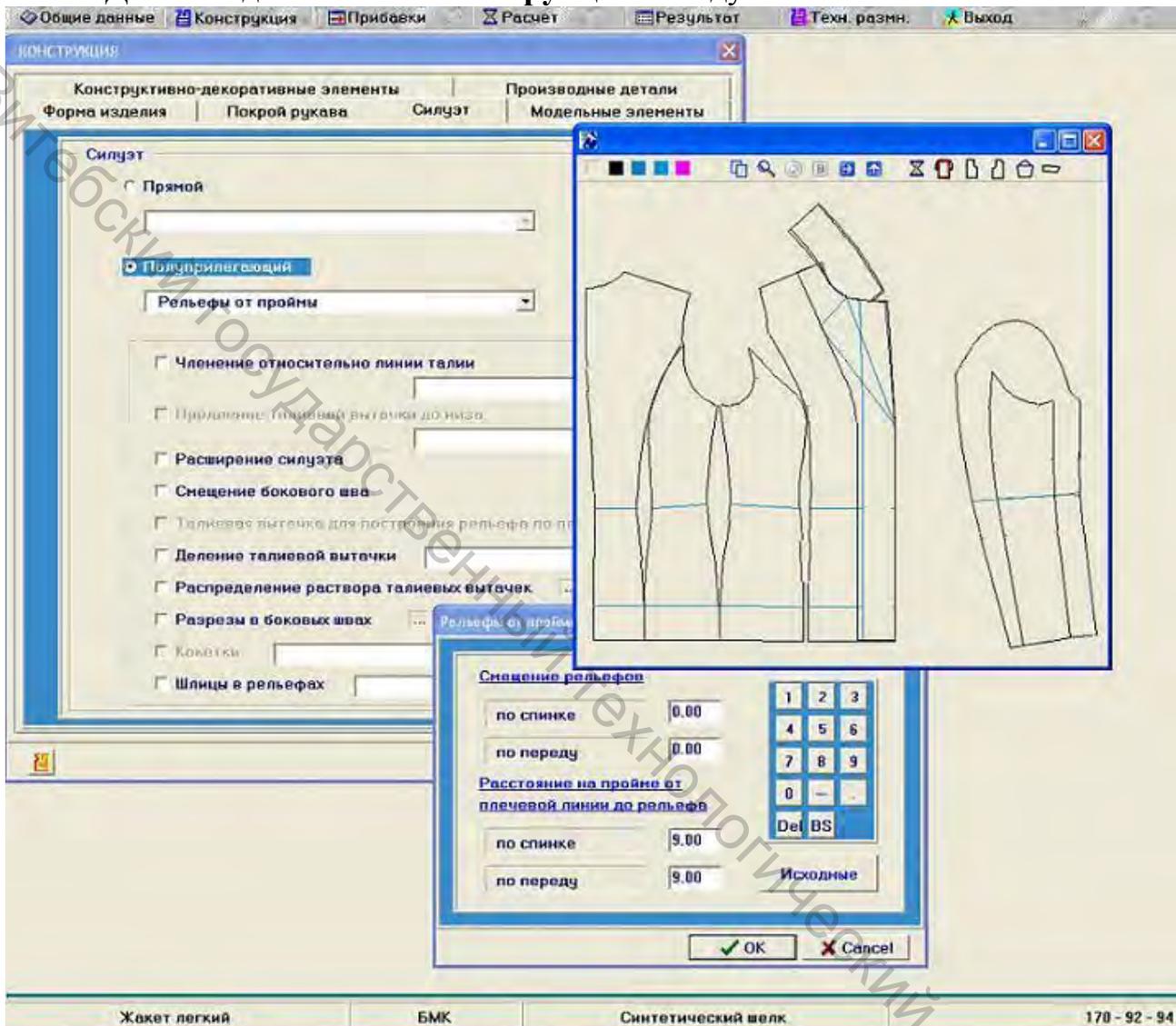


Рисунок 2 – Вид окна меню «Конструкция»

Проходим остальные пункты меню.

В окне «Прибавки» задаются (или принимаются исходные):

- конструктивные прибавки (прибавки на пакет **III** и прибавки на свободу **ПС**), которые зависят от формы и объёма изделия – их можно загрузить, нажав на кнопку бокового меню «Базовые исходные прибавки»;
- припуски на ВТО;
- припуски на уработку.

После выбора команды «Расчёт» появляется диалоговое окно, в котором задаётся *номер модели при помощи цифр или букв* (наименование, которое

будет присутствовать на всех деталях конструкции, а также в справочной информации и таблице расчёта). Модель, создаваемую в рамках лабораторной работы, шифруем по следующему алгоритму:

Номер группы – номер подгруппы – номер компьютера

Далее следует нажать **ОК**.

Заполнение этого окна не является сохранением модели!

На экране появляется характеристика выбранной базовой конструкции и отображаются контуры деталей, соответствующие выбранным параметрам. Кроме этого, можно увидеть длины конструктивных отрезков, надписи и нити основы на деталях. Для этого используются кнопки на боковой панели инструментов. При помощи кнопок с изображением деталей можно просмотреть отдельные детали.

Окно расчёта закрывается кнопкой на боковом меню.

После расчёта конструкции в пункте меню «**Результат**» появляется таблица расчёта и справочная информация.

Для выхода из подсистемы «**Базовые конструкции**» выбирается пункт меню «**Выход**».

Конструктивное моделирование

В подсистеме «**Конструктивное моделирование**» необходимо создать группу (папку, в которой хранятся модели определённого ассортимента) и сохранить модель.

В пункте меню «**Файл**» выбирается команда «**Создать группу**» и в открывшемся окне задаётся «**САПР технологических процессов**».

или

В пункте меню «**Файл**» выбирается команда «**Сохранить модель как**» и в диалоговом окне в строке «**Имя группы**» разворачивается перечень групп и выбирается «**САПР технологических процессов**», в строке «**Имя файла**» записывается *номер модели*.

Далее следует нажать **ОК**.

При последующем сохранении данной модели выбирается команда «**Сохранить модель**» на боковой панели инструментов или в меню «**Файл**».

