

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА

РАЗРЕШАЮ  
НА ДЕПОНИРОВАНИЕ

Ректор ВГУЭС,  
проф., д-р экон. наук  
\_\_\_\_\_ Г.И.Лазарев

УДК 687.02

Л.А. Королева, А.В. Подшивалова, О.В. Панюшкина

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭКСПЕРТНОЙ  
СИСТЕМЫ, ОСНОВАННОЙ НА ЗНАНИЯХ О МЕТОДАХ СОЕДИНЕНИЯ  
ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ

Авторы

\_\_\_\_\_ Л.А.Королева  
\_\_\_\_\_ А.В.Подшивалова  
\_\_\_\_\_ О.В.Панюшкина

ВЛАДИВОСТОК 2013

## Список аббревиатур, принятых в работе

- БД – база данных;
- БЗ – база знаний;
- ВТО – влажно-тепловая обработка;
- ЕЯ – естественные языки;
- ИИ – искусственный интеллект;
- ИИС – интеллектуальная информационная система;
- ИКТ – информационно-коммуникационные технологии;
- ИС – интеллектуальная система;
- ИСАПРО – интеллектуальная система автоматизированного проектирования;
- ИТК – инструкционная технологическая карта;
- ММ – математическая модель;
- МОКП – материал с односторонним клеевым покрытием;
- МПЗ – модель представления знаний;
- МТО – методы технологической обработки;
- МТОВО – методы технологической обработки верхней одежды;
- ПЗ – представление знаний;
- Пр – предметная область;
- ПрО – проблемная область;
- РП – рабочая память;
- САПР – система автоматизированного проектирования;
- САПРО – система автоматизированного проектирования одежды;
- СОЗ – система, основанная на знаниях;
- ТК – технологическая карта;
- ТП – технологическая последовательность;
- ТУ – технологический узел;
- ТШИ – технология швейных изделий;
- ЭБД – электронная база данных;
- ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
- ЭС – экспертная система.

## Содержание

Введение .....	5
1 Математическое моделирование.....	8
1.1 Математические модели, классификации и характеристики .....	8
1.2 Этапы построения математических моделей .....	12
1.3 Структурная математическая модель как основа концептуального моделирования системы 13	
2 Разработка математической модели экспертной системы «Технология» .....	16
3 Основные понятия процесса интеллектуализации .....	20
3.1 Общие представления об искусственном интеллекте .....	20
3.2 Место экспертных систем в процессе интеллектуализации .....	22
3.3 Назначения и основные свойства экспертных систем .....	23
3.4 Формирование экспертных систем в проектирующих системах .....	25
3.5 Отличие экспертных систем от других программных продуктов .....	26
4 Проектирование экспертных систем .....	28
4.1 Понятие об экспертных системах, их классификации и характеристики .....	28
4.2 Технология разработки экспертных систем, процессы ее функционирования.....	31
4.3 Представление знаний в экспертных системах .....	37
5 Технология разработки интеллектуальных систем, основанных на знаниях .....	46
5.1 Классификации интеллектуальных систем и технологий их создания.....	46
5.2 Общие сведения о представлении знаний в интеллектуальных системах.....	48
5.3 Получение и структурирование знаний интеллектуальных систем .....	52
5.4 Методы и модели получения данных .....	54
5.5 Основные понятия и этапы создания онтологии.....	55
5.6 Описание проблемной области «Технология швейных изделий» .....	57
6 Формирование источника знаний третьего рода.....	60
6.1 Описание структуры электронной базы данных методов технологической обработки верхней одежды поясной группы.....	61
6.2 Последовательность выбора метода технологической обработки, используя возможности ЭБД МТОВО .....	65

6.3	Организация выбора и поиска информации в ЭБД МТОВО поясной группы .....	69
6.4	Демонстрация вариантов поиска методов технологической обработки в ЭБД МТОВО72	
7	Реализация этапа принятия технологических решений в автоматизированном режиме ...	77
8	Структуризация и формализация знаний предметной области «ТШИ» на основе онтологического подхода .....	80
8.1	Разработка тезауруса основных понятий .....	80
8.2	Разработка структуры элементов онтологии .....	81
8.3	Выявление характеристик элементов онтологии и описание их значений .....	83
8.4	Разработка алгоритма функционирования подсистемы «Технолог» .....	90
	Список использованных источников .....	95
	Приложение А .....	103
	Приложение Б .....	117

## Введение

Активное развитие сферы информационных технологий предопределяет новые тенденции в развитии и совершенствовании САПР. Такими тенденциями в современных САПР, в том числе в САПР одежды, являются их интеграция и интеллектуализация [1].

Интеллектуализация систем автоматизированного проектирования (САПР) представляет собой изменение традиционных систем автоматизированного проектирования новыми информационными технологиями, основанными на знаниях.

Ограниченность возможностей экспериментального исследования ИСАПРО делает актуальным использование методики ее моделирования, которая позволяет в соответствующей форме представить элементный и структурный состав и ее составных частей, между которыми наблюдаются определенные связи с помощью математических моделей (ММ).

В работе [2] введено определение «интегрированная система автоматизированного проектирования одежды» (ИСАПРО). С целью выявления и описания структурного состава и принципов организации ИСАПРО разработаны соответствующие математическая и концептуальная модели. Математическая модель ИСАПРО является «эквивалентом» объекта, отражающий в математической форме важнейшие его свойства – законы, которым он подчиняется, связи, присущие составляющим его частям.

В соответствии с разработанной концепцией ИСАПРО представлена подсистемой «Раскладка» и четырьмя интеллектуальными информационными системами (ИИС): «Дизайнер», «Конфекционер», «Технология швейных изделий» (ТШИ), «Конструктор» [2]. Под интеллектуальной информационной системой, например ТШИ, понимается проектирующая подсистема «Технолог», реализованная в комплексе с экспертной системой «Технология».

Используя общий системный подход, разработаны математические модели: ИСАПРО, вышеперечисленных ИИС, проектирующих подсистем. В ходе выполнения данной исследовательской работы предполагается создать

математическую модель экспертной системы «Технология», которая позволит перейти на качественно новый уровень получения объективных и оптимальных технологических решений.

Моделирование интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды является основой для разработки концептуальной модели системы и графического представления ее элементного состава [1]. Концептуальная модель ИСАПРО[2], наглядно отражающая состояние САПРО одежды в рамках представленной концепции и перспективных направлений развития используемых информационных технологий, требует уточнений.

В современных условиях активного развития информационных и интеллектуальных технологий целесообразна организация работы новой структурной единицы САПРО – ИИС ТШИ – с использованием экспертной системы и онтологического подхода. Последний заключается в разработке онтологии проблемной области (ПО) «Технология швейного производства», тем самым реализуется формализованное представление знаний, и, в итоге, создание базы знаний исследуемой ПО.

С этой целью необходимо произвести структуризацию и формализацию знаний рассматриваемой проблемной области на основе онтологического подхода. В данной работе разработана онтология проблемной области ТШИ.

Проведенный анализ действующих САПРО показал, что процесс выбора методов технологической обработки не интеллектуализирован, отсутствуют структурированные базы данных методов технологической обработки верхней одежды [3, 4, 5, 6, 7]. Следовательно, исследования по структуризации и наполнению баз данных предметной области «Технология швейных изделий» являются актуальными, требуют скорейшего завершения.

Электронная база данных (ЭБД) [8] является наиболее современным источником знаний. В настоящее время завершены основные виды работ по формированию ЭБД МТОВО плечевой группы [9] [10], начаты исследования по созданию ЭБД МТОВО поясной группы. Следовательно, необходимо доработать

ЭБД МТОВО поясной группы, заполняя недостающие позиции структуры схемами МТО и соответствующими технологическими последовательностями.

Целью исследования является повышение эффективности принятия технологических решений на стадиях автоматизированного процесса проектирования одежды посредством разработки и внедрения интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» (ИИС ТШИ).

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ информационных источников по теме исследования;
- выявить структурные составляющие ЭС «Технология» и разработать соответствующую ММ;
- окончательно сформировать ЭБД МТОВО поясной группы;
- сформировать понятийную структуру онтологии проблемной области «ТШИ»;
- разработать тезаурус основных понятий для унификации подхода к описанию элементов онтологии проблемной области «ТШИ»;
- выявить характеристики МТО основных технологических узлов верхней одежды различного ассортимента с целью дальнейшей формализации их описания.

Научная новизна исследования заключается в:

- разработке математической модели ЭС «Технология», которая представляет её элементный и структурный состав;
- создании информационного обеспечения ИИС ТШИ;
- разработке алгоритма автоматизированного процесса принятия технологических.

Практическая значимость работы:

- разработана онтология проблемной области ТШИ;
- создан тезаурус основных понятий для унификации подхода к описанию элементов онтологии ПО ТШИ.

Вышесказанное свидетельствует, что тема исследования является актуальной.

# **1 Математическое моделирование**

## **1.1 Математические модели, классификации и характеристики**

Моделирование является основополагающим методом исследования больших и сложных систем в теории систем.

Моделирование представляет собой процесс замещение объекта исследования некоторой его моделью и проведение исследование на модели с целью получения необходимой информации об объекте.

Каждая теория – это тоже модель понимания содержания предмета исследования. Модели могут создаваться на основе средств познания (формы мышления) – эвристические, гипотетические, концептуальные и на основе рационально-логических средств исследования – эмпирические, теоретические, математические.

Определений моделей много. Чаще всего под моделью понимают некий объект-заменитель, который в определенных условиях может заменять объект-оригинал, воспроизводя интересующие нас свойства и характеристики оригинала, причем имеет существенное преимущество удобства, т.е. модель представляет собой отображение каким-либо способом существенных характеристик объектов, процессов и их взаимосвязей с реальными системами.

В основе моделирования лежит принцип аналогии. Аналогия – подобие, сходство предметов в каких-либо свойствах, признаках, отношениях. Метод аналогий состоит в том, что изучает один объект – модель, а выводы переносятся на другой – оригинал. Иначе говоря, аналогия – вывод от модели к оригиналу.

Модель является своего рода инструментом исследования систем и позволяет на основе изменения исходных предположений прогнозировать поведение системы. Кроме того, модель является средством упрощения объекта и его изучения, поскольку позволяет исследовать систему с точки зрения ее существенных характеристик, абстрагируясь от побочных влияний среды.



Модели классифицируют по различным признакам:

- графическая модель – объект, геометрически подобный оригиналу.
- геометрическая модель – объект, подобный оригиналу по форме.
- функциональная модель – объект, отображающий поведение оригинала.
- символическая модель – выражается с помощью абстрактных символов.
- статистическая модель – описывает взаимосвязи между элементами, имеющие случайный характер.
- описательная модель – словесное описание, сравнительные характеристики.
- математическая модель – совокупность математических объектов и отношений между ними [11].

Математическое моделирование позволяет посредством математических символов и зависимостей составить описание функционирования объекта, отражающее его свойства – законы, которым он подчиняется, связи, присущие соответствующим его частям [12].

Качество создаваемых ММ во многом зависит от правильной постановки задачи. Необходимо определить технико-экономические цели решаемой задачи, провести сбор и анализ всей исходной информации, определить технические ограничения. В процессе построения моделей следует использовать методы системного анализа [13].

Применение математического моделирования при проектировании в большинстве случаев позволяет отказаться от физического моделирования, значительно сократив объемы испытаний [12].

Основными требованиями, предъявляемыми к ММ, являются требования универсальности, точности, адекватности и экономичности [13].

Универсальность ММ характеризует полноту отображения в модели свойств реального объекта. Точность ММ оценивается степенью совпадения значений действительных параметров реального объекта и значений тех же параметров, рассчитанных с помощью ММ. Адекватность ММ – это ее способность отображать заданные свойства объекта с погрешностью не выше

заданной. Экономичность ММ характеризуется затратами вычислительных ресурсов на ее реализацию, например, затратами машинного времени, объемом машинной памяти, средним количеством операций, выполняемых при одном обращении к модели, размерностью системы уравнений, количеством внутренних параметров модели и т.п [13].

Требования высокой точности, универсальности, широкой области адекватности, с одной стороны, и высокой экономичности, с другой стороны, противоречивы. Наилучшее компромиссное удовлетворение этих противоречивых требований зависит от особенностей решаемых задач, что обуславливает практическое применение широкого спектра ММ [14].

На различных этапах и стадиях проектирования сложной системы используют различные ММ. В рамках решения первой задачи представлена классификация существующих ММ.

Формальная классификация моделей (рисунок 1), основывается на классификации используемых математических средств, делиться на:

- линейные – отображают состояние или функционирование системы таким образом, чтобы все взаимозависимости в ней принимались линейными [15];
- нелинейные – взаимозависимости в таких моделях выражаются нелинейными функциями [16];
- сосредоточенные – динамические системы, моделируемые конечным числом обыкновенных дифференциальных уравнений;
- распределённые – дифференциальные уравнения в частных производных, интегральные уравнения или обыкновенные уравнения с запаздывающим аргументом [1];
- детерминированные – такие модели, в которых для определенных совокупностей входных значений параметров на выходе системы может быть получен единственный результат;

- стохастические – учитывают распределения случайных параметров и позволяют определять не только средние, но и колебаний выходных параметров вплоть до получения их функции распределения;
- статические – все зависимости отнесены к одному моменту времени и не меняются во времени в период функционирования модели;
- динамические – описывают систему управления во времени;
- дискретные – все переменные в таких моделях выражены дискретными величинами;
- непрерывные – выражаются дифференциальными и интегральными уравнениями [12].

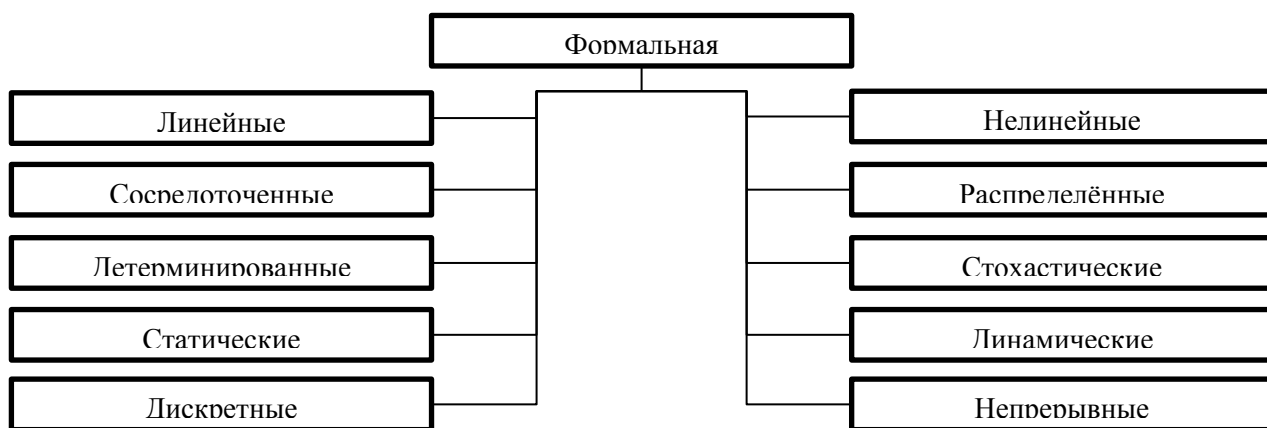


Рисунок 1 Формальная классификация математических моделей

Наряду с формальной классификацией, ММ различаются по способу представления объекта (рисунок 2), делятся на:

- структурные модели – представляют объект как систему со своим устройством и механизмом функционирования;
- функциональные модели – отражают только внешне воспринимаемое поведение (функционирование) объекта [16].

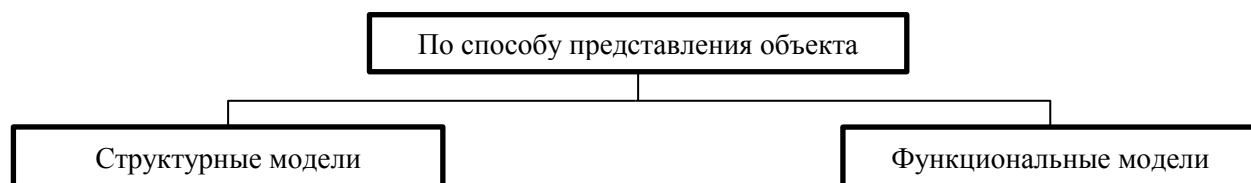


Рисунок 2– Классификация математических моделей по способу представления объекта

В каждой построенной модели возможны и смешенные типы ММ.

В результате рассмотренных видов ММ выбрана структурная ММ, так как характеризует структуру сложного объекта (ИСАПРО), состоящего из отдельных частей, между которыми наблюдаются определенные связи.

## **1.2 Этапы построения математических моделей**

Математическое моделирование – процесс построения ММ.

Основные этапы построения ММ [17]:

а) обследование объекта моделирования и формулировка технического задания на разработку модели (содержательная постановка задачи). Этап обследования включает следующие работы: выявление основных факторов, механизмов, влияющих на поведение объекта моделирования, определение параметров, подлежащих отражению в модели; сбор и проверка имеющихся экспериментальных данных об объектах-аналогах, проведение при необходимости дополнительных экспериментов; обзор литературных источников, анализ и сравнение между собой построенных ранее моделей данного объекта (или подобных рассматриваемому объекту); анализ и обобщение всего накопленного материала, разработка общего плана создания ММ;

б) концептуальная и математическая постановка задачи. На данном этапе формулируется совокупность гипотез о поведении объекта, его взаимодействии с окружающей средой, изменении внутренних параметров. Для обоснования принятых гипотез, как правило, используются некоторые теоретические положения и/или экспериментальные данные об объекте. Законченная концептуальная постановка позволяет сформулировать расчетную схему технического объекта и ее математическое описание;

в) качественный анализ и проверка корректности модели. Математическая постановка требует проведения ряда работ по контролю правильности математических соотношений – ряда обязательных проверок: контроль размерностей; контроль порядков; контроль характера зависимостей; контроль экстремальных ситуаций; контроль граничных условий; контроль

физического смысла; контроль математической замкнутости. ММ является корректной, если

для нее осуществлен и получен положительный результат всех контрольных проверок;

д) проверка адекватности модели. Проверка адекватности модели преследует две цели: убедиться в справедливости совокупности гипотез, сформулированных на этапах концептуальной и математической постановок; установить, что точность полученных результатов соответствует точности, оговоренной в техническом задании. Проверка разработанной ММ выполняется путем сравнения с имеющимися экспериментальными данными о реальном объекте или с результатами других, созданных ранее и хорошо себя зарекомендовавших моделей;

е) практическое использование модели. Практическое использование и анализ результатов моделирования позволяет: выполнить модификацию рассматриваемого объекта, найти его оптимальные характеристики или, по крайней мере, лучшим образом учесть его поведение и свойства; обозначить область применения модели; проверить обоснованность гипотез, принятых на этапе математической постановки, оценить возможность упрощения модели с целью повышения ее эффективности при сохранении требуемой точности; показать, в каком направлении следует развивать модель в дальнейшем. Как правило, различают качественное и количественное совпадение результатов сравнения. При качественном сравнении требуется лишь совпадение вида функции распределения выходных параметров (убывающая или возрастающая, с одним экстремумом или с несколькими).

### **1.3 Структурная математическая модель как основа концептуального моделирования системы**

Для целей настоящего исследования выбрана структурная ММ, которая позволяет представить элементный и структурный состав ИСАПРО и её составных частей, между которыми наблюдаются определенные связи.

Структурные модели – представляют объект как систему со своим устройством и механизмом функционирования [16], являются универсальным средством исследования систем.

Структурная ММ позволяет:

- получить больше информации о системе, чем ее экспериментальные исследования;
- сократить время и затраты на исследования;
- наглядно и детально представить элементы систем и процессов, а также взаимосвязи между ними;
- провести анализ и предложить способы усовершенствования структур систем с их количественным обоснованием.

При структурном моделировании широко применяются (совместно) методы анализ и синтеза. С помощью методов анализа производится разделение рассматриваемого объекта на части и исследование каждой из этих частей в отдельности. Методы синтеза служат для соединения частей в целое и являются последним этапом первого.

Поэтапное моделирование объекта является основой для разработки концептуальной модели системы и графического представления ее элементного состава.

Под концептуальной моделью понимают содержательную модель, которая базируется на определенной концепции или точке зрения и которая, как правило, при ее формулировке использует понятия и представления соответствующих предметных областей знания, занимающихся изучением объекта моделирования [1].

Выделяют три вида концептуальных моделей [18]:

а) логико-семантические – является описанием объекта в терминах и определениях соответствующих ПО, знаний, включающим все известные логически непротиворечивые утверждения и факты.;

б) структурно-функциональные – модели объект обычно рассматривается как целостная система, которую расчленяют на отдельные элементы и

подсистемы. Части системы связываются структурными отношениями, описывающими подчиненность, логическую и временную последовательность решения отдельных задач.;

в) причинно-следственные – часто используется для объяснения и прогнозирования поведения объекта, таким образом, что при ее построении данные, в ней содержащиеся, ориентированы на: выявление главных взаимосвязей между составными элементами изучаемого объекта; определение того, как изменение одних факторов влияет на состояние компонентов модели; понимание того, как в целом будет функционировать модель, и будет ли она адекватно описывать динамику интересующих исследователя параметров.

На этапе построения концептуальной модели создается целостное и системное описание используемых знаний, отражающее сущность функционирования ПО. Хорошая концептуальная модель может только уточняться (детализироваться или упрощаться), но не перестраиваться.

ММ процесса функционирования интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» разработана на основе теории множеств. В ходе данного исследования предполагается создать ММ экспертной системы «Технология», что станет основой для разработки концептуальной модели ИСАПРО и графического представления ее элементного состава.

## 2 Разработка математической модели экспертной системы «Технология»

ММ описывает лишь некоторый упрощенный объект, где представлены основные явления, входящие в реальный объект, и лишь главные факторы, действующие на реальную систему. Процесс функционирования одного и того же реального объекта может быть представлен в виде различных ММ в зависимости от поставленной задачи [19].

Разработанная и описанная ниже модель относится к структурным, так как характеризует структуру сложного объекта (ИСАПРО), состоящего из отдельных частей (подсистем и их составляющих), между которыми наблюдаются определенные связи [2].

Используя общий системный подход к описанию модели, разработана математическая модель ИСАПРО.

В соответствии с общим принципом организации системы модель ИСАПРО представляет собой следующую функциональную зависимость [2]:

$$\{B_1, B_2, B_3, C_4, B_5, B_i\} \subseteq A, \quad (1)$$

где В – интеллектуальная информационная система;

С – подсистема «Раскладка»;

А – интеллектуальная система автоматизированного проектирования одежды.

При этом: В<sub>1</sub> – ИИС «Дизайнер»; В<sub>2</sub> – ИИС «Конфекционер»; В<sub>3</sub> – ИИС «Конструктор»; С<sub>4</sub> – подсистема «Раскладка»; В<sub>5</sub> – ИИС «Технология швейных изделий»; В<sub>i</sub> – i-ая ИИС в составе ИСАПРО;

Каждая из проектирующих подсистем, функционирующая в тандеме с соответствующей ЭС, образует ИИС.

На сегодняшний день модель ИСАПРО является открытой, количество ИИС неограниченно.



Структурный состав интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» обозначенную как  $B_5$ , можно представить как [2]:

$$\{C_5 \cup D_5\} \subseteq B_5, \quad (2)$$

где  $C_5$  – подсистема «Технолог»;

$D_5$  – экспертная система «Технология».

В свою очередь элементный состав каждой из подсистем можно представить в виде различных ММ.

Математическую модель проектирующей подсистемы «Технолог» обозначенную как  $C_5$ , можно представить как [2]:

$$C_5 = \{c_{5,i}, c'_{5,j}\}, \quad i = \overline{1,6}, \quad j = \overline{1,6}, \quad (3)$$

где  $c_{5,i}$  – модули подсистемы «Технолог»;

$c'_{5,i}$  – базы данных (БД) подсистемы «Технолог».

При этом:  $c_{5,1}$  – модуль «Разработка технологической последовательности и технологической карты»;  $c_{5,2}$  – модуль «Проектирование процесса производства»;  $c_{5,3}$  – модуль «Создание технического описания изделия»;  $c_{5,4}$  – модуль «Нормирование сырья»;  $c_{5,5}$  – модуль «Учет и анализ результатов работы»;  $c_{5,6}$  – модуль Расчет трудоемкости и стоимости изготовления;  $c'_{5,1}$  – БД технологически-неделимых и организационных операций;  $c'_{5,2}$  – БД швейного оборудования и оборудования для ВТО;  $c'_{5,3}$  – Технологическая БД;  $c'_{5,4}$  – БД методов технологической обработки верхней одежды;  $c'_{5,5}$  – БД технических описаний изделий;  $c'_{5,6}$  – БД тарифных ставок.

В модулях, входящих в подсистему «Технолог», производятся те или иные программные процедуры (в подсистему могут входить от 1 до 6 модулей), а БД используются для реализации этих процедур либо являются их результатом (в подсистему могут входить от 1 до 6 БД).

На основе результатов аналитического этапа исследования разработана ММ ЭС «Технология».

Математическую модель ЭС «Технология» обозначенную как  $D_5$ , можно представить как:

$$\{F_5, H_5\} \subseteq D_5, \quad (4)$$

где  $F_5$  – база знаний экспертной системы «Технология»;

$H_5$  – программные средства функционирования экспертной системы «Технология».

В свою очередь элементный состав ЭС «Технология» можно представить как:

$$F_5 = \{f_{5,i}\}, i = \overline{1, n_{f_5}}, \quad (5)$$

$$H_5 = \{h_{5,j}\}, j = \overline{1, n_{h_5}}, \quad (6)$$

где  $f_{5,i}$  – базы знаний (соответствующие базам данных проектирующей системы «Технолог»);

$h_{5,j}$  – программные средства (решатель, интерфейс пользователя, подсистема объяснений, интеллектуальный редактор).

Поэтапное моделирование ИСАПРО позволило произвести математическую формализацию системы, представить ее структурные составляющие и математическое выражение соотношений между ними, что является основой для разработки концептуальной модели системы и графического представления ее элементного состава [2].

В соответствии с математической моделью ИСАПРО уточнена её концептуальная модель (рисунок 3 ).

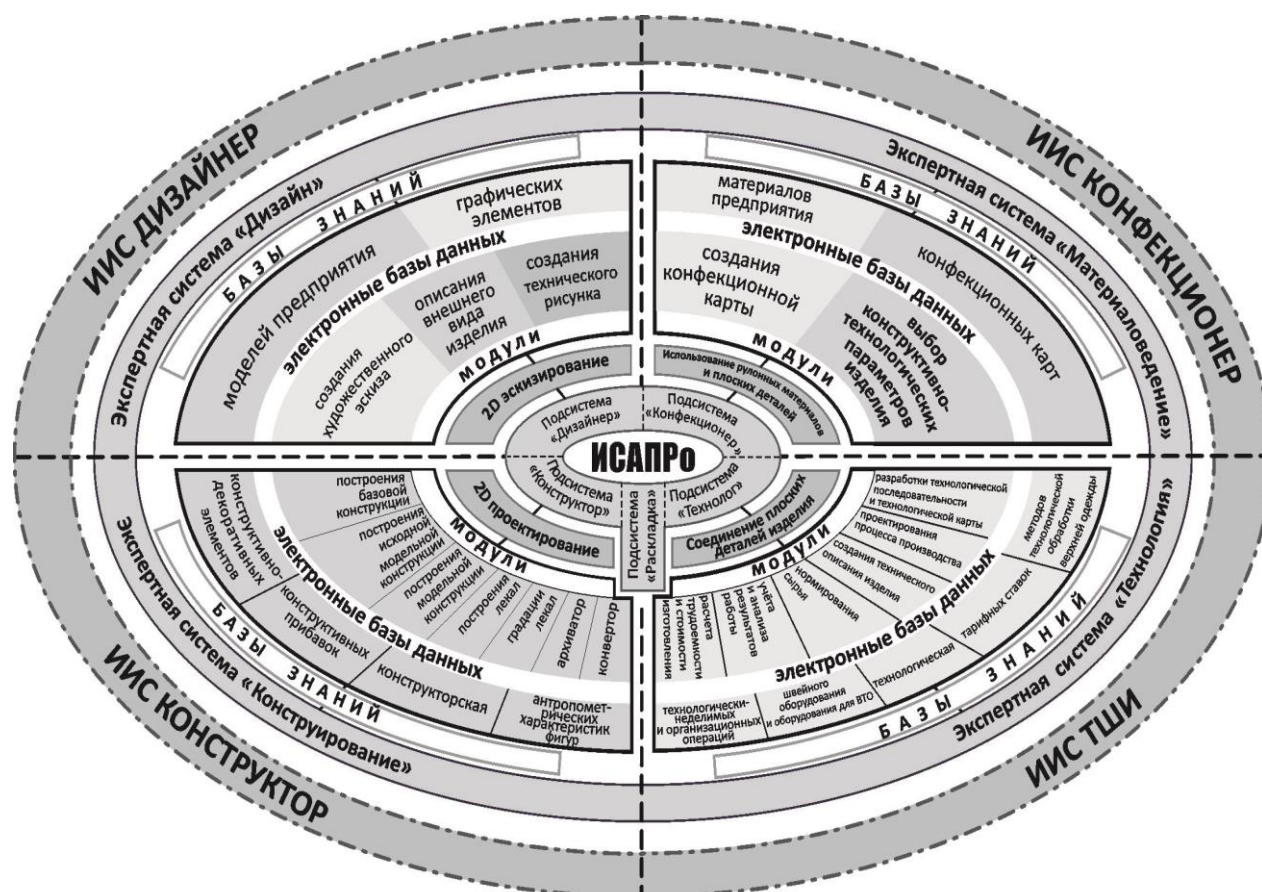


Рисунок 3 – Концептуальная модель ИСАПРО с учетом технологий интеллектуализации

Представленная в графическом виде данная модель наглядно отражает состояние САПР одежды в рамках предлагаемой концепции, перспективных направлений развития и используемых современных информационных технологий [2]. В данном исследовании определено месторасположение соответствующих баз знаний экспертных систем («Дизайнер», «Материаловедение», «Технология», «Конструирование») и интеллектуальных информационных систем («Дизайнер», «Конфекционер», «Технология швейных изделий», «Конструктор»).