Припуски на швы

При входе в подсистему необходимо в меню «**Файл**» открыть модель. При построении припусков подсистема автоматически загружает таблицу швов в зависимости от вида одежды.

При выборе команды «**Построить припуски**» в меню «**Припуски**» или на панели инструментов припуски будут построены автоматически на первой детали. При необходимости их корректируют. Для изменения параметров припуска подводят курсор к указателю, который стоит в начале отрезка, и щёлкают левой кнопкой мыши. Указатель выделяется синим цветом, при помощи клавиатуры вводится новое значение припуска и нажимается «**Enter**».

При необходимости можно изменить **форму концов припусков** в соответствии с технологической обработкой. Для этого выбирается одна из команд на боковой панели инструментов или в пункте меню **«Припуски»**.

Для перехода к следующей детали и к следующей группе деталей на панели инструментов или в пункте меню **«Припуски»** выбираются команды **«Следующая деталь без припусков»** и **«Следующая группа деталей»**.

Для сохранения модели выбирается команда **«Сохранить модель»** на боковой панели инструментов или в меню **«Файл»**. Сохранение возможно также выполнить, закрывая подсистему красной кнопкой. На запрос **«Сохранить»** следует ответить **«Да»**.

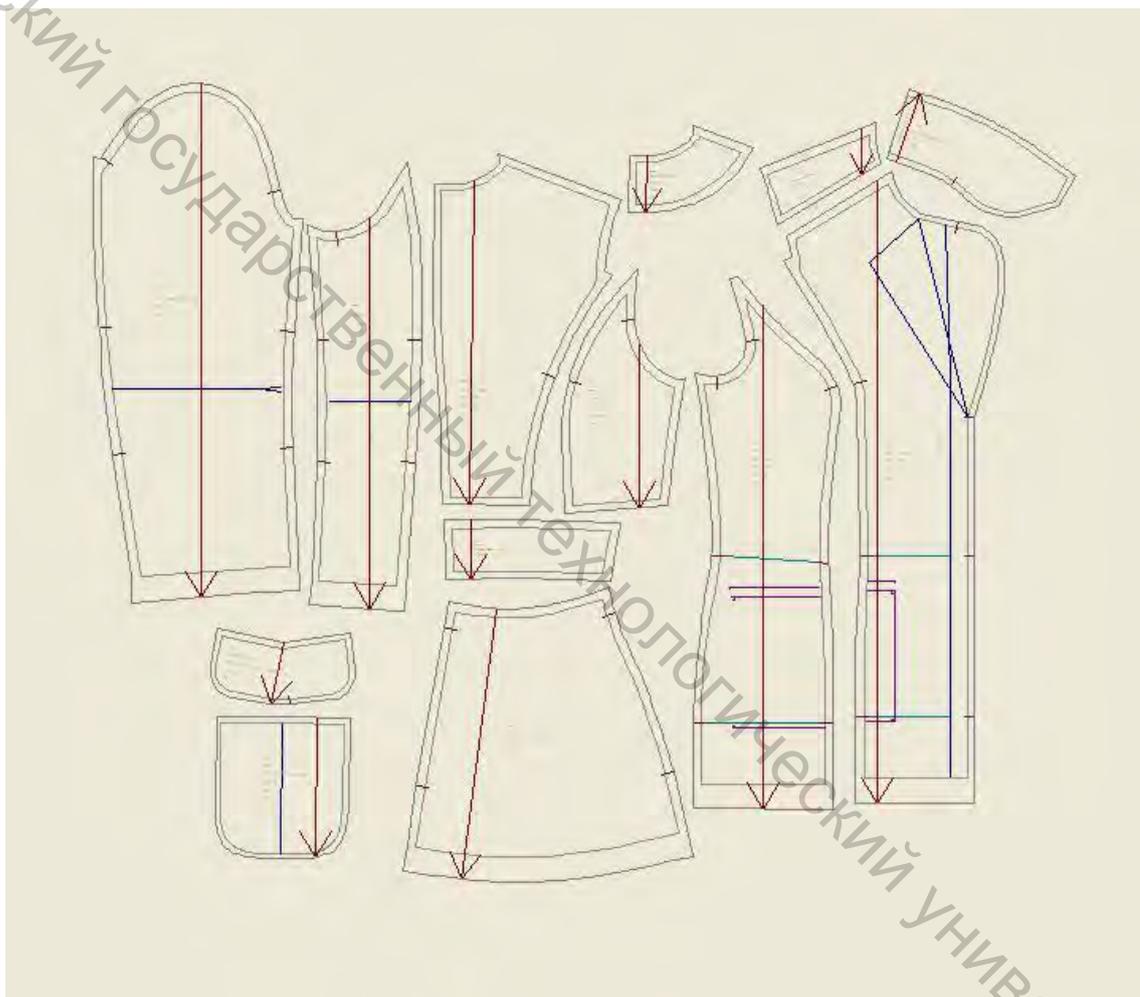


Рисунок 3 – Построение припусков

3 Проектирование технологии обработки заданной модели одежды

Проектирование технологической последовательности изготовления швейных изделий возможно в следующих режимах:

– **Автоматический**, с возможностью редактирования. Осуществляется на основе размерно-технологической информации, разработанной в САПР «АвтоКрой»;

– **Автономный** – для моделей, разработанных вручную или в других САПР. Осуществляется редактированием последовательности-аналога или на базе типового маршрута с возможностью заимствования операций из базы данных и других последовательностей.

Работа в автоматическом режиме состоит из следующих этапов.

1 Открытие модели

При открытии модели конструкция автоматически разбивается на технологические узлы согласно предусмотренным технологическим кодам. Это осуществляется при помощи команд «**Открыть модель с КТУ**». В открывшемся окне архива моделей последовательно выбирается диск, на котором установлена система АвтоКрой, группа, в которой хранится нужная модель, наименование модели и её базовый размер с припусками. Затем нажимается кнопка «**Открыть**».

В верхней части открывшегося окна представлено изображение всех лекал модели с разбивкой на КТУ, а в нижней – таблица с изображением длин основных швов (срезов). Для того чтобы увидеть таблицу основных швов (срезов), необходимо установить курсор мыши на разделитель окна деталей и окна таблицы (он приобретёт форму стрелок), нажать на левую кнопку мыши и, не отпуская её, переместить курсор вверх – окно будет открыто.