На основе теории множеств представлена ММ интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды, которая отражает структуру и основные принципы организации ИСАПРО. Также разработана ММ экспертной системы «Технология» с использованием математического аппарата.

### **3 Основные понятия процесса интеллектуализации**

Интеллектуализация САПР представляет собой усиление традиционных систем автоматизированного проектирования новыми информационными технологиями, основанными на знаниях.

Интеллектуализация означает:

- разработку и использование интеллектуальных моделей при решении всех функциональных задач на всех этапах производственной деятельности предприятия;
- распределение на каждом рабочем месте знаний между человеком и машиной для решения функциональных задач, закреплённых за рабочим местом, и соответствующим комфортной работе специалиста;
- унификацию и формализацию процедур обработки знаний;
- использование баз знаний и интеллектуализацию принятия решений при проектировании и управлении производством;
- организацию непрерывного накопления (обучение и самообучение системы) знаний, используемых в производственной деятельности предприятия.

#### **3.1 Общие представления об искусственном интеллекте**

Искусственный интеллект (ИИ) - это термин, который вызывает большой интерес, а также активные дискуссии. Понятие «искусственный интеллект» предложил в 1956 г. Джон Маккарти на организованной им в Дартмутском колледже конференции, посвященной интеллектуальным машинам.

В литературе представлены различные определения искусственного интеллекта:

- ИИ - наука о машинах для решения задач, которые требуют применения человеческого интеллекта (М. Минский) [20];
- ИИ - область информатики, охватывающая компьютерные методы и технологии символьного вывода, а также символьного представления знаний при осуществлении такого вывода (Е. Фейгенбаум) [21];

– ИИ - охватывает решение задач способами, основанными на естественных человеческих действиях и процессах познания при помощи имитационных компьютерных программ [22].

Синтезируя десятки определений ИИ из различных источников, в качестве рабочего определения можно предложить следующее.

ИИ - это одно из направлений информатики, целью которого является разработка аппаратно - программных средств, позволяющих пользователю - непрограммисту ставить и решать свои, традиционно считающиеся интеллектуальными задачами, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка [16].

Среди множества направлений в ИИ есть несколько ведущих, которые в настоящее время вызывают наибольший интерес у исследователей и практиков. Основное направление в области разработки систем ИИ. Связанно с разработкой моделей представления знаний, созданием баз знаний, образующих ядро экспертных систем. В настоящее время ИИ включает в себя модели и методы извлечения и структурирования знаний и сливается с инженерией знаний.

Системы инженерии знаний - это программные системы, снабженные специальным инструментарием переработки трудноформализуемых сведений, включающим стратегии поиска, управление базами знаний, механизмы вывода [16].

Основная задача инженера по знаниям связана с построением модели проблемной области, т.е. базы знаний, которая записывается в память компьютера на языках высокого уровня, обычно приближенных к ЕЯ. Следует отметить, что только часть знаний можно выразить с помощью ЕЯ, т.е. вербально, поэтому современные методы ИИ ориентируются, в основном, на вербальные способы переноса информации в компьютер.

База знаний в исследованиях искусственного интеллекта - это особого рода база данных, разработанная для оперирования знаниями. БЗ содержит структурированную информацию, покрывающую некоторую область знаний,

для использования человеком с конкретной целью. База знаний содержит базу данных, представленную в объективной форме совокупность самостоятельных материалов, систематизированные таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью компьютера [23].

Таким образом, любая система, обладающая БЗ о некоторой ПО, может рассматриваться как интеллектуальная. Построение интеллектуальных систем является важнейшим направлением искусственного интеллекта.

### **3.2 Место экспертных систем в процессе интеллектуализации**

В начале 80-х годов в исследованиях по искусственному интеллекту сформировалось самостоятельное направление, получившее название «Экспертные системы» (ЭС). Основным назначением ЭС является разработка программных средств, которые при решении задач, трудных для человека, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решения, решениям получаемым человеком - экспертом. Следует иметь в виду, что ЭС не заменяют специалиста, а являются его советчиком, интеллектуальным партнером. Преимущество ЭС заключается в том, что объем информации, хранящейся в системе, практически не ограничен. Введенные в машину один раз знания сохраняются навсегда. Технологию построения ЭС часто называют инженерией знаний. Этот процесс требует специфической формы взаимодействия создателя ЭС, которого называют инженером знаний, и одного или нескольких экспертов в некоторой предметной области. Инженер знаний «извлекает» из экспертов процедуры, стратегии, эмпирические правила, которые они используют при решении задач, и встраивает эти знания в ЭС. Экспертные системы используются для решения так называемых неформализованных задач, общим для которых является то, что:

- задачи не могут быть заданы в числовой форме;

- цели нельзя выразить в терминах точно определенной целевой функции;
- не существует алгоритмического решения задачи;
- если алгоритмическое решение есть, то его нельзя использовать из-за ограниченности ресурсов (время, память).

Кроме того, неформализованные задачи обладают ошибочностью, неполнотой, неоднозначностью и противоречивостью, как исходных данных, так и знаний о решаемой задаче.

Как показывает практика внедрение интеллектуальных обучающих систем позволит усилить эмоциональное восприятие учебной информации; повысить мотивацию обучения за счет возможности самоконтроля, индивидуального, дифференцированного подхода к каждому обучаемому; произвести поиск и анализ разнообразной информации; создать условия для формирования умений самостоятельного приобретения знаний [24, 25].

Опыт создания и использования ЭС выявил следующие проблемы:

- необходимо создание большого количества ЭС со своей иерархией задач;
- мало специалистов - инженеров по знаниям;
- слабые объяснительные способности ЭС, отсутствие дифференциации объяснений в зависимости от квалификации и опыта пользователя;
- трудности в оценке качества рекомендации и сравнении решений ЭС и экспертов.

Несмотря на указанные проблемы, ЭС доказали свою эффективность и активно внедряются в различные сферы человеческой деятельности.

### **3.3 Назначения и основные свойства экспертных систем**

ЭС - это программное средство, использующее экспертные знания для обеспечения высокоэффективного решения неформализованных задач в узкой предметной области. Основу ЭС составляет БЗ о предметной области, которая

накапливается в процессе построения и эксплуатации ЭС. Накопление и организация знаний - важнейшее свойство всех ЭС.

Знания являются явными и доступными, что отличает ЭС от традиционных программ, и определяет их основные свойства, такие как [24] (рисунок 4 ):

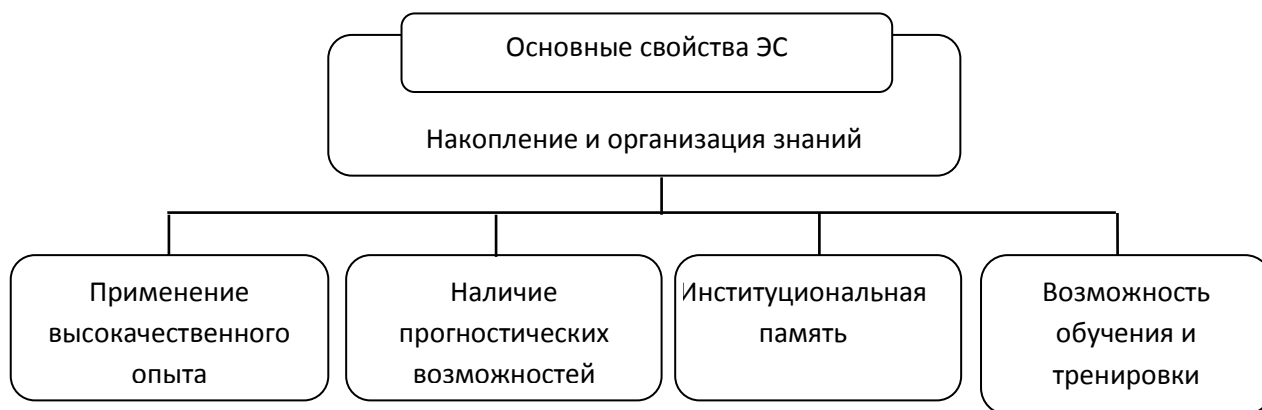


Рисунок 4- Основные свойства ЭС

– применение для решения проблемы высококачественного опыта, который представляет уровень мышления наиболее квалифицированных экспертов в данной области, что ведет к решениям творческих, точным и эффективным;

– наличие прогностических возможностей, при которых ЭС выдает ответы не только для конкретной ситуации, но и показывает, как изменяются эти ответы в новых ситуациях, с возможностью подробного объяснения каким образом новая ситуация привела к изменениям;

– обеспечение такого нового качества, как институциональная память (новое качество, которое может обеспечить БЗ, определяющая компетентность экспертной системы), за счет входящей в состав ЭС базы знаний, которая разработана в ходе взаимодействий со специалистами организации, и представляет собой текущую политику этой группы людей. Этот выбор знаний становится сводом квалифицированных мнений и постоянно обновляемым справочником наилучших стратегий и методов, используемых персоналом. Ведущие специалисты уходят, но их опыт остается;



– возможность использования ЭС для обучения и тренировки руководящих работников, обеспечивая новых служащих обширным багажом опыта и стратегий, по которым можно изучать рекомендуемую политику и методы.

Основное назначение ЭС - использование знаний и опыта специалистов высокой квалификации в определенной предметной области специалистами менее высокой квалификации в той же предметной области при решении возникающих перед ними проблем.

Главное достоинство ЭС - возможность накопления, сохранения и обновления знаний, что может обеспечить относительную независимость конкретной организации от наличия в ней квалификационных специалистов.

### **3.4 Формирование экспертных систем в проектирующих системах**

Экспертная система - это программное средство, использующее знания экспертов, для высокоэффективного решения задач в интересующей пользователя предметной области. Она называется системой, а не просто программой, так как содержит базу знаний, решатель проблемы и компоненту поддержки. Последняя из них помогает пользователю взаимодействовать с основной программой.

В любой момент времени в системе существуют три типа знаний:

- структурированные знания - статические знания о предметной области. После того как эти знания выявлены, они уже не изменяются;
- структурированные динамические знания - изменяемые знания о предметной области, обновляются по мере выявления новой информации;
- рабочие знания - знания, применяемые для решения конкретной задачи или проведения консультации.

Все перечисленные выше знания хранятся в базе знаний. Для ее построения требуется провести опрос специалистов, являющихся экспертами в конкретной предметной области, а затем систематизировать, организовать и

снабдить эти знания указателями, чтобы впоследствии их можно было легко извлечь из базы знаний.

К числу основных участников следует отнести саму ЭС, экспертов, инженеров знаний, средства построения ЭС и пользователей.

В работе ЭС можно выделить два основных режима: режим приобретения знаний и режим решения задачи. В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет эксперт (при помощи инженера знаний) [25].

Используя компонент приобретения знаний, эксперт описывает проблемную область в виде совокупности фактов и правил. То есть «наполняет» ЭС знаниями, которые позволяют ей самостоятельно решать задачи из проблемной области.

В режиме консультаций общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и (или) способ его получения. Необходимо отметить, что в зависимости от назначения ЭС пользователь может:

- не быть специалистом в данной предметной области, и в этом случае он обращается к ЭС за результатом, который не умеет получить сам;
- быть специалистом, и в этом случае он обращается к ЭС с целью ускорения получения результата.

Хорошо построенная ЭС имеет возможность самообучаться на решаемых задачах, пополняя автоматически свою БЗ результатами полученных выводов и решений.

### **3.5 Отличие экспертных систем от других программных продуктов**

Особенности ЭС, отличающие их от обычных программ, заключаются в том, что они должны обладать:

а) компетентностью, а именно:

- 1) достигать экспертного уровня решений (т.е. в конкретной предметной области иметь тот же уровень профессионализма, что и эксперты - люди);

2) быть умелой (т.е. применять знания эффективно и быстро, избегая, как и люди, ненужных вычислений).

b) возможность к символьным рассуждениям, а именно:

3) представлять знания в символьном виде;

4) переформулировать символьные знания.

c) глубиной, а именно:

5) работать в предметной области, содержащей трудные задачи;

6) использовать сложные правила (т.е. использовать либо сложные конструкции правил, либо большое их количество).

d) самосознание, а именно:

7) исследовать свои рассуждения (т.е. проверять их правильность);

8) объяснять свои действия.

Обычные программы разрабатываются так, чтобы каждый раз порождать правильный результат, то ЭС разработаны с тем, чтобы вести себя как эксперты. Они, как правило, дают правильные ответы, но иногда, как и люди, способны ошибаться. ЭС, подобно людям, имеют потенциальную возможность учиться на своих ошибках.

## **4 Проектирование экспертных систем**

Принятие объективных решений пользователями в трудноформулируемых ПО возможно за счет реализации интеграции и интеллектуализации системы автоматизированного проектирования одежды (САПРО). С позиции реализации эффективного комплексного учета методов технологической обработки (МТО) необходима разработка интеллектуальной составляющей САПРО – ЭС [2], которая является одной из составляющей ИИС.

### **4.1 Понятие об экспертных системах, их классификации и характеристики**

Экспертная система – это вычислительная система, в которую включены знания специалистов о некоторой конкретной ПО и которая в пределах этой области способна принимать экспертные решения [26].

ЭС применяются для решения только трудных практических задач. По качеству и эффективности решения ЭС не уступают решениям эксперта–человека, а даже превосходят (возможность накопления знаний и сохранение их длительное время; к любой информации ЭС подходят объективно, что улучшает качество проводимой экспертизы; исключается возможность поспешных выводов; системы работают систематизировано, рассматривая все детали, часто выбирая наилучшую альтернативу из всех возможных; база знаний (БЗ) может быть неограниченно большой) [27].

Главное достоинство ЭС – возможность накапливать знания, сохранять их длительное время, и возможность их обновлять.

ЭС классифицируются по различным признакам (рисунок 5) [28].

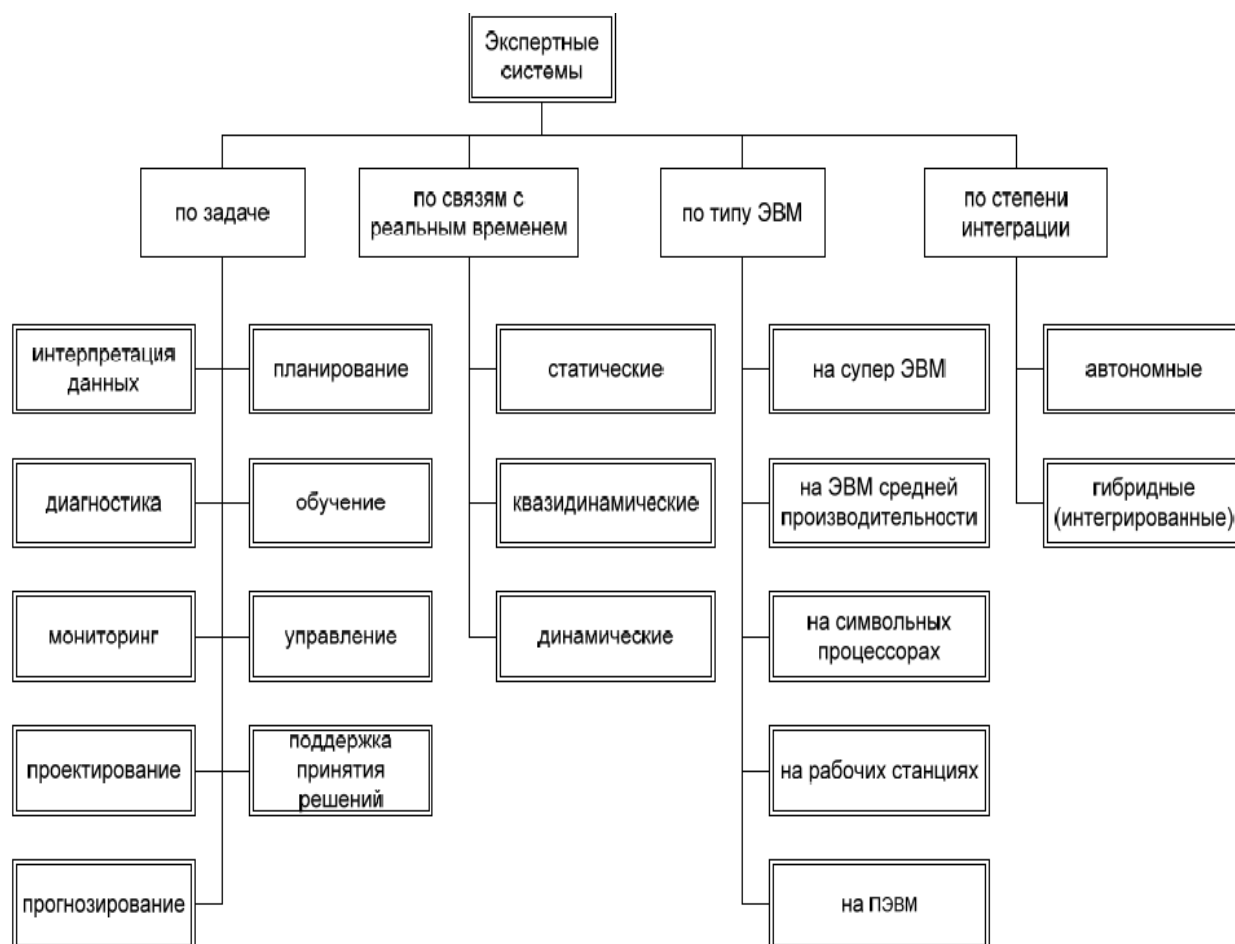


Рисунок 5– Классификация экспертных систем

В работе [28] приведена классификация по решаемой задаче:

- интерпретация данных – процесс определения смысла данных, результаты которого должны быть согласованными и корректными;
- диагностика – процесс соотнесения объекта с некоторым классом объектов и/или обнаружение неисправности в некоторой системе;
- мониторинг – непрерывная интерпретация данных в реальном масштабе времени и сигнализация о выходе тех или иных параметров за допустимые пределы;
- проектирование – состоит в подготовке спецификаций на создание «объектов» с заранее определенными свойствами;
- прогнозирование – позволяет предсказывать последствия некоторых событий или явлений на основании анализа имеющихся данных;
- планирование – нахождение планов действий, относящихся к объектам, способным выполнять некоторые функции;

- обучение – использование компьютера для обучения какой-то дисциплине или предмету;

- поддержка принятия решений – совокупность процедур, обеспечивающая лицо, принимающее решения, необходимой информацией и рекомендациями, облегчающими процесс принятия решения.

Классификация по связи с реальным временем [28]:

- статические – разрабатываются в ПО, в которых БЗ и интерпретируемые данные не меняются во времени;

- квазидинамические – интерпретируют ситуацию, которая меняется с некоторым фиксированным интервалом времени;

- динамические – работают в сопряжении с датчиками объектов в режиме реального времени с непрерывной интерпретацией поступающих в систему данных.

Классификация по типу электронно-вычислительных машин (ЭВМ) [28]:

- ЭС для уникальных стратегически важных задач на супер-ЭВМ;

- ЭС на ЭВМ средней производительности;

- ЭС на символьных процессорах и рабочих станциях;

- ЭС на мини- и супермини-ЭВМ;

- ЭС на персональных компьютерах.

Классификация по степени интеграции с другими программами [28]:

- автономные – работают непосредственно в режиме консультаций с пользователем для специфических «экспертных» задач, для решения которых не требуется привлекать традиционные методы обработки данных (расчеты, моделирование и т. д.);

- гибридные – представляют программный комплекс, агрегирующий стандартные пакеты прикладных программ и средства манипулирования знаниями.

Таким образом, для настоящего исследования выбраны ЭС: по задаче – являющаяся системой поддержки принятия решений; по связи с реальным временем – динамическая. По типу ЭВМ ЭС должна быть предназначена для

персонального компьютера, по степени интеграции с другими программами выбрана автономная ЭС.

#### **4.2 Технология разработки экспертных систем, процессы ее функционирования**

Разработка ЭС имеет существенное отличие от проектирования традиционных информационных систем в силу того, что постановка задач, решаемых экспертной системой может уточняться во время всего цикла проектирования. Вследствие этого возникает потребность модифицировать принципы и способы построения базы знаний и аппарата логического вывода в ходе проектирования по мере того, как увеличивается объем знаний разработчиков о предметной области.

Инструментальные средства различаются в зависимости от того, какую технологию разработки ЭС они допускают. Можно выделить, по крайней мере, четыре подхода к разработке ЭС [29]:

- подход, базирующийся на поверхностных знаниях – подход заключается в получении от эксперта фрагментов знаний (часто эвристических), которые релевантны решаемой задаче;

- структурный подход – подобен структурному программированию. Структурирование позволяет решить часть задачи, с помощью поиска;

- подход, основанный на глубинных знаниях – компетентность ЭС базируется на модели той проблемной среды, в которой эта ЭС работает;

- смешанный подход, опирающийся на использовании поверхностных и глубинных знаний – поверхностный подход может быть использован для поиска адекватных знаний, которые затем используются некоторой глубинной моделью.

При разработке ЭС часто используется концепция быстрого прототипа. Суть её в следующем: поначалу создается не ЭС, а её прототип, который обязан решать узкий круг задач и требовать на свою разработку незначительное время. Прототип должен продемонстрировать пригодность будущей ЭС для данной ПО, проверить правильность кодировки фактов, связей и стратегий рассуждения

эксперта. Он также дает возможность инженеру по знаниям привлечь эксперта к активной роли в разработке ЭС. Размер прототипа – несколько десятков правил.

По степени готовности к использованию и распространению различают четыре прототипа ЭС [26]:

- демонстрационный – для демонстрации возможностей будущей ЭС, основных архитектурных решений, пользовательского интерфейса, для уточнения требований к пользовательскому интерфейсу и функциям, выполняемым ЭС, содержит демонстрационную неполную БЗ;

- исследовательский – для исследования направлений дальнейшего совершенствования ЭС и для пополнения БЗ, может использоваться для решения реальных задач в ограниченных пределах;

- промышленный – для использования, как правило, в организации, где был разработан, в нем возможны ограничения, условности, специализация, свойственные для данной организации;

- коммерческий – для широкого распространения, обладает гибкостью, удобством в эксплуатации, адаптируемостью к конкретным задачам и требованиям пользователя.

Подобно другим видам компьютерных программ ЭС не могут заменить человека в решении задач, а скорее напоминают орудия труда, которые дают ему возможность решать задачи быстрее и эффективнее. Они не заменяют специалиста, а являются инструментом в его руках.

На сегодняшний день сложилась определенная технология разработки ЭС, включающая 6 этапов [30].

Этап 1. Идентификация. Определяются задачи, которые подлежат решению. Планируется ход разработки прототипа ЭС, определяются: нужные ресурсы (время, люди, ЭВМ и т.д.), источники знаний (книги, дополнительные специалисты, методики), имеющиеся аналогичные ЭС, цели (распространение опыта, автоматизация рутинных действий и др.), классы решаемых задач и т.д. На этом же этапе разработки ЭС проходит извлечение знаний. Инженер по знаниям помогает эксперту выявить и структурировать знания, необходимые



для работы ЭС, с использованием различных способов: анализ текстов, диалоги, экспертные игры, лекции, дискуссии, интервью, наблюдение и другие. Извлечение знаний – это получение инженером по знаниям более полного представления о ПО и методах принятия решения в ней.

Этап 2. Концептуализация. Выявляется структура полученных знаний о ПО. Определяются: терминология, перечень главных понятий и их атрибутов, структура входной и выходной информации, стратегия принятия решений и т.д. Концептуализация – это разработка неформального описания знаний о ПО в виде графа, таблицы, диаграммы либо текста, которое отражает главные концепции и взаимосвязи между понятиями ПО.

Этап 3. Формализация. На этапе формализации все ключевые понятия и отношения, выявленные на этапе концептуализации, выражаются на некотором формальном языке, предложенном (выбранном) инженером по знаниям. Здесь он определяет, подходят ли имеющиеся инструментальные средства для решения рассматриваемой проблемы или необходим выбор другого инструментария, или требуются оригинальные разработки.

Этап 4. Реализация. Создается прототип ЭС, включающий БЗ и другие подсистемы. На данном этапе применяются следующие инструментальные средства: программирование на обычных языках (Паскаль, Си и др.), программирование на специализированных языках, применяемых в задачах искусственного интеллекта (LISP, FRL, SmallTalk и др.) и др. Четвертый этап разработки ЭС в какой-то степени является ключевым, так как здесь происходит создание программного комплекса, демонстрирующего жизнеспособность подхода в целом.

Этап 5. Тестирование. Прототип проверяется на удобство и адекватность интерфейсов ввода-вывода, эффективность стратегии управления, качество проверочных примеров, корректность БЗ. Тестирование – это выявление ошибок в выбранном подходе, выявление ошибок в реализации прототипа, а

также выработка рекомендаций по доводке системы до промышленного варианта.

Этап 6. Опытная эксплуатация. Проверяется пригодность ЭС для конечных пользователей. По результатам этого этапа может потребоваться существенная модификация ЭС.

Процесс разработки ЭС не сводится к строгой последовательности перечисленных выше этапов. В ходе работ приходится неоднократно возвращаться на более ранние этапы и пересматривать принятые там решения [30].

В соответствии с последовательностью технологии разработки ЭС, в рамках настоящего исследования будут реализованы два первых этапа: идентификация и концептуализация.

Обобщенная структура ЭС представлена на рисунке 6. Следует учесть, что реальные ЭС могут иметь более сложную структуру, однако блоки, изображенные на рисунке, непременно присутствуют в любой ЭС.

В целом процесс функционирования ЭС можно представить следующим образом: пользователь, желающий получить необходимую информацию, через пользовательский интерфейс посылает запрос к ЭС; решатель, пользуясь БЗ, генерирует и выдает пользователю подходящую рекомендацию, объясняя ход своих рассуждений при помощи подсистемы объяснений [31]. В свою очередь инженер по знаниям и эксперт, обладая знаниями, через интеллектуальный редактор, формирует базу знаний ЭС.

Пользователь – специалист предметной области, для которого предназначена система.

Интерфейс пользователя – комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и при получении результатов.

Решатель – программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, имеющихся в базах БЗ.

База знаний – ядро ЭС, совокупность знаний ПО, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю.

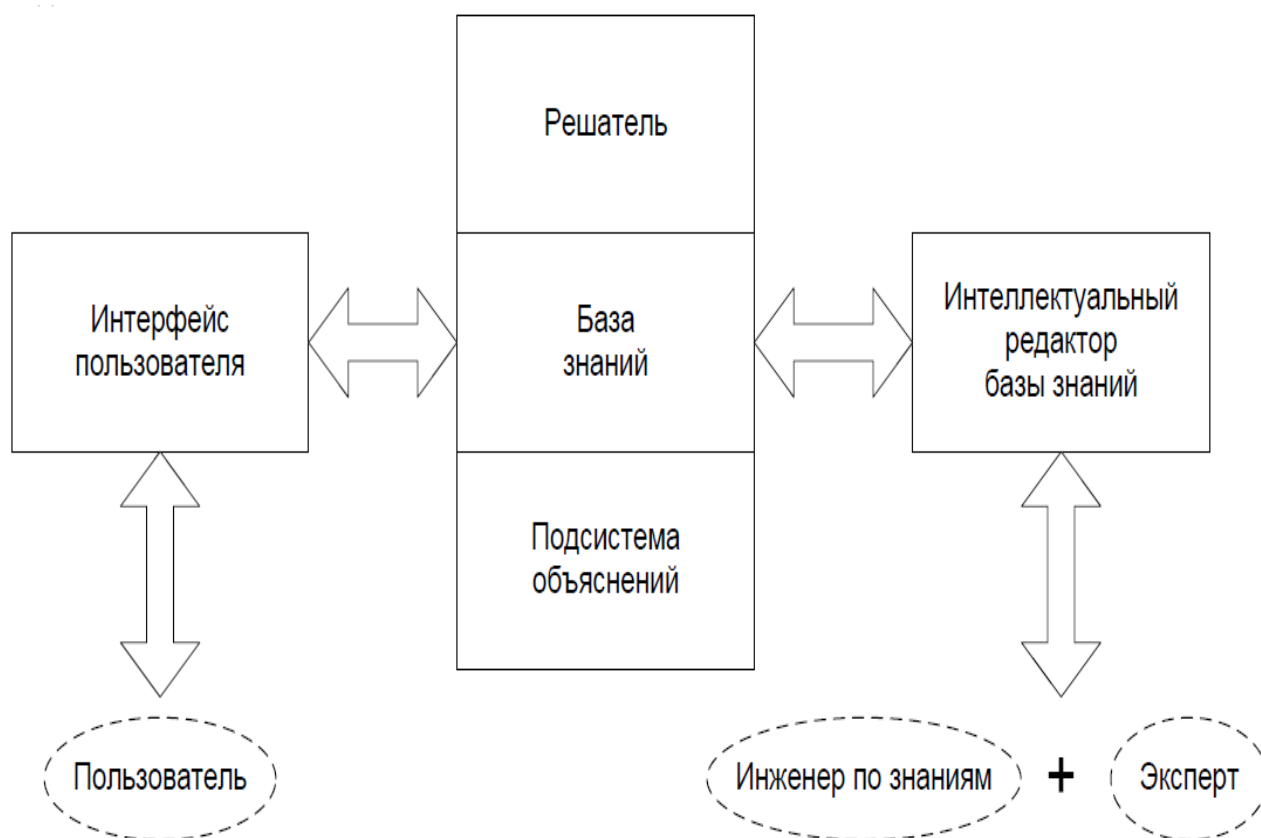


Рисунок 6– Структура экспертной системы

Подсистема объяснений – программа, позволяющая пользователю получить ответы на вопросы: «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?».

Интеллектуальный редактор БЗ – программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создавать БЗ в диалоговом режиме. Включает в себя систему вложенных меню, шаблонов языка представления знаний, подсказок (help-режим) и других сервисных средств, облегчающих работу с базой.

Инженер по знаниям – специалист в области искусственного интеллекта, выступающий в роли промежуточного буфера между экспертом и БЗ.

Эксперт – высококвалифицированный специалист, согласившийся поделиться своим опытом решения конкретного класса задач в конкретной ПО [31].