Команды для работы в данном окне выбираются из пунктов меню «Файл», «Правка», «Вид», а также могут быть вызваны путём нажатия соответствующей кнопки на панели инструментов.

Команда «**Открыть модель**» позволяет открыть её без использования графического отображения лекал. После команды в открывшемся окне последовательно выбираются папка, в которой хранится модель, папка с названием модели, папка с нужным размером. Все папки открываются при помощи двойного щелчка левой кнопки мыши.

Далее следует нажать **ОК**.

Будет открыто окно с таблицей, в которой перечислены КТУ и КТЭ, выбранные конструктором при расчёте базовой основы модели в подсистеме «**Базовые конструкции**» системы АвтоКрой.

2 Формирования маршрута обработки модели

В меню или на панели инструментов выбирается команда «**Сформировать маршрут**». Маршрут представляет собой укрупнённый план технологической последовательности поузловой обработки изделия. Он представлен в виде таблицы, в которой перечислены основные этапы обработки и узлы, входящие в эти этапы. Наименования этапов выделены красным цветом, а наименования узлов – синим.

Столбец «**Вид обработки**» показывает количество вариантов обработки узла, занесённое в базу данных системы. В столбце «**Выбран**» впоследствии

будет отображён номер выбранного варианта обработки. Если в базе всего один вариант обработки, то он автоматически записывается в столбец.

Работа с маршрутом заключается в подборе нужного варианта обработки для каждого узла, изменении последовательности этапов обработки, последовательности узлов внутри каждого этапа, удалении узлов и добавлении недостающих.

Для изменения очередности этапов маршрута применяются команды **«Переместить блок вниз»** и **«Переместить блок вверх»**. Для выполнения любой из этих команд следует щелкнуть левой кнопкой мыши в столбце **«N»** напротив строки с наименованием этапа, который необходимо переместить. Затем выбрать одну из команд – выбранный этап будет перемещён вниз или вверх на одну позицию. Аналогичным образом перемещаются узлы внутри каждого из этапов при помощи команд **«Переместить строку вниз»** и **«Переместить строку вверх»**.

Для удаления ненужных строк (этапа или узла маршрута) применяется команда **«Удалить строку из таблицы»**, для добавления строк – **«Вставить строку в таблицу»** – новая строка будет добавлена над той, на которой стоит курсор.

Для добавления недостающего узла в любой из этапов маршрута необходимо добавить пустую строку в таблицу маршрута, а затем в эту строку внести узел из базы данных.левой кнопкой мыши делается двойной щелчок в пустой ячейке столбца **«Код узла»**. Будет открыто диалоговое окно **«Выбор узла из базовой таблицы»**. Из предлагаемого меню выбирается этап, в который входит недостающий узел. Поиск осуществляется по наименованию либо по коду узла. Автоматический поиск заданного узла выполняется после внесения его в строку **«Искомый текст»** и нажатия кнопки **«Найти в таблице»**. Поиск нужного узла можно также осуществить путём «перелистывания» перечня при помощи колёсика мыши.

Для добавления выбранного узла в маршрут модели необходимо нажать **«ОК»**.

Для выбора вида обработки необходимо сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши в столбце с наименованием **«Вид обработки»** в строке этого узла. Откроется окно с таблицей, в которой перечислены варианты обработки. После нажатия на кнопку **«ОК»** выбранный вариант будет добавлен в маршрут модели и в столбце с наименованием **«Выбран»** появится номер выбранного варианта.

В процессе работы с маршрутом все изменения, вносимые в него, сохраняются автоматически при переходе на другую строку. Маршрут может быть сохранён на любом этапе при помощи команды **«Сохранить маршрут технологической последовательности»**.

****Для закрытия данного этапа используется команда **«Закрыть таблицу маршрута»**.*

3 Формирование технологической последовательности

Технологическая последовательность может быть сформирована только при открытом маршруте!

После формирования маршрута и работы с ним, не закрывая его таблицу, необходимо выбрать команду «**Сформировать технологическую последовательность**». Откроется таблица, в которой определённые в маршруте узлы дополнены выбранными способами обработки.

Строки, выделенные розовым цветом, – этапы маршрута (запуск, обработка мелких деталей и др.).

Строки, выделенные голубым цветом, – узлы изделия, которые обрабатываются на данном этапе маршрута.

Последовательность имеет следующий вид.

№	Наименование операции	Длина*	Спец.	Разряд	Время
---	-----------------------	--------	-------	--------	-------

*В столбце «Длина» приводится длина швов (в см). Она может быть определена автоматически или внесена после измерения в окне графического изображения лекал.

4 Корректировка технологии и изучение возможностей пополнения информационной базы

Работа с технологической последовательностью

При работе с технологической последовательностью используются команды на панели инструментов. Для того чтобы вставить строку, используют команду «**Вставить строку в таблицу**». Новая строка будет добавлена над той строкой, на которой установлен курсор.

Чтобы добавить **новый этап маршрута**, необходимо вначале добавить пустую строку в нужном месте таблицы, затем дважды щёлкнуть левой кнопкой мыши в столбце «Наименование операции». Перед тем, как ввести наименование этапа, надо сделать два пробела. После перехода на другую строку наименование этапа окрашивается в розовый цвет и автоматически сохраняется.

Строки для ввода наименования **нового узла** (голубого цвета) добавляются аналогичным образом, но перед наименованием узла делается один пробел.

После ввода наименования нового узла нужно **добавить технологические операции** его обработки. Это можно сделать путём ручного заполнения строк и столбцов таблицы или выбрав их из базы данных.

Для того чтобы добавить операции из базы данных, необходимо сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши в столбце «№» на первой пустой строке под наименованием узла.

В открывшемся диалоговом окне следует развернуть меню и выбрать из него строку с нужным наименованием вида изделия («Технологические операции плечевой одежды», «Технологические операции унифицированные» и др.).