ЭС работает в двух режимах: режиме приобретения знаний и в режиме решения задачи (называемом также режимом консультации или режимом использования ЭС).

В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет (через посредничество инженера по знаниям) эксперт. В этом режиме эксперт, используя компонент приобретения знаний, наполняет систему знаниями, которые позволяют ЭС в режиме решения самостоятельно (без эксперта) решать задачи из ПО. Эксперт описывает ПО в виде совокупности данных и правил. Данные определяют объекты, их характеристики и значения, существующие в области экспертизы. Правила определяют способы манипулирования с данными, характерные для рассматриваемой области.

В режиме консультации общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и (или) способ его получения. Необходимо отметить, что в зависимости от назначения ЭС пользователь может не быть специалистом в данной ПО (в этом случае он обращается к ЭС за результатом, не умея получить его сам), или быть специалистом (в этом случае пользователь может сам получить результат, но он обращается к ЭС с целью либо ускорить процесс получения результата, либо возложить на ЭС рутинную работу). В режиме консультации данные о задаче пользователя после обработки их диалоговым компонентом поступают в рабочую память. Решатель на основе входных данных из рабочей памяти, общих данных о ПО и правил из БЗ формирует решение задачи. ЭС при решении задачи не только исполняет предписанную последовательность операции, но и предварительно формирует ее. Если реакция системы не понятна пользователю, то он может потребовать объяснения: «Почему система задает тот или иной вопрос?», «как ответ, собираемый системой, получен?» [32].

Методы искусственного интеллекта, основанные на знаниях, применяются при решении задач автоматизированной системы управления принятия решений, когда на основании определенного набора критериев из множества альтернатив выбирается наиболее подходящая для достижения

поставленных целей. Цели и критерии могут быть как постоянными, так и изменяться в процессе решения задачи [2].

### **4.3 Представление знаний в экспертных системах**

Под представлением знаний понимается методика и форма структурированного описания и хранения в памяти вычислительной машины знаний человека-эксперта.

Первый и основной вопрос, который надо решить при представлении знаний (ПЗ), – это вопрос определения состава знаний, т.е. определение того, «ЧТО ПРЕДСТАВЛЯТЬ» в ЭС. Второй вопрос касается того, «КАК ПРЕДСТАВЛЯТЬ» знания. Необходимо отметить, что эти две проблемы не являются независимыми. Действительно, выбранный способ представления может оказаться непригодным в принципе либо неэффективным для выражения некоторых знаний.

Вопрос «КАК ПРЕДСТАВЛЯТЬ» можно разделить на две в значительной степени независимые задачи: как организовать (структурировать) знания и как ПЗ в выбранном формализме.

Стремление выделить организацию знаний в самостоятельную задачу вызвано, в частности, тем, что эта задача возникает для любого языка представления и способы решения этой задачи являются одинаковыми (либо сходными) вне зависимости от используемого формализма.

В круг вопросов, решаемых при ПЗ, включены:

- определение состава ПЗ;
- организацию знаний;
- ПЗ, то есть определение модели представления.

Состав знаний ЭС определяется следующими факторами:

- проблемной средой;
- архитектурой ЭС;
- потребностями и целями пользователей;
- языком общения.

В соответствии с общей схемой статической ЭС для ее функционирования требуются следующие знания:

- знания о процессе решения задачи (т.е. управляющие знания), используемые интерпретатором (решателем);
- знания о языке общения и способах организации диалога, используемые лингвистическим процессором (диалоговым компонентом);
- знания о способах представления и модификации знаний, используемые компонентом приобретения знаний;
- поддерживающие структурные и управляющие знания, используемые объяснительным компонентом.
- знания о методах взаимодействия с внешним окружением;
- знания о модели внешнего мира.

Для динамической ЭС, кроме того, необходимы следующие знания:

- знания о методах взаимодействия с внешним окружением;
- знания о модели внешнего мира.

Зависимость состава знаний от требований пользователя проявляется в следующем:

- какие задачи (из общего набора задач) и с какими данными хочет решать пользователь;
- каковы предпочтительные способы и методы решения;
- при каких ограничениях на количество результатов и способы их получения должна быть решена задача;
- каковы требования к языку общения и организации диалога;
- какова степень общности (конкретности) знаний о ПО, доступная пользователю;
- каковы цели пользователей.

Состав знаний о языке общения зависит как от языка общения, так и от требуемого уровня понимания.

С учетом архитектуры ЭС знания целесообразно делить на:

- интерпретируемые – относятся те знания, которые способен интерпретировать решатель (интерпретатор). Интерпретируемые знания можно разделить на предметные знания, управляющие знания и знания о представлении. Знания о представлении содержат информацию о том, каким образом (в каких структурах) в системе представлены интерпретируемые знания;

- неинтерпретируемые. Решатель не знает их структуры и содержания. Если эти знания используются каким-либо компонентом системы, то он не «осознает» этих знаний. Неинтерпретируемые знания подразделяются на вспомогательные знания, хранящие информацию о лексике и грамматике языка общения, информацию о структуре диалога, и поддерживающие знания. Вспомогательные знания обрабатываются естественно-языковой компонентой, но ход этой обработки решатель не осознает, так как этот этап обработки входных сообщений является вспомогательным для проведения экспертизы. Поддерживающие знания используются при создании системы и при выполнении объяснений, выполняют роль описаний (обоснований) как интерпретируемых знаний, так и действий системы.

Предметные знания содержат данные о ПО и способах преобразования этих данных при решении поставленных задач. Отметим, что по отношению к предметным знаниям знания о представлении и знания об управлении являются метазнаниями ("знания о знаниях"). В предметных знаниях можно выделить описатели и собственно предметные знания. Описатели содержат определенную информацию о предметных знаниях, такую, как коэффициент определенности правил и данных, меры важности и сложности. Собственно предметные знания разбиваются на факты и исполняемые утверждения. Факты определяют возможные значения сущностей и характеристик ПО. Исполняемые утверждения содержат информацию о том, как можно изменять описание ПО в ходе решения задач.

Управляющие знания можно разделить на:

- фокусирующие – знания описывают, какие знания следует использовать в той или иной ситуации. Обычно фокусирующие знания содержат сведения о

наиболее перспективных объектах или правилах, которые целесообразно использовать при проверке соответствующих гипотез. В первом случае внимание фокусируется на элементах рабочей памяти, во втором – на правилах БЗ.

- решающие – знания содержат информацию, используемую для выбора способа интерпретации знаний, подходящего к текущей ситуации. Эти знания применяются для выбора стратегий или эвристик, наиболее эффективных для решения данной задачи.

Качественные и количественные показатели экспертной системы могут быть значительно улучшены за счет использования метазнаний, т.е. знаний о знаниях.

Вопросы организации знаний необходимо рассматривать в любом представлении, и их решение в значительной степени не зависит от выбранного способа (модели) представления. Выделим следующие аспекты проблемы организации знаний:

а) организация знаний по уровням представления и по уровням детальности. Для того чтобы ЭС могла управлять процессом поиска решения, была способна приобретать новые знания и объяснять свои действия, она должна уметь не только использовать свои знания, но и обладать способностью понимать и исследовать их, то есть ЭС должна иметь знания о том, как представлены ее знания о проблемной среде. Знания можно разделить по уровням представления, что обеспечивает расширение области применимости системы. Выделение уровней детальности позволяет рассматривать знания с различной степенью подробности. Количество уровней детальности во многом определяется спецификой решаемых задач, объемом знаний и способом их представления;

б) организация знаний в рабочей памяти. Рабочая память (РП) ЭС предназначена для хранения данных. Данные в РП могут быть однородны или разделяются на уровни по типам данных. В последнем случае на каждом уровне РП хранятся данные соответствующего типа. Выделение уровней усложняет



структуру ЭС, но делает систему более эффективной. В современных ЭС данные в РП рассматриваются как изолированные или как связанные. В первом случае РП состоит из множества простых элементов, а во втором случае из одного или нескольких (при нескольких уровнях в РП) сложных элементов (например, объектов). При этом сложный элемент соответствует множеству простых, объединенных в единую сущность;

в) организация знаний в базе данных (БД). Показателем интеллектуальности системы с точки зрения представления знаний считается способность системы использовать в нужный момент необходимые знания. Системы, не имеющие средств для определения релевантных знаний, неизбежно сталкиваются с проблемой «комбинаторного взрыва». Можно утверждать, что эта проблема является одной из основных причин, ограничивающих сферу применения ЭС. В проблеме доступа к знаниям можно выделить три аспекта: связность знаний и данных, механизм доступа к знаниям и способ сопоставления. Связность (агрегация) знаний является основным способом, обеспечивающим ускорение поиска релевантных знаний. Основной проблемой при работе с большой БЗ является проблема поиска знаний, релевантных решаемой задаче. В связи с тем, что в обрабатываемых данных может не содержаться явных указаний на значения, требуемые для их обработки, необходим более общий механизм доступа, чем метод прямого доступа (метод явных ссылок). Задача этого механизма состоит в том, чтобы по некоторому описанию сущности, имеющемуся в рабочей памяти, найти в БЗ объекты, удовлетворяющие этому описанию. Очевидно, что упорядочение и структурирование знаний могут значительно ускорить процесс поиска. Операция сопоставления может использоваться не только как средство выбора нужного объекта из множества кандидатов; она может быть использована для классификации, подтверждения, декомпозиции и коррекции. Для идентификации неизвестного объекта он может быть сопоставлен с некоторыми известными образцами. Это позволит классифицировать неизвестный объект как такой известный образец, при сопоставлении с которым были получены лучшие

результаты. При поиске сопоставление используется для подтверждения некоторых кандидатов из множества возможных. Если осуществлять сопоставление некоторого известного объекта с неизвестным описанием, то в случае успешного сопоставления будет осуществлена частичная декомпозиция описания.

Методы решения задач, основанные на сведении их к поиску, зависят от особенностей ПО, в которой решается задача, и от требований, предъявляемых пользователем к решению. Особенности ПО с точки зрения методов решения можно характеризовать следующими параметрами:

- размер, определяющий объем пространства, в котором предстоит искать решение;

- изменяемость области, характеризует степень изменяемости области во времени и пространстве (здесь будем выделять статические и динамические области);

- полнота модели, описывающей область, характеризует адекватность модели, используемой для описания данной области. Обычно если модель не полна, то для описания области используют несколько моделей, дополняющих друг друга за счет отражения различных свойств ПО;

- определенность данных о решаемой задаче, характеризует степень точности (ошибочности) и полноты (неполноты) данных. Точность (ошибочность) является показателем того, что ПО с точки зрения решаемых задач описана точными или неточными данными; под полнотой (неполнотой) данных понимается достаточность (недостаточность) входных данных для однозначного решения задачи.

Требования пользователя к результату задачи, решаемой с помощью поиска, можно характеризовать количеством решений и свойствами результата и (или) способом его получения. Параметр «количество решений» может принимать следующие основные значения: одно решение, несколько решений, все решения.

Существующие методы решения задач, используемые в ЭС, можно классифицировать следующим образом:

- методы поиска в одном пространстве – методы, предназначенные для использования в следующих условиях: области небольшой размерности, полнота модели, точные и полные данные;
- методы поиска в иерархических пространствах – методы, предназначенные для работы в областях большой размерности;
- методы поиска при неточных и неполных данных;
- методы поиска, использующие несколько моделей, предназначенные для работы с областями, для адекватного описания которых одной модели недостаточно.

Перечисленные методы при необходимости должны объединяться для того, чтобы позволить решать задачи, сложность которых возрастает одновременно по нескольким параметрам.

Рассмотренные методы могут работать в статических и динамических проблемных средах. Для того чтобы они работали в условиях динамики, необходимо учитывать время жизни значений переменных, источник данных для переменных, а также обеспечивать возможность хранения истории значений переменных, моделирования внешнего окружения и оперирования временными категориями в правилах [33].

Существует множество различных моделей представления знаний, и при построении новой экспертной системы может быть выбран один из них. Во многом, от выбранной модели зависит успех экспертной системы и эффективность ее работы.

К моделям представления знаний, используемым при построении баз знаний и систем, основанных на знаниях, относятся:

- семантические сети – этот метод представления знаний позволяет описывать объекты, явления и понятия ПО с помощью теории графов. Проблема поиска решения в БЗ типа семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, соответствующего некоторой подсети, отвечающей

поставленному вопросу. Подобного рода задачи решаются с помощью аппарата теории графов. Основное преимущество этой модели – в соответствии современным представлениям об организации долговременной памяти человека и высокой наглядности представления знаний. Недостатком данной модели является сложность поиска решения и вывода на семантической сети [30];

- фреймы – является моделью организации памяти человека, представляет собой более естественную форму для отображения иерархически организованных знаний. Такого рода знания базируются на понятии абстрактного образа или ситуации. Основная идея фреймового подхода заключается в сосредоточении всей информации, относящейся к одному объекту в одной структуре данных, вместо распределения ее по БЗ [30]. Информация, относящаяся к фрейму, содержится в составляющих его слотах. Слоты могут быть терминальными либо являться сами фреймами, образуя целую иерархическую сеть. Фреймовые модели предоставляют возможность организации сетевых структур знаний, основанных на выделении концептуальных понятий и их признаков. Основными достоинствами этих моделей являются: возможность иерархического построения БЗ в соответствии со степенью абстрактности понятий; возможность организации любой системы вывода на основе объектно-ориентированного принципа управления выводом и обменом свойствами и процедурами вычисления их значений между объектами; адекватное отображение концептуальной организации памяти человека и ее способности гибко и наглядно представлять структурированные знания. Недостатком фреймовых моделей является то, что создание на их основе ИИС, потребует привлечения высокопрофессиональных, системно-мыслящих специалистов с практическим опытом создания фреймовых структур, и достаточно длительного времени на доведение системы до рабочего состояния;

- продукционная модель, основана на правилах и позволяет представить знание в виде предложений типа: «ЕСЛИ условие, ТО действие», где условие –

это образец для поиска в БД, а действие – действие или операторы, выполняемые при успешном исходе поиска. К достоинствам продукционных моделей ПЗ относятся: возможность эффективно представлять почти все виды человеческих знаний; простота создания; продукции по своей топологии обладают свойством модульности и удаление из БЗ или добавление в нее новых правил не приводит к изменениям в других продукциях; наличие в правилах ссылок на сферу применения позволяет эффективно организовать память и повысить оперативность поиска; возможность однородного представления знаний стандартными форматами позволяет проводить необходимые изменения в случае обнаружения ошибок. Недостатком продукционной модели является то, что при накоплении достаточно большого числа (порядка нескольких сотен) продукций они начинают противоречить друг другу.

Проведенный анализ общего методологического подхода к разработке экспертных систем позволил выявить их структурный состав и базовые функции. При рассмотрении видов прототипов ЭС установлено, что исследовательский прототип отвечает требованиям и масштабу поставленных задач. Определено, что центральным компонентом в составе любой экспертной системы является база знаний, составление которой подразумевает формализацию знаний ПО на специальном языке программирования [2].

В результате сравнительного анализа рассмотренных моделей представления знаний установлено, что фреймовая модель в наибольшей степени отвечает предъявленным требованиям и может обеспечить их выполнение. Эта модель универсальна в использовании, имеет многоуровневую структуру представления данных, быстрый и прямолинейный доступ к информации, отображает взаимосвязи между объектами, что отвечает требованиям ИСАПРО.

## **5 Технология разработки интеллектуальных систем, основанных на знаниях**

Начиная с конца 1980 - х гг. на основе исследования в области ИИ сформировалась новая отрасль компьютерной индустрии - разработка интеллектуальных систем. Все существующие ИС можно разбить на два класса - общественного назначения и специализированные [34, 35, 36].

### **5.1 Классификации интеллектуальных систем и технологий их создания**

К специализированным ИС относятся системы, выполняющие решение фиксированного набора задач, predetermined при проектировании конкретной системы. Для использования подобных систем требуется наполнить их данными и знаниями, соответствующими выбранному приложению.

К интеллектуальным системам общего назначения относятся системы, которые не только исполняют заданные процедуры, но и на основе метапроцедур поиска интерпретируют и исполняют процедуры новых конкретных задач.

В ходе работ по созданию ЭС сложилась определенная технология их разработки, включающая шесть следующих этапов: идентификация, концептуализация, формализация, реализация, тестирование, опытная эксплуатация и внедрение.

На этапе идентификации определяются задачи, участники процесса разработки и их роли, ресурсы и цели. Определение участников и их ролей сводится к определению количества экспертов и инженеров по знаниям, а также формы их взаимоотношений.

Идентификация задачи заключается в составлении неформального (вербального) описания решаемой задачи. В этом описании указываются общие характеристики задачи; подзадачи, выделяемые внутри данной задачи; ключевые понятия (объекты), характеристики и отношения; входные (выходные) данные; предположительный вид решения.

Цель этапа идентификации задачи состоит в том, чтобы характеризовать задачу и структуру поддерживающих ее знаний и приступить к работе по созданию базы знаний.

На втором этапе концептуализации эксперт и инженер по знаниям выделяют ключевые понятия, отношения и характеристики, необходимые для описания процесса решения задачи. На этом этапе определяются следующие особенности задачи: типы доступных данных; исходные и выводимые данные; подзадачи общей задачи; используемые стратегии и гипотезы; виды взаимосвязей между объектами проблемной области; типы используемых отношений (иерархия); состав знаний, используемых для решения задачи и для объяснения решения.

На третьем этапе формализации все ключевые понятия и отношения, выявленные на этапе концептуализации, выражаются на некотором формальном языке, предложенном (выбранном) инженером по знаниям.

Основными задачами в процессе формализации являются проблемы структуризации исходной задачи и знаний в выбранном (разработанном) формализме, а именно: структуризация общей задачи, на связанные подзадачи, структуризация предметной области на основе иерархии классов, структуризация приложения на основе иерархии «часть/целое».

На четвертом этапе реализации цель состоит в создании одного или нескольких прототипов ЭС, решающих требуемые задачи. Затем по результатам этапов тестирования и опытной эксплуатации на данном этапе создается конечный продукт, пригодный для промышленного использования. Разработка прототипа состоит в программировании его компонентов (или выборе их из имеющихся инструментальных средств) и наполнении базы знаний.

На пятом этапе тестирования ЭС включается в каждую стадию прототипирования прикладной системы. Специалисты выделяют три аспекта тестирования ЭС: тестирование исходных данных, логическое тестирование базы знаний, концептуальное тестирование прикладной системы.

Тестирование исходных данных включает проверку фактографической информации, служащей основой для проведения экспертизы.

Логическое тестирование базы знаний заключается в обнаружении логических ошибок в системе продукции, не зависящих от предметной области, таких, как избыточные, циклические и конфликтные правила; пропущенные и пересекающиеся правила.

Концептуальное тестирование проводится для проверки общей структуры системы и учета в ней всех аспектов решаемой задачи.

На шестом этапе опытной эксплуатации и внедрения проверяется пригодность ЭС для конечного пользователя. К этому этапу следует переходить лишь после того, как система, по мнению эксперта, будет успешно решать все требуемые задачи. В целом в процессе опытной эксплуатации прототипа происходит уточнение требований к системе: разработчики и пользователи имеют возможность непосредственно изучить и устранить последствия принятых проектных решений.

Успех проектирования ЭС во многом определяется тем, насколько компетентны привлекаемые к разработке эксперты и насколько они способны передать свой опыт инженерам по знаниям. Вместе с тем, эксперты не имеют представления о возможностях и ограничениях ЭС. Следовательно, процесс разработки ЭС должен быть организован инженерами по знаниям таким образом, чтобы в процессе их итеративного взаимодействия с экспертами они получили весь необходимый объем знаний для решения четко очерченных проблем, которые решаются на этапах проектирования.

## **5.2 Общие сведения о представлении знаний в интеллектуальных системах**

В рамках направления «Представление знаний» решаются задачи, связанные с формализацией и представлением знаний в памяти ИС. Для этого разрабатываются специальные модели представления знаний и языки для описания знаний. На сегодняшний день разработано уже достаточное количество моделей. Каждая из них обладает своими плюсами и минусами, и



поэтому для каждой конкретной задачи необходимо выбрать именно свою модель. От этого будет, зависит не только эффективность выполнения поставленной задачи, сколько возможность ее решения вообще.

Проблема представления знаний - это проблема представления взаимосвязей в конкретной предметной области в форме, понятной системе ИИ.

Представление знаний - это их формализация и структурирование, с помощью которых отражаются характерные признаки знаний: внутренняя интерпретируемость, структурированность, связность, семантические метрика и активность.

При проектировании модели представления знаний следует учитывать такие факторы, как - однородность представления и простота понимания. Однородность представления приводит к упрощению механизма управления логическим выводом и управлением знаниями.

Модель представления знаний (МПЗ) должна быть понятной пользователю и обеспечить однородность представления знаний, за счет чего упрощаются управление знаниями и логический вывод, а также удовлетворять ряду других требований. Наибольшее распространение получили четыре модели: модель семантической сети, фреймовая, продукционная и логические.

Логическая модель используется для представления знаний в системе логики предикатов первого порядка и выведения заключений с помощью силлогизма (умозаключение, в котором на основании нескольких суждений с необходимостью выводится новое суждение, называемое заключением). Основное преимущество использования логики предикатов (высказывание, в которое можно подставлять аргументы) для представления знаний заключается в том, что обладающий хорошо понятными математическими свойствами мощный механизм вывода может быть непосредственно запрограммирован. С помощью этих программ из известных ранее знаний могут быть получены новые знания.

Продукционной модели правил знания представлены совокупностью правил вида «ЕСЛИ – ТО». Системы с базами знаний, основанные на этой

модели, называются продукционными системами. К достоинствам продукционной модели относятся:

- простота создания и понимания, отдельных правил;
- простота пополнения, модификации и аннулирования;
- простота механизма логического вывода.

Недостатком продукционной модели является:

- неясность взаимных отношений образа знаний;
- сложность оценки целостного образа знаний;
- крайне низкая эффективность обработки;
- отличие от человеческой структуры знаний;
- отсутствие гибкости в логическом выводе.

Таким образом, если объектом является небольшая задача, выявляются только сильные стороны системы продукции. В случаях увеличения объема знаний, необходимости решения сложных задач, выполнения гибких выводов или повышения скорости вывода требуется осуществить структурирование базы данных.

Фреймовая базируется на понятии функционального программирования - способа составления программ, в которых единственным действием является вызов функции, единственным способом расчленения программ на части является введение имени для функции.

Фрейм - это абстрактный образ для представления стереотипа объекта, понятий или ситуации. Под абстрактным образом понимается некоторая обобщенная и упрощенная модель или структура.

Важнейшим свойством теории фреймов является заимствование из теории семантических сетей - так называемое наследование свойств. И во фреймах, и в семантических сетях наследование происходит по это - связям. Слот связи указывает на фрейм более высокого уровня иерархии, откуда неявно наследуются, то есть переносятся, значения аналогичных слотов.

Основным преимуществом фреймов как модели представления знаний является то, что она отражает концептуальную основу организации памяти человека, а также ее гибкость и наглядность.

Термин «семантическая» означает «смысловая», а сама семантика - это наука, устанавливающая отношения между символами и объектами, которые они означают, то есть наука, определяющая смысл знаков.

Семантическая сеть наиболее близка к тому, как представляются знания в текстах на естественном языке. Семантическая сеть является моделью широкого предназначения. Выделяются различные виды семантических сетей:

- ситуационные сети (описывают временные, пространственные и причинно следственные отношения);
- целевые сети, используемые в системах планирования синтеза (отношения «цель-средства» и «цель-подцель»);
- классификационные сети (отношения «аргумент-функция»).

Особенность семантической сети как модели представления знаний, которая может одновременно считаться и ее достоинством, и ее недостатком, заключается в невозможности в явном виде разделить БЗ и механизм логического вывода.

Для правильного выбора модели представления знаний необходимо сформулировать ряд требований, которым она должна отвечать. БЗ проблемной области должна быть универсальной, представлять подробное представление обо всех заложенных в нее знаниях, отражать четкие взаимосвязи между объектами системы. Модель должна быть проста в использовании и понимании для специалистов, имеющих малый опыт работы в сфере создания одежды [37].

В результате сравнительного анализа рассмотренных выше моделей представления знаний установлено, что фреймовая модель наибольшей степени отвечает предъявленным требованиям и может обеспечить их выполнение.

Реализация фреймовой модели представления знаний возможна посредством онтологического подхода, который заключается в разработке онтологии исследуемой проблемной области.

### 5.3 Получение и структурирование знаний интеллектуальных систем

При формировании поля знаний ключевым вопросом является сам процесс получения знаний, когда происходит перенос компетентности экспертов на инженеров по знаниям. Для названия этого процесса в литературе по ЭС получили распространение нескольких терминов: приобретение, добыча, извлечение, получение, выявление, формирование знаний.

Термин «приобретение» трактуется либо очень широко - тогда он включает весь процесс передачи знаний от эксперта к базе знаний ЭС, либо уже как способ автоматизированного построения базы знаний посредством диалога эксперта и специальной программы (при этом структура поля знаний заранее закладывается в программу). В обоих случаях термин «приобретение» не касается самого процесса таинства экстрагирования структуры знаний из потока информации о предметной области. Этот процесс описывается понятием «извлечение».

Извлечение знаний - это процесс взаимодействия аналитика с источником знаний, в результате которого становится явным процесс рассуждений специалиста при принятии решения и структура его представлений о предметной области.

Процесс извлечения знаний - это длительная и трудоемкая процедура, в которой инженеру по знаниям, необходимо воссоздать модель предметной области, которой пользуются эксперты для принятия решения. Часто начинающие разработчики ЭС, желая упростить эту процедуру, пытаются подменить инженера по знаниям самим экспертом. По многим причинам это нежелательно.

Во-первых, большая часть знаний эксперта - это результат многочисленных наслоений, ступеней опыта.

Во-вторых, мышление диалогично. И поэтому диалог инженера по знаниям и эксперта - наиболее естественная форма изучения лабиринтов

памяти эксперта, в которых хранятся знания, частью носящие невербальный характер, то есть выраженные не в форме слов, а в форме наглядных образов.

В-третьих, эксперту труднее создать модель предметной области вследствие глубины и объема информации, которой он владеет.

Термин «приобретение» оставлен за автоматизированными системами прямого общения с экспертом. Они действительно непосредственно приобретают уже готовые фрагменты знаний в соответствии со структурами, заложенными разработчиками систем.

Приобретение знаний - процесс заполнения базы знаний экспертом с использованием специализированных программных средств.

Термин формирование знаний традиционно закрепился за чрезвычайно перспективной и активно развивающейся областью инженерии знаний, которая занимается разработкой моделей, методов и алгоритмов обучения.

Формирование знаний - процесс анализа данных и выявления скрытых закономерностей с использованием специального математического аппарата и программных средств.

Традиционно к задачам формирования знаний или машинного обучения относятся задачи прогнозирования, идентификации (синтеза) функции, расшифровки языков.

Для того чтобы эти методы стали элементами технологии интеллектуальных систем, необходимо решить ряд задач:

- обеспечить механизм сопряжения независимо созданных баз данных, имеющих различные схемы, с базами знаний интеллектуальных систем;
- установить соответствие между набором полей базы данных и множеством элементов декларативного компонента базы знаний;
- выполнить преобразование результата работы алгоритма обучения в способ представления, поддерживаемый программными средствами интеллектуальной системы.

Таким образом, можно выделить три основных стратегии проведения стадии получения знаний при разработке ЭС:

- с использованием ЭВМ при наличии подходящего программного инструментария - приобретение знаний;
- с использованием программ обучения при наличии репрезентативной (то есть достаточно представительной) выборки примеров принятия решений в предметной области и соответствующих пакетов прикладных программ - формирование знаний;
- без использования вычислительной техники путем непосредственного контакта инженера по знаниям и источника знаний (будь то эксперт, специальная литература или другие источники) - извлечение знаний [38].

Таким образом, проблема получения и структурирования знаний имеет значительное число подходов, стратегий и методов, что свидетельствует о необходимости проведения дополнительных исследований.

#### **5.4 Методы и модели получения данных**

В процессе извлечения знаний важную роль играют методы, с помощью которых они могут быть получены из источников знаний.

Соответственно все методы делятся на:

- коммуникативные;
- текстологические.

Коммуникативные методы извлечения знаний - это набор приемов и процедур, предполагающих контакт инженера по знаниям с непосредственным источником знаний - экспертом, а текстологические включает методы извлечения знаний из документов (методик, пособий, руководств) и специальной литературы (статей, монографий, учебников).

Обычно инженер по знаниям комбинирует различные методы, например, сначала изучает литературу, затем беседует с экспертами, или наоборот.

В свою очередь, коммуникативные методы можно разделить на две группы: пассивные и активные.

Пассивные методы подразумевают, что ведущая роль в процедуре извлечения передается эксперту, а инженер по знаниям только протоколирует рассуждения эксперта во время его реальной работы по принятию решений или

записывает то, что эксперт считает нужным. В активных методах, напротив, инициатива полностью в руках инженера по знаниям, который активно контролирует с экспертом различными способами - в играх, диалогах, беседах за круглым столом.

На выбор метода влияют три фактора: личностные особенности инженера по знаниям, личностные особенности эксперта и характеристика предметной области.

В настоящее время самыми распространенными моделями приобретения знаний являются модели приобретения знаний с помощью инженера по знаниям и интеллектуального редактора [38].

### **5.5 Основные понятия и этапы создания онтологии**

Онтологии являются новыми интеллектуальными средствами для поиска ресурсов в сети интернет, новыми методами представления и обработки знаний и запросов. Они способны точно и эффективно описывать семантику данных для некоторой предметной области и решать проблему несовместимости и противоречивости понятий. Онтологии обладают собственными средствами обработки (логического вывода), соответствующими задачам семантической обработки информации.

Онтология - формальная спецификация разделяемой концептуализации, которая имеет место в некотором контексте предметной области. Под концептуализацией понимается не только сбор понятий, но и вся информация касающаяся понятий - свойства, ограничения, аксиомы и утверждения о понятиях, необходимые для описания и решения задач в избранной предметной области.

Неформально онтология состоит из терминов и правил использования этих терминов, ограничивающих их значения в рамках конкретной области. На формальном же уровне, онтология это система, состоящая из набора понятий и набора утверждений об этих понятиях, на основе которых можно строить классы, объекты, отношения, функции и теории [39].