Поиск операций можно осуществлять *по наименованию операции или по коду узла*. Для этого в строке «**Поле таблицы**» выбирается «**Наименование узла**»; в строке «**Искомый текст**» вводится наименование обработки (например, рельефы спинки) и нажимается кнопка «**Найти в таблице**». Система осуществит автоматический поиск и курсор будет установлен напротив строки с наименованием узла, содержащем в своём названии набранные слова. Путём перелистывания таблицы выбирается подходящий вариант обработки, курсор устанавливается напротив любой строки (не обязательно первой), нажимается кнопка «**ОК**». Выбранный вариант будет добавлен в таблицу технологической последовательности.

Для поиска нужного варианта обработки *по коду узла* в строке «**Поле таблицы**» выбирается «**Код узла**»; в строке «**Искомый текст**» вводится код узла и нажимается кнопка «**Найти в таблице**». Поиск осуществляется по цифрам указанного кода.

В таблицу технологической последовательности можно перенести отдельные операции обработки узла или все её операции. Для выделения строк в таблице «**Выбор технологических операций из базовой таблицы**» можно использовать сочетание клавиш «**Shift +** »↓ или клавишу «**Ctrl + левую кнопку мыши**». После нажатия на кнопку «**ОК**» выделенные строки будут вставлены в таблицу технологической последовательности.

При работе с таблицей технологической последовательности можно вырезать, копировать и вставлять в другую часть таблицы несколько строк сразу. Для этого нужно выбрать команду «**Запрещено выделение фрагмента**». После нажатия кнопка изменит красный цвет на зелёный и своё название на «**Разрешено выделение фрагмента**». Удерживая нажатой клавишу «**Ctrl**» при помощи левой кнопки мыши выделяются строки таблицы. Они будут окрашены в синий цвет.

Для выделения строк можно также использовать сочетание клавиш «**Shift**» и клавиши перемещения курсора «**Стрелка вниз**». Для вырезания, копирования, вставки выделенного фрагмента используются соответствующие клавиши на панели инструментов.

После завершения работы обязательно следует выбрать команду «**Разрешено выделение фрагмента**», после чего кнопка изменит цвет на красный и название на «**Запрещено выделение фрагмента**».

После работы с отдельными строками или фрагментами таблицы нарушается нумерация строк. Для восстановления нумерации по порядку используется команда «**Сквозная нумерация**».

При редактировании таблицы технологической последовательности есть возможность отмены одного (последнего) действия при помощи команды «**Отменить изменение**», а также возврата отменённого действия при помощи команды «**Вернуть предыдущий вариант**».

Все изменения, вносимые в таблицу технологической последовательности, сохраняются автоматически после перехода на другую строку таблицы.

Сохранение технологической последовательности

Сохранение технологической последовательности производится при помощи команды **«Сохранить тех. последовательность»**. В дальнейшем технологическую последовательность можно переименовывать, копировать, удалять при помощи соответствующих команд.

На базе готовой технологической последовательности можно создать новую последовательность, присвоив ей новое имя и отредактировав. Технологическая последовательность может быть передана в программу **Microsoft Office Excel** при помощи команды **«Преобразовать тех. последовательность в формат Excel»**.

Для завершения работы с технологической последовательностью необходимо выбрать команду **«Закрывать все таблицы»**, расположенную справа от таблицы технологической последовательности.

Для того чтобы открыть ранее сохранённую технологическую последовательность, используется команда **«Открыть технологическую последовательность»**, расположенную в меню **«Технологическая последовательность»** или на панели инструментов.

В открывшейся таблице курсор устанавливается в нужной строке и нажимается кнопка **«Открыть»**.

Печать технологической последовательности

Вывод на печать технологической последовательности производится при помощи команды **«Печать технологической последовательности»**.

Лабораторная работа 2

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ АРМТ

- Цели работы:
1. Изучение структуры информационного обеспечения и порядка его использования при автоматизированном проектировании технологии в системе АРМТ.
 2. Приобретение практических навыков работы с компьютером при проектировании технологии.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Изучение структуры и назначения информационного обеспечения системы АРМТ.
2. Ознакомление с классификатором модально-конструктивного построения изделий и порядком кодирования узлов.

3. Ознакомление с содержанием условно-постоянной информации, содержащейся в системе.

4. Получение технологии обработки условной модели.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1 Изучение структуры и назначения информационного обеспечения системы АРМТ

Способ автоматизированного проектирования технологии определяется функциями проектировщика и структурой, используемой в системе информационной базы. В настоящей системе функция технолога-проектировщика состоит в следующем:

- кодирование модельно-конструктивного решения узлов новой модели изделия;
- поддержание диалога с компьютером;
- корректировка выходного документа;
- пополнение информационной базы система при появлении неучтенных ранее узлов.

Компьютер в системе выполняет следующие функции:

- обеспечение возможности выполнения всех функций технолога на экране дисплея;
- восприятие информации о модельно-конструктивном построении изделия, выбор в базе данных необходимых операций и выдача их на экран и на печать.

Информационная база системы состоит из оперативной и условно-постоянной информации. Оперативная – это та часть исходных данных, которая меняется от проекта к проекту. В данном случае такой информацией является совокупность кодов узлов изделия.

Условно-постоянная информация отражает сведения о возможных методах обработки узлов и постоянно пополняется новыми данными. Эта часть информации разрабатывается в виде справочников, из которых удобно извлекать необходимые сведения. К ним относятся справочник диапазонов, справочник операций, справочник условий, справочник выбора операций.

2 Запуск программы осуществляется путем ввода 4-значного кода модели, принятого в предыдущей лабораторной работе

Номер группы – номер подгруппы – номер компьютера

Ознакомление с классификатором модельно-конструктивного построения изделий и порядком кодирования узлов производится в режиме «Кодирование узлов модели» главного меню, подрежим «Добавить узел».

В нижней части экрана появятся перечень всех узлов классификатора.

Каждый узел классифицирован по трем признакам, на каждый признак отведено по два знака. Некоторые узлы кодируют по двум признакам, но пол-

ный код состоит из восьми позиций, а отсутствующие признаки обозначаются нулями (таблица 1).