Поскольку в каждой области могут существовать различные понимания одних и тех же терминов, онтология определяет соглашение о значении терминов и является посредником между человеком - и машинно - ориентированным уровнем представления информации.

Потребность в разработке онтологий возникает по следующим причинам [40]:

- для совместного использования людьми или программными агентами общего понимания структуры информации;
- для возможности повторного использования знаний проблемной области;
- для того чтобы сделать допущения проблемной области явными;
- для отделения знаний проблемной области от оперативных знаний;
- для анализа знаний проблемной области.

Онтология представляет собой формальное явное описание понятий в рассматриваемой проблемной области (классов (иногда их называют понятиями)), свойств каждого понятия, описывающих различные свойства и атрибуты понятия (слотов (иногда их называют ролями или свойствами)), и ограничений, наложенных на слоты (фацетов (иногда их называют ограничениями ролей)) [40]. Онтология вместе с набором индивидуальных экземпляров классов образует базу знаний.

Процесс построения онтологии проблемной области состоит из семи основных этапов:

Первый этап - определение целей, границ, масштаба создания и пользователей онтологии предусматривает ответы на вопросы: какую область будет охватывать онтология: для чего, она будет использоваться: на какие типы вопросов должна давать ответы информация в онтологии: кто будет использовать, и поддерживать онтологию;

Второй этап - рассмотрение вариантов повторного использования онтологий. Повторное использование существующих онтологий целесообразно,



если системе нужно взаимодействовать с другими приложениями, которые уже вошли в отдельные онтологии или контролируемые словари;

Третий этап - разработка тезауруса. Результатом выполнения этого этапа будет являться разработанный тезаурус основных понятий предметной области;

Четвертый этап - определение классов и создание их иерархии является ключевым в разработке онтологии. Основные работы этого этапа заключаются:

- в определении подхода к разбиению на классы;
- выявление класса;

Пятый этап - определение слотов (свойств классов) предусматривает описание внутренней структуры понятий. Классы сами по себе не представляют достаточно информации для ответа на вопросы проверки компетентности. После определения некоторого количества классов необходимо описать внутреннюю структуру понятий. Этот этап включает в себя несколько действий;

- проверка одинаковости для экземпляров класса (выявляются одинаковые слоты для экземпляров);
- определение и установка обратных отношений.

Шестой этап - определение фацетов слотов. Фацеты описывают тип значения, разрешенные значения, число значений (мощность) и другие свойства значений, который может принимать слот;

Седьмой этап - создание отдельных экземпляров классов в иерархии.

Данных этапов построения онтологии следует придерживаться при решении поставленной в работе задачи - формирование понятийной структуры онтологии ПО «ТШИ».

## **5.6 Описание проблемной области «Технология швейных изделий»**

Для одной предметной области при решении разных задач одинаковые сущности и отношения между ними играют разную роль. В результате отражения у человека формируется некоторая понятийная структура, т.е. совокупность понятий предметной области плюс способы рассуждений на

понятиях, связанные с решением конкретных задач. Таким образом, можно дать точное определение данным терминам:

- предметная область (Пр) - специальным образом выделенная и описанная область человеческой деятельности (множество сущностей, описывающих область экспертизы);
- проблемная область (ПрО) - предметная область плюс совокупность решаемых в ней задач.

Формирование предметной и проблемной областей тесно связаны с построением баз данных и баз знаний, которые при дальнейшем преобразовании записываются в память компьютера на языках высокого уровня, обычно приближенных к естественным языкам. Любая система, обладающая базой знаний может рассматриваться как интеллектуальная.

Процесс формирования проблемной области «Технология швейных изделий», исследуемой в данной работе можно представить в виде схемы на рисунке 7 [41].

На схеме представлены модули предметной области ТШИ. В состав предметной области ТШИ входят базы данных: технологически-неделимых [23] и организационных операций [2, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50], [51, 52, 53, 54, 55], швейного оборудования и оборудования влажно-тепловой обработки, термины и определения ТШИ [56, 57, 58, 59], тарифных ставок, технических описаний швейных изделий. Помимо ранее сформированных баз данных вводятся, электронные базы данных методов технологической обработки верхней одежды плечевой и поясной групп.

В ходе предыдущих исследований [60] была разработана электронная база данных МТОВО плечевой группы.

На данном этапе развития представляемой концепции, завершается создание электронной базы данных МТОВО поясной группы.

Электронная база данных технологически неделимых операций (ТНО) включает перечень ТНО.

Термины и определения ПрО образуют тезаурус.

ЭБД швейного оборудования представляет собой структурированный список универсального специального и специализированного швейного оборудования.

ЭБД оборудования влажно – тепловой обработки (ВТО) включает в себя номенклатуру различных видов оборудования для ВТО.

ЭБД тарифных ставок представляет собой хранилище электронных справочников тарифных ставок.

ЭБД технических описаний (ТО) швейного изделия пополняется по мере составления ТО разработанных в ИСАПРО.

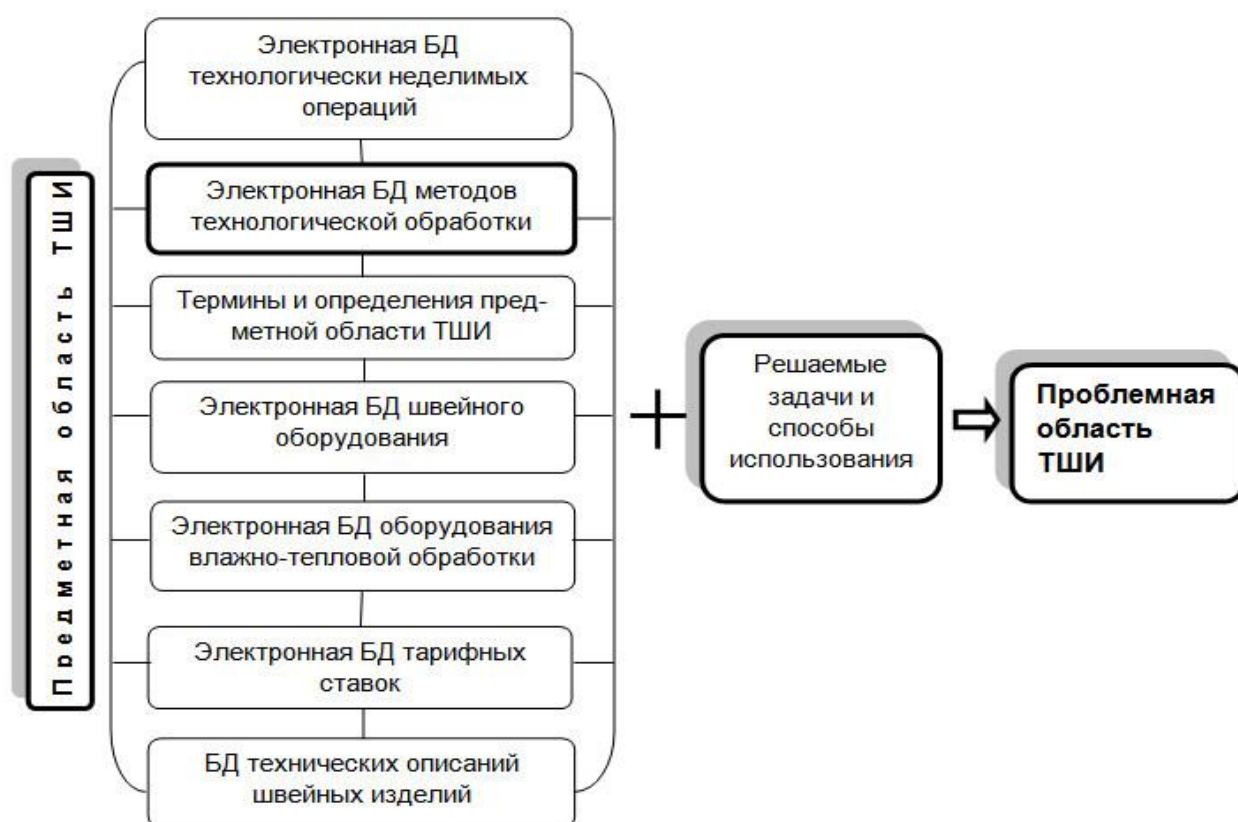


Рисунок 7– Схема формирования проблемной области ТШИ [22]

В ходе выполнения данного исследования будут доработаны недостающие схемы методов технологической обработки с учетом применяемых пакетов материалов, расположения подкладочных материалов в различных деталях с учетом ассортимента и вида изделия и соответствующие им технологические последовательности.

## **6 Формирование источника знаний третьего рода**

Данные предметной области «ТШИ» представлены неограниченным объемом разнородной информации и являются трудно формализуемыми, что предопределяет необходимость разработки соответствующей базы данных, которая является источником знаний третьего рода.

Выбор методов технологической обработки на стадии проектирования изделий имеет большое значение для производства высококачественных изделий, повышения производительности труда и эффективности технологического процесса.

В швейной отрасли накоплено огромное количество МТО изделий различного назначения из разнообразных материалов. Но весь большой объём этой разнообразной информации разбросан по многочисленным источникам. Чтобы осуществить выбор методов обработки для проектируемой модели необходимо переработать большое количество специальной и нормативно-технической литературы, проанализировать ее содержание и выбрать оптимальный вариант. Процесс поиска МТО занимает много времени и сил, и, в конечном итоге, не всегда можно достигнуть желаемого результата.

Однако выход из создавшейся ситуации очевиден. В швейных изделиях, в том числе поясной группы, можно выделить узлы и детали, технологическая обработка которых является типовой [61]. Это положение - одно из важных при формировании принципов создания электронной базы данных (ЭБД) методов технологической обработки верхней одежды (МТОВО) поясной группы. Вторым моментом, на основании которого формируется ЭБД, является наличие растущего и быстроменяющегося парка швейного оборудования и оборудования для влажно-тепловой обработки (ВТО) и широкие возможности выбора определенного вида оборудования для обработки одного и того же узла или детали. В третьих, при создании ЭБД МТОВО учитывались физико-механические свойства материалов верха, подкладки и приклада.

Собрать возможные варианты МТО основных технологических узлов, определенным образом их структурировать и организовать пути доступа к ним

стало возможным с созданием «Электронной базы данных методов технологической обработки верхней одежды на примере изделий поясной группы» (ЭБД МТОВО поясной группы), которую можно отнести к источнику третьего рода.

### **6.1 Описание структуры электронной базы данных методов технологической обработки верхней одежды поясной группы**

Структура ЭБД МТОВО поясной группы (рисунок 8) представляет собой разветвленное «дерево» методов технологической обработки верхней поясной одежды. В основу принципа структуризации ЭБД МТОВО поясной группы положена общепринятая последовательность обработки и сборки швейных изделий [62]. В данной ЭБД представлены методы технологической обработки верхней поясной одежды из ткани, на подкладке и без нее, пальтово – костюмного и платьево – блузочного ассортимента. По мере необходимости возможно замена устаревших, редко используемых МТО новыми современными методами, возникающими в связи с использованием новейших видов швейного оборудования, оборудования для ВТО и материалов.

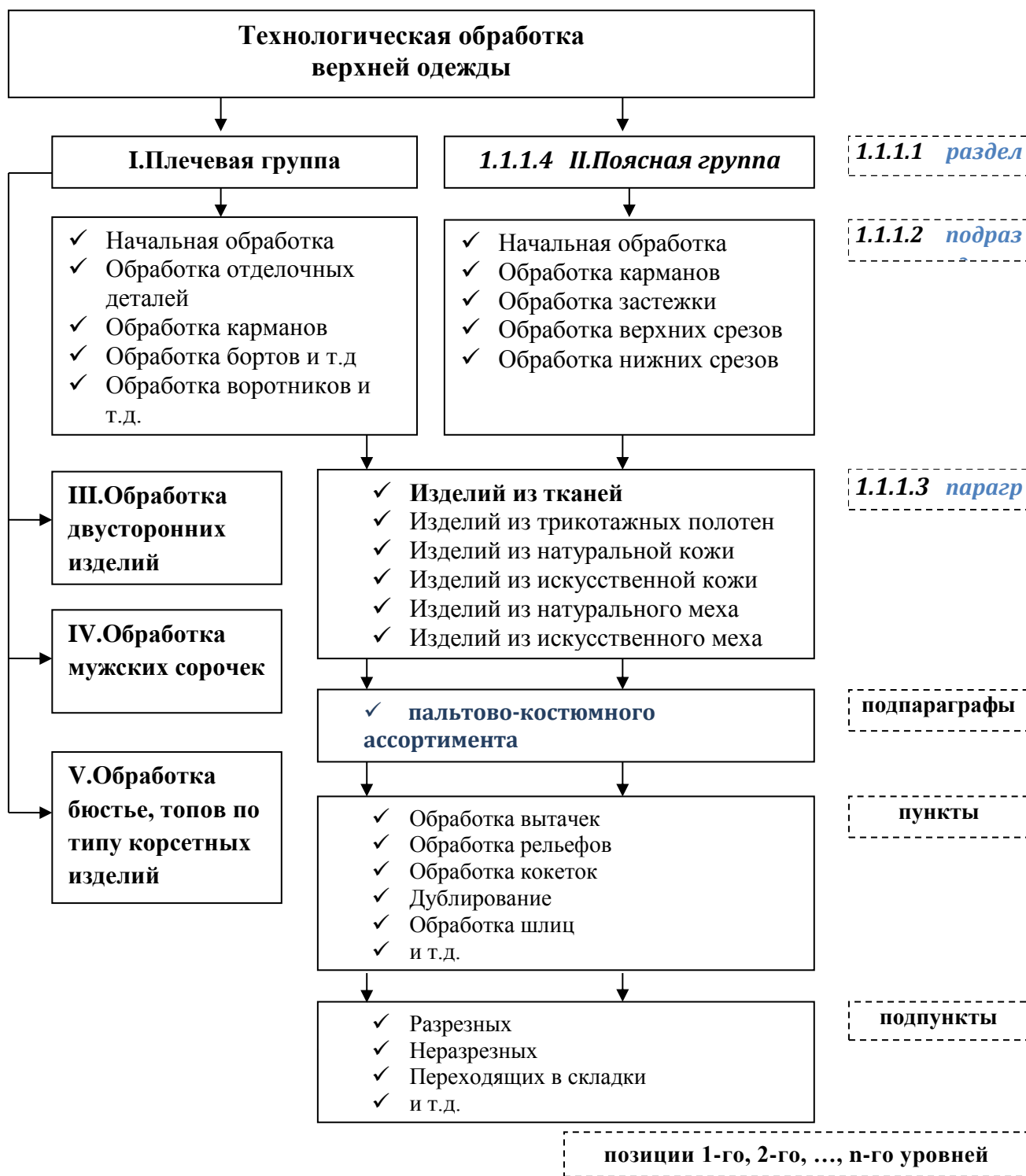


Рисунок 8– Схема построения структуры технологической обработки верхней одежды

В технологии швейных изделий все многообразие видов одежды делится по виду опорной поверхности на плечевую одежду и поясную. Для данной ЭБД разработана структура МТОВО поясной группы, представляющая раздел: Поясная группа. Подразделы структуры ЭБД имеют деление по основным

технологическим узлам в соответствии с общепринятой технологической последовательностью обработки изделий различных видов: «начальная обработка», «обработка мелких деталей», «обработка карманов», «обработка застежки», «обработка среднего среза брюк», «обработка верхнего среза», «обработка нижнего среза», что соответствует логике принятия решений о выборе МТО.