Таблица 1 – Кодирование узлов в системе АРМТ

Узел		Кодовое значение признаков классификации узла			Наименование признаков классификации и их расшифровка
Наименование	Код	1	2	3	
Обработка карманов	07	01			Вид узла Клапан бокового кармана цельнокроеный
		02			Клапан бокового кармана из двух частей
		03			Клапан верхнего кармана цельнокроеный
		04			Клапан верхнего кармана из двух частей
		05			Клапан отделочный цельнокроеный
		06			Клапан отделочный из двух частей
		07			Листочка бокового кармана цельнокроеная
		08			Листочка бокового кармана из двух частей
		09			Листочка верхнего кармана цельнокроеная
					Количество обработанных концов
			01		С одним обработанным концом
			02		С двумя обработанными концами
		03		С необработанными концами	
				Наличие отделочных строчек	
			01	Без отделочных строчек	
			02	1 отделочная строчка	
			03	2 отделочные строчки	

Очередность расположения узлов в классификаторе не произвольная, а соответствует очередности их обработки и расположения в выходном документе. Ознакомление с классификацией различных узлов следует производить, «перелистывая» классификатор (сдвигая световую полосу-курсор). Переход на очередной признак классификации узла выполняется путём нажатия клавиши «Enter».

Особое внимание следует обратить на следующие узлы:

- соединение деталей с утеплителем с бязью (сколько таких узлов содержится в одном изделии?);
- отделочные детали (какие детали входят в этот узел?);
- обработка деталей полочек, спинок и т. д. (что включает обработка?);
- соединение деталей полочек, спинок и т. д. (о соединении каких деталей идет речь?);
- обработка клапанов и ласточек (сколько концов может быть обработано у этих деталей?);

– - обработка кокеток (что она включает?).

После завершения «перелистывания» классификатора и ознакомления с его содержанием и порядком кодирования узлов на экране окажется ряд узлов. Чтобы записать их, следует воспользоваться подрежимом «В файл».

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

3.1. Для получения в выходном документе необходимых заголовков операции кодируются в соответствующих диапазонах. Это отражено в **справочнике диапазонов**. Справочник диапазонов открывается после входа в режим «Ведение справочника диапазонов» главного меню. Необходимо обратить внимание, какие диапазоны выделены в системе, на начальные и конечные номера (коды) операций, которые открываются на экране.

3.2. **Справочник операций** открывается на экране дисплея после входа в режим «Формирование последовательности обработки нового узла» главного меню, а затем – в подрежим «Ведение справочника операций».

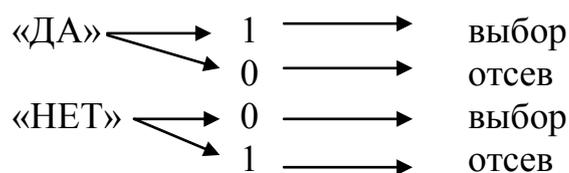
В справочнике наименований операций все операции по обработке узла расположены в соответствующем диапазоне кодов операций. Технологически обоснованную последовательность выполнения операций необходимо составлять, руководствуясь содержанием операций. Порядок расположения операций в справочнике не имеет 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.

3.3. **Справочник условий** отражает ситуации, в которых появляется возможность различной обработки. Он открывается после входа в режим «Формирование последовательности обработки нового узла», а затем – в подрежим «Ведение справочника условий».

Условия выбора операций делятся на две группы. В первую группу входят условия, проверяемые автоматически, без привлечения технолога. Они кодируются от I до 40 и дают возможность выбора или исключения операций в зависимости от наличия или отсутствия в закодированном изделии определенного узла. В графе «Наименование условия» в этом случае записывается код узла.

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 «I» позволяют компьютеру решить вопрос о выборе или отсеиве операции. При этом используется приведенная ниже схема.



3.4. Справочник выбора операций. Работая в системе, пользователь не имеет доступа к справочнику выбора операций в том виде, как он составляется разработчиками. Это связано с тем, что коды операций не воспринимаются зрительно и не несут в себе никакой информации, кроме идентификационной. Поэтому данный справочник выводится на экран фрагментами (на отдельные узлы), в которых ЭВМ расшифровывает коды операций. Вывод этих фрагментов необходим при желании узнать (проверить) содержание технологии, записанной в базе на определенный узел. Для этого нужно выполнить следующее:

- войти в режим «Формирование последовательности обработки нового узла», а затем – в подрежим «Кодирование узла» и закодировать нужный узел;
- далее – войти в подрежим «Составление последовательности»; на экране появится фрагмент справочника выбора операций, в котором отражены не только коды, но и наименование операций во обработке данного узла.

Может оказаться, что после входа в подрежим «Составление последовательности» на экране появится сообщение «Нет операций». Это означает, что в базе не записаны закодированный узел и операции по его обработке. В таком случае следует повторить описанное для другого узла.

4 Приобретая практические навыки работы с компьютером при проектировании технологии в системе АРМТ, необходимо научиться работать во всех подрежимах, добавляя, удаляя и исправляя узлы. Оперативную информацию о модели задают в режиме «**Кодирование узлов модели**», подрежиме «**Добавить узел**». Полностью удалить информацию о ранее просмотренных узлах можно, воспользовавшись подрежимом «Очистка».

Необходимо проанализировать содержание условной модели, чтобы установить перечень необходимых узлов и осуществить их кодирование в нужном порядке.

Варианты заданий (описание условной модели) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты условной модели

№ варианта	Вид ассортимента	Описание условной модели (части изделия)
1	Плащ женский из смешанной ткани	Полочки с вертикальными рельефными швами с одной отделочной строчкой. Карманы с листочкой (острые концы, одна отделочная строчка) обработаны в швах. Кокетки полочек с односторонними складками по всей поверхности соединя-

		ются с полочками настрочным швом
Окончание таблицы 2		
2	Куртка для мальчиков утеплённая из плащевой ткани	Кокетки соединяются с полочками швом в виде складки, с отделочной строчкой. На полочках обработаны боковые прорезные карманы с листочками, один конец которых входит в боковой шов. Листочки цельнокроеные с одной отделочной строчкой
3	Плащ мужской из смесовой ткани	Полочки с отлетными кокетками, края которых обработаны обтачкой (одна отделочная строчка) и соединяются с полочками фигурной закрепкой. Боковы прорезные карманы с клапанами и одной обтачкой. Клапаны из двух частей с одной отделочной строчкой

Результат следует записать в файл.

Для получения технологии обработки закодированных узлов необходимо вернуться в главное меню и войти в режим **«Распечатка последовательности»**. На экране дисплея появляется перечень вопросов для диалога. Технолог отвечает на вопросы «да» или «нет». Выбор ответа производится клавишей «Enter», попеременное нажатие которой меняет ответ с «да» на «нет» и наоборот. После формирования последовательности обработки закодированных узлов на экране появляется выходной документ. Полученную (неуточненную) технологию следует записать в файл.

После проверки перечня операций по обработке закодированных узлов изучаются возможности корректировки выходного документа (работа в подрежимах «удалить», «переместить», «объединить», «добавить операцию»).

Удаление операции из последовательности осуществляется путём установки на неё полосы и нажатия «Enter».

Режим «Переместить» используется для перемещения операций на нужное место. Световая полоса устанавливается на «плавающую» операцию, после нажатия на «Home» она будет отмечена ***. Затем полоса перемещается на операцию, после которой должна находиться отмеченная операция, нажимается «End». Отменить действие можно, нажав на «Esc».

Режим «Объединить» используется для объединения нескольких операций. Световая полоса устанавливается вначале на основную операцию, которая отмечается клавишей «Home», затем те же действия выполняются для присоединяемых операций. Все операции при этом отмечаются звёздочками. После нажатия «End» объединённая операция запишется под номером основной с её атрибутами (специальностью, разрядом).

Для добавления операции в сформированную технологическую последовательность следует установить световую полосу в нужное место и ввести код операции.

Если в процессе уточнения будут допущены ошибки, то можно вернуться в главное меню, войти в режим **«Работа с технологической последовательностью»** и выбрать свою модель по коду. На экране будет воспроизведен ранее занесённый в файл вариант технологии. Исправленный выходной документ также следует записать в файл (он запишется на место предыдущего).

Витебский государственный технологический университет

3 ТЕСТЫ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ

Для зачёта по дисциплине «САПР технологических процессов» предлагается выбрать правильные ответы на 20 вопросов из предложенных ниже тестовых заданий по четырём темам. Зачёт считается сданным, если более 70 % ответов верные.

3.1 Режимы проектирования, виды информации

Автоматический режим проектирования характеризуется:
Выполнением проекта без использования ЭВМ
Участием человека для оперативной оценки промежуточных результатов
Выполнением процесса проектирования по формальным алгоритмам
Выполнением части проектных процедур с использованием ЭВМ

Интерактивный режим проектирования характеризуется:
Выполнением проекта без использования ЭВМ
Выполнением процесса проектирования по формальным алгоритмам
Выполнением части проектных процедур с использованием ЭВМ
Участием человека для оперативной оценки промежуточных результатов

Основным методологическим принципом принятия решений, используемым при автоматизации технологического проектирования является:
Выбор типового решения
Системного единства
Иерархичности
Типизации

Условно-постоянная информация является составной частью:
Оперативной
Входной
Промежуточной
Выходной

Назовите вид информации, используемой в САПР, которая отображается на экране, но не выводится на печать:
Оперативная
Входная
Промежуточная

Выходная

Назовите вид информации, используемой в САПР, которая меняется от проекта к проекту:

Оперативная

Входная

Промежуточная

Выходная

Какой вид информации, используемой в САПР, хранится в ЭВМ длительное время и пополняется:
--

Условно-постоянная

Входная

Промежуточная

Выходная

3.2 Проектирование ТПШИ

Справочник выбора ТПШИ в элементарной САПР имеет следующую структуру:
--

Код узла Наименование технологической операции Специальность Разряд Время Оборудование

Код операции Наименование технологической операции Специальность Разряд Время Оборудование

Код изделия Наименование технологической операции Специальность Разряд Время Оборудование
--

Код узла Код операции

Обобщенный технологический процесс имеет следующую структуру:
Код узла Наименование технологической операции Специальность Разряд Время Оборудование
Код операции Наименование технологической операции Специальность Разряд Время Оборудование
Код изделия Наименование технологической операции Специальность Разряд Время Оборудование
Код узла Код операции

Справочник наименований операций имеет следующую структуру:
Код узла Наименование технологической операции Специальность Разряд Время Оборудование
Код операции Наименование технологической операции Специальность Разряд Время Оборудование
Код изделия Наименование технологической операции Специальность Разряд Время

Оборудование
Код узла
Код операции
Для кодирования узла требуется
2 позиции
4 позиции
6 позиций
8 позиций

Какая схема отражает функциональную модель проектирования процесса ТПШИ:
Кодирование изделия \Leftrightarrow Формирование перечня операций \Leftrightarrow Расшифровка операций
Кодирование узлов изделий \Leftrightarrow Выбор кодов операций по обработке каждого узла \Leftrightarrow Расшифровка кодов операций и формирование ТПШИ

Справочник диапазонов в системе АРМТ имеет следующую структуру:
Код операции
Наименование операции
Наименование заголовка
Начальный код операции
Конечный код операции
Код узла
Код операции
Код условия выбора операции
Признак действия условия
Признак переноса операции
Код условия
Наименование условия

Справочник выбора кодов операций в системе АРМТ имеет следующую структуру:
Код операции
Наименование операции
Наименование заголовка
Начальный код операции
Конечный код операции
Код узла
Код операции
Код условия выбора операции
Признак действия условия
Признак переноса операции
Код условия

Наименование условия

Справочник условий в системе АРМТ имеет следующую структуру:
Код операции Наименование операции
Наименование заголовка Начальный код операции Конечный код операции
Код узла Код операции Код условия выбора операции Признак действия условия Признак переноса операции
Код условия Наименование условия

Автоматизированный способ проектирования технологических процессов на основе закономерностей технологии предусматривает:
Кодирование операций
Отсутствие в базе данных готовых технологических операций
Описание изделия кодами узлов
Описание внешнего вида изделия

3.3 Проектирование технологических схем и планировок

Назовите способы представления исходной информации при проектировании технологических схем:
Коды узлов
Коды операций, перечень операций
Перечень операций, граф ТП, такт процесса
Граф процесса

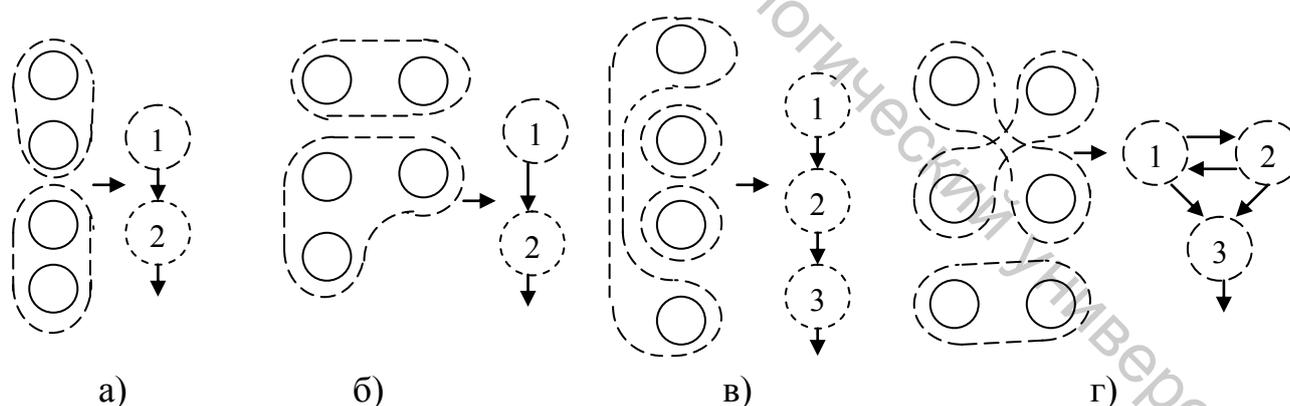
В каком виде задается основное условие согласования при автоматизированном проектировании технологических схем:
$\left \frac{\sum t_i}{k * \tau} - 1 \right \leq \alpha$
$\sum t \delta = (0,9 - 1,1) * k * \tau$
$\left \frac{\sum t_i}{K * \tau} - 1 \right > \alpha$
$\sum t \delta = (0,95 - 1,05) * k * \tau$

Матрица совместимости специальностей используется:
Для проектирования ТПШИ
Для проектирования технологических схем
Для расчета технико-экономических показателей
Для анализа технологической схемы

При объединении в одну организационную операцию неделимых операций разных разрядов должно соблюдаться условие:
Операции должны быть одного разряда
Операции могут быть смежных разрядов
Зарплата рабочего не должна быть меньше средней по потоку
Удельный вес операции меньшего разряда должен быть не более 10 %

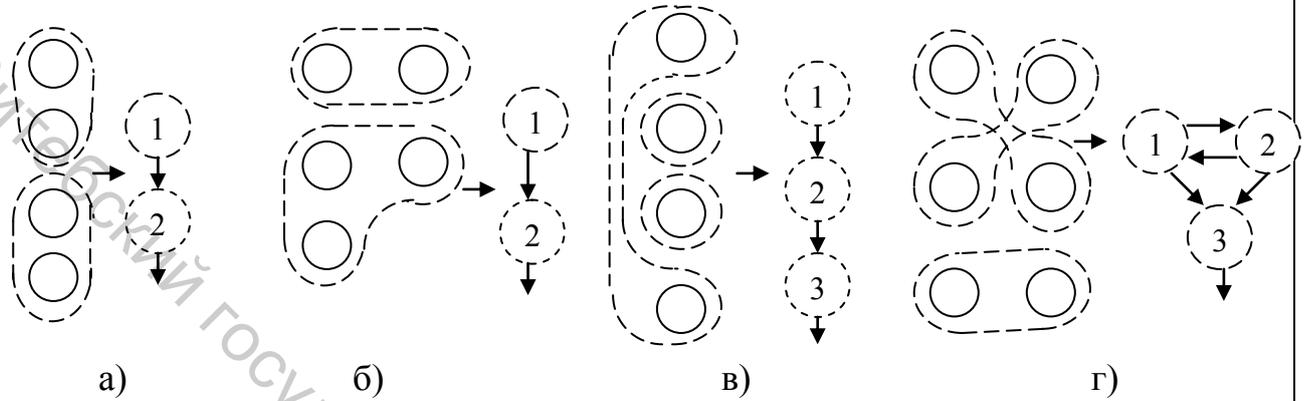
Какая система позволяет получать несколько вариантов организационно-технологической схемы для разных условий:
«СТАПРИМ»
«Eleandr САРР»
«Invstronica»
«Julivi»

Назовите последовательно-смежный способ комплектации операций по графу технологического процесса



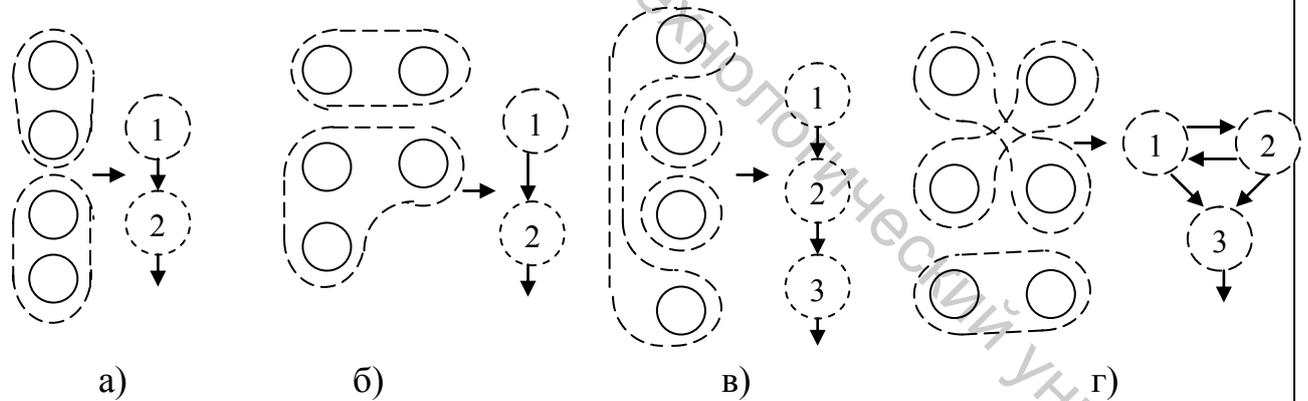
a)
б)
в)
г)

Назовите параллельно-смежный способ комплектации операций по графу технологического процесса



a)
б)
в)
г)

Назовите последовательно-несмежный способ комплектации операций по графу технологического процесса



a)
б)
в)
г)

Исходными данными для проектирования технологических схем являются:

Справочник операций ТП, граф ТП, такт
Основное условие согласования, расчетное количество рабочих, выпуск изделий в смену, такт

Критический путь графа ТП, такт, матрица совместимости специальностей, основное условие согласования
Набор типовых решений задачи
Назовите параллельно-несмежный способ комплектации операций по графу технологического процесса
а)
б)
в)
г)

Технологически специализированные участки – это:
Группы обработки в заготовительной секции
Заготовительная, монтажная или отделочная секция
Поток без выделения секций
Швейный цех

При выборе транспортных средств критерием выбора является:
Минимальное количество их видов
Минимальная стоимость транспортных средств
Возможность приобретения в СНГ
Минимальное потребление энергоресурсов

Развернутый граф ОТС используется при проектировании:
Технологических процессов
Технологических схем
Планировок швейных цехов
Раскладок лекал

Исходными данными для проектирования планировки швейного цеха являются:
Основное условие согласования, расчетное количество рабочих, выпуск изделий в смену, такт
Справочник операций ТП, граф ТП, такт

Критический путь графа ТП, такт, матрица совместимости специальностей, основное условие согласования
Количество рабочих, граф ОТС, область размещения

3.4 САПР лекал и раскладок

Принтер используется для:
Вывода на печать графической информации
Ввода в систему графической информации
Обмена информацией через телефонную связь
Вывода на печать текстовой информации

Дигитайзер используется для:
Вывода на печать графической информации
Ввода в систему графической информации
Обмена информацией через телефонную связь
Вывода на печать текстовой информации

Модем используется для:
Вывода на печать графической информации
Ввода в систему графической информации
Обмена информацией через телефонную связь
Вывода на печать текстовой информации

Плоттер используется для:
Вывода на печать графической информации
Ввода в систему графической информации
Обмена информацией через телефонную связь
Вывода на печать текстовой информации

Технологическими ограничениями при проектировании раскладки являются:
Размеры, включаемые в раскладку
Припуск-зазор между деталями
Ширина материала и кромок
Раппорт рисунка материала

При создании задания на раскладку НЕ задается:
Ширина материала и кромок
Признак отступа детали в раскладке от других
Нумерация всех точек на контуре детали
Вид настиления

При проектировании раскладок в полуавтоматическом режиме используется функция:
Перестройка лекала после изменения прибавок, коэффициентов усадки и конструктивных решений
Поворот лекала с контролем угла отклонения нити основы относительно кромки
Проверки и корректировки сопряжения лекал во всех размерах
Подбора фактуры и цвета материалов

При зарисовке раскладки на планшетном плоттере соблюдается:
Ширина ткани
Признак отступа детали в раскладке от других
Нумерация всех точек на контуре детали
Очередность вычерчивания деталей

Зарисовка раскладки-миниатюрки выполняется:
На планшетном плоттере
На рулонном плоттере
На принтере
На плоттере с лазерной головкой

Зарисовка раскладки в натуральную величину выполняется:
На планшетном графопостроителе
На АРУ
На принтере
На плоттере с лазерной головкой

Вырезание лекал из картона выполняется:
На планшетном плоттере
На рулонном плоттере
На автоматизированной раскройной установке
На плоттере с лазерной головкой

Составление предварительного плана загрузки потоков на сезон с учетом специализации потоков в системе «Julivi» выполняется на:
АРМ «Техописание модели»
АРМ «Планирование заказа»
АРМ «Календарное планирование»
АРМ «Склад сырья»

Ввод размерно-цветовой шкалы заказа в системе «Julivi» выполняется на:
АРМ «Учет труда сдельщиков»
АРМ «Планирование заказа»
АРМ «Календарное планирование»
АРМ «Склад сырья»

Расчет цены изделия в системе «Julivi» выполняется на:
АРМ «Техописание модели»
АРМ «Планирование заказа»
АРМ «Календарное планирование»
АРМ «Расчет себестоимости»

Составление таблицы измерений изделия в готовом виде в системе «Julivi» выполняется на:
АРМ «Техописание модели»
АРМ «Планирование заказа»
АРМ «Расчет себестоимости»
АРМ «Склад сырья»

Расчет калькуляции по заработной плате в системе «Julivi» выполняется на:
АРМ «Расчет себестоимости»
АРМ «Планирование заказа»
АРМ «Календарное планирование»
АРМ «Учет труда сдельщиков»

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубкова, В. Т. Автоматизация технологической подготовки швейного производства : учебное пособие / В. Т. Голубкова. – Витебск : ВГТУ, 1996. – 126 с.
2. Автоматизация проектирования изделий и технологических процессов швейного производства : курс лекций / УО «ВГТУ» ; сост. Л. И. Трутченко, Е. М. Ивашкевич. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 112 с.
3. Серова, Т. М. Современные формы и методы проектирования швейного производства : учебное пособие для вузов и ссузов / Т. М. Серова. – Москва : МГУДТ, 2004. – 288 с.
4. Сурикова, Г. И. Проектирование изделий легкой промышленности в САПР (САПР одежды) : учебное пособие / Г. И. Сурикова, О. В. Сурикова, А. В. Гниденко. – Иваново : ИГТА, 2011. – 236 с.
5. <http://www.autokroi.com>.

Учебное издание

САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания по изучению дисциплины

Составитель:

Ивашкевич Елена Михайловна

Редактор *Н.В. Медведева*

Корректор *Т.А. Осипова*

Компьютерная верстка *Н.В. Карпова*

Подписано к печати 29.08.17. Формат 60x90 1/16 Усл. печ. листов 4.7.
Уч.-изд. листов 4.7. Тираж 152 экз. Заказ № 252.

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

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля.2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.