Далее на уровне параграфов в структуре ЭБД МТОВО уточняется вид применяемых материалов: «в изделиях из тканей».

На следующем этапе, для параграфа «изделия из тканей» плечевой группы были введены два подпараграфа – «пальтово – костюмного ассортимента» и «платьево – блузочного ассортимента».

На уровне пунктов созданной структуры обозначено деление, например, для подраздела «обработка застежек», на «спереди» и «в боковых швах». Соответственно дальнейшее разветвление «дерева» структуры на подпункты для того же подраздела ведется с учетом типа застежки – «с застежкой - молнией» и «на крючки и петли». Позиции 1-го уровня уточняют подраздел «обработка застежек» при делении по способу обработки застежки-молнии на: «в швах», «потайные», «с обтачкой, сложенной вдвое». Позиции 2-го уровня уточняют подраздел «обработка застежек» при делении по способу обработки застежки на петли и пуговицы: «припуски обработаны обтачками», «верхний припуск обработан обтачкой», «верхний припуск обработан обтачкой, сложенной вдвое, нижний окантован», «верхний припуск цельновыкроенный, нижний окантован». Количество уровней позиций в структуре ЭБД МТОВО поясной группы не ограничено.

При разработке структуры ЭБД МТОВО поясной группы для удобства и наглядности использования была введена кодировка позиций и соответствующих им файлов.

Разделу «Поясная группа» была присвоена цифра «II» римского алфавита.

Далее структура имеет деления по основным обрабатываемым узлам в порядке технологической последовательности, каждому подразделу присвоена

порядковая цифра арабского алфавита. Например, подраздел «Начальная обработка» имеет код «1»; подраздел «Обработка карманов» – «3»; подраздел «Обработка верхнего среза» – «5» и т.п.

Параграф «в изделиях из тканей» имеет определенную буквенную кодировку – А.

Дополнительные подпараграфы: «пальтово-костюмного ассортимента» и «платьево-блузочного ассортимента» имеют соответствующую буквенную кодировку «К» и «Б».

Последующие деления структуры на пункты, подпункты и позиции разного уровня оформляются в виде многоуровневого списка – «структуры», в котором используются арабские цифры, отделяемые точками.

Например, позиция структуры и соответствующего файла, содержащего схему МТО «потайной застежки-молнии в боковом шве» имеет следующую кодировку - П.4.А.К.2.1.2. Расшифровка данной кодировки представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Расшифровка кодировки метода технологической обработки

П.4.А.К.2.1.2.	П – Раздел «Поясная группа»
	4 - Подраздел «Обработка застежек»
	А – параграф «в изделиях из ткани»
	К – подпараграф «пальтово-костюмного ассортимента»
	2 – пункт «в боковых швах»
	1 – подпункт «с застежкой-молнией»
	2 – позиция 2-го уровня «потайной»

Заглавия каждого уровня списка построены таким образом, чтобы затем при объединении они составляли одно законченное выражение – полное название выбранного узла. Если собрать все слова вместе из заглавий уровней списка данного примера, то получится полное название узла – «Обработка застежек в изделиях из тканей пальтово-костюмного ассортимента – в боковых



швах, с застежкой-молнией, потайной». Разработанная структура методов технологической обработки верхней одежды поясной группы представлена в приложении А.

## **6.2 Последовательность выбора метода технологической обработки, используя возможности ЭБД МТОВО**

Рассмотрим последовательность выбора МТО в ЭБД МТОВО на примере МТО «потайной застежки-молнии в боковом шве» для изделий пальтово-костюмного ассортимента, т.е. на подкладке.

Путь выбора МТО данной застежка в ЭБД МТОВО: Поясная группа – Обработка застежки – Изделий из ткани – Пальтово-костюмного ассортимента – В боковых швах – С застежкой-молнией – Потайной. На рисунке представлена схема технологической обработки потайной застежки-молнии в боковом шве.

По виду опорной поверхности вся одежда делится на 2 группы – плечевая и поясная. К поясной одежде относится одежда, опорная поверхность которой ограничивается вверху линией талии, внизу - верхней частью бедер и живота. Участок называется нижней опорной поверхностью. Данная ЭБД МТОВО создана для изделий поясной группы. Поэтому выбираем пункт «Поясная группа», рисунок 9.

---

01 Плечевая группа  
02 Поясная группа

Рисунок 9– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора раздела ЭБД МТОВО «Поясная группа»

В процессе обработки верхней поясной одежды выделяют ряд основных технологических узлов: Начальная обработка; Обработка мелких деталей; Обработка карманов; Обработка застежки; Обработка среднего среза брюк; Обработка верхнего среза; Обработка нижнего среза. Под узлом понимают часть швейного изделия, состоящую из нескольких деталей. Для рассматриваемого примера выбираем подраздел «Обработка застежки», рисунок 10.

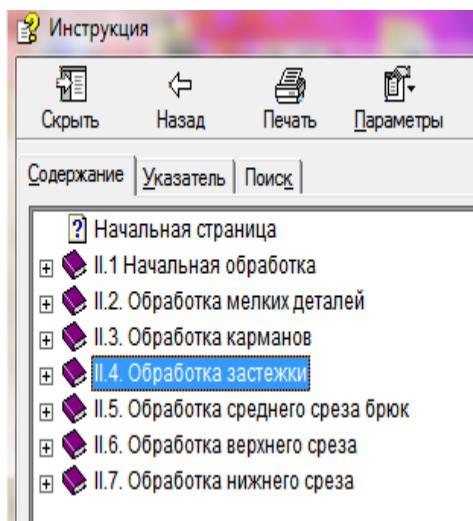


Рисунок 10– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора подраздела ЭБД МТОВО «Обработка застёжки»

Верхняя поясная одежда может быть изготовлена из различных видов материалов: из ткани, из трикотажных полотен, из натуральной и искусственной кожи, из натурального и искусственного меха. В данном случае выбираем параграф «изделий из тканей», рисунок 11.

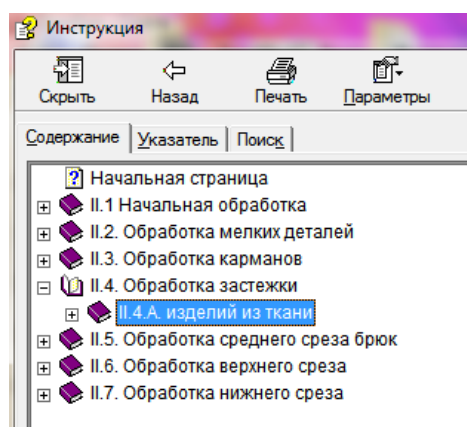


Рисунок 11– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора вида применяемых материалов – параграфа «изделий из тканей»

В технологии швейных изделий верхней одежды поясной группы, независимо от вида используемого материала, по ассортименту делится на 2 самостоятельные группы: пальтово - костюмную и платьевое - блузочную. На следующем этапе выбирается подпараграф «пальтово-костюмного ассортимента», рисунок 12.

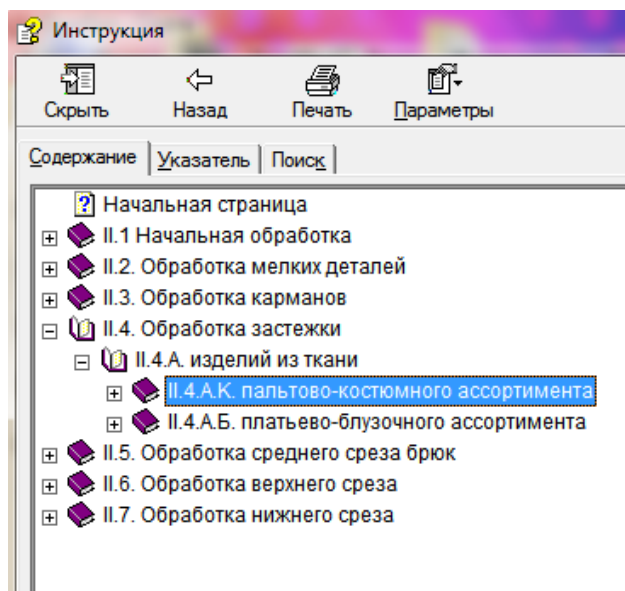


Рисунок 12– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора подпараграфа «пальтово-костюмного ассортимента»

Исходя из знания, что все застежки по месту расположения на основных деталях и деталях подкладки делятся на «передние» и «в боковых швах», выбираем пункт «в боковых швах», рисунок 13.

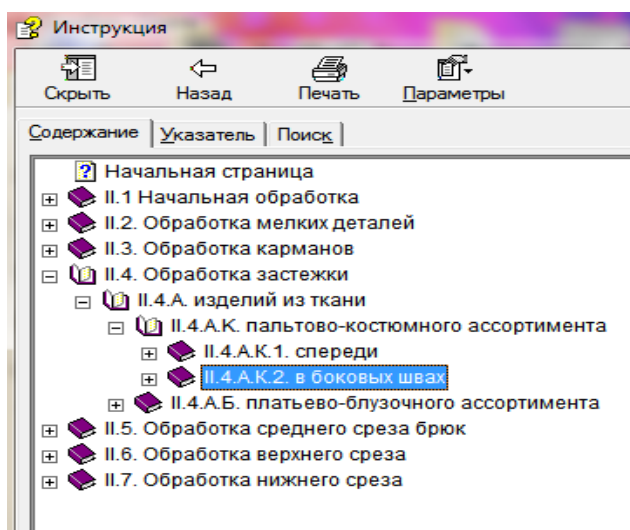


Рисунок 13 – Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора пункта «в боковых швах»

По типу застежки верхней одежды поясной группы подразделяют: «с застежкой-молнией»; «на крючки и петли». Следовательно, следующей итерацией является выбор подпункта - «с застежкой-молнией», рисунок 14.

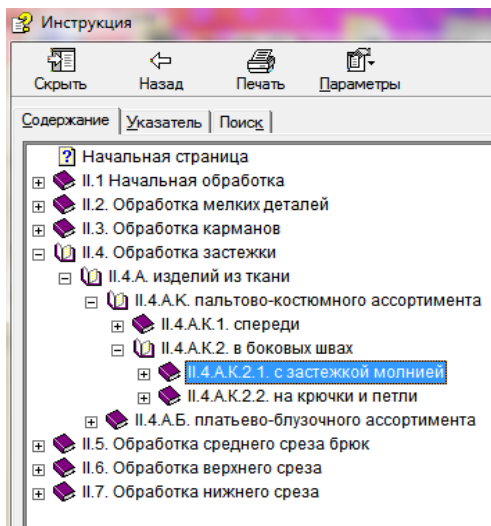


Рисунок 14– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора подпункта «с застежкой-молнией»

По способу обработки застежки-молнии разделяют: «в шве»; «потайные»; «с обтачкой, сложенной вдвое». Проектируемая застежка относится к потайной, выбираем позицию 2-го уровня «потайной», рисунок 15.

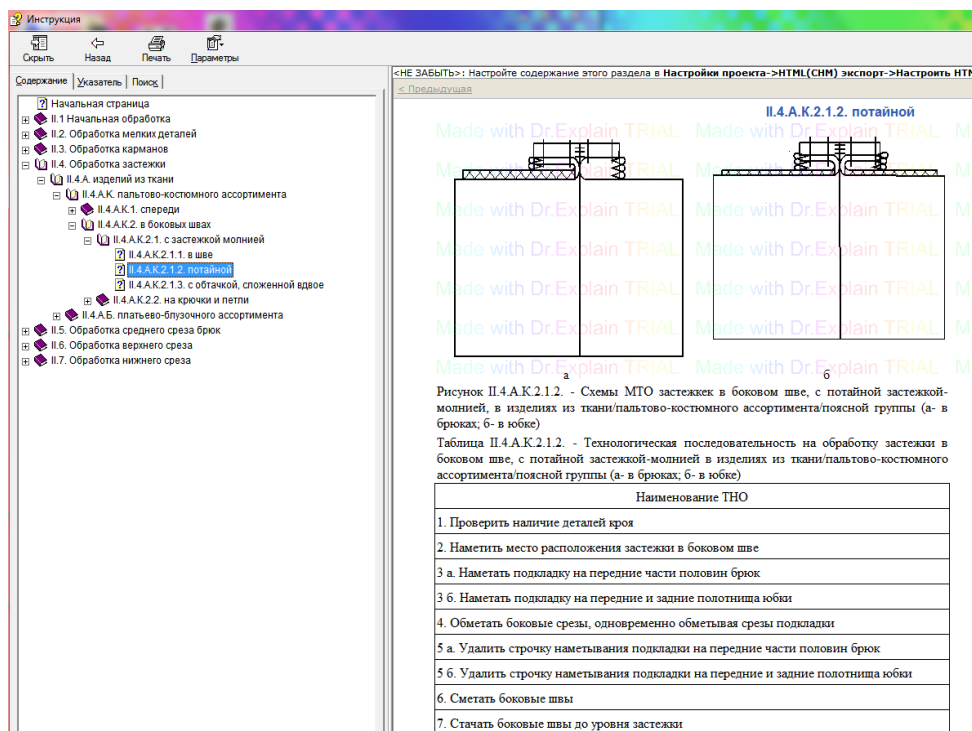


Рисунок 15– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора позиции 2-го уровня «потайной»

Таким образом, реализован поиск искомого файла, содержащего несколько методов технологической обработки «потайной застежки-молнии в боковом шве» в изделиях пальтово-костюмного ассортимента с учетом свойств и видов

материалов, используемых при изготовлении конкретного изделия, особенностей модели проектируемого изделия. На заключительном этапе требуемое технологическое решение выбирается экспертом предметной области «Технология швейных изделий», основываясь на его знаниях, практическом опыте и квалификации.

### **6.3 Организация выбора и поиска информации в ЭБД МТОВО поясной группы**

ЭБД МТО деталей и узлов верхней одежды поясной группы представляет собой сконцентрированную систему поиска, сбора, хранения и переработки технической информации за счет отображения вложенной структуры. При разработке документации на новую модель требуется выбрать соответствующие элементы из методов, хранящихся в базе. Каждая из схем и последовательностей существует в виде отдельного файла, что позволяет выбрать из множества представленных элементов наиболее рациональный, при этом повысить качество и сократить время на разработку нормативно - технической документации.

Рабочая область ЭБД МТОВО разбита на два окна: в левом окне содержится корневой каталог структуры электронной базы МТОВО поясной группы, в правом окне отображается информация. Информация, хранящаяся в ЭБД МТОВО поясной группы, содержит несколько разделов и подразделов (рисунок 16):

#### **Содержание II. Поясная группа (юбки и брюки)**








-  [II.1 Начальная обработка](#)
-  [II.2. Обработка мелких деталей](#)
-  [II.3. Обработка карманов](#)
-  [II.4. Обработка застежки](#)
-  [II.5. Обработка среднего среза брюк](#)
-  [II.6. Обработка верхнего среза](#)
-  [II.7. Обработка нижнего среза](#)

Рисунок 16– Интерфейс электронной базы данных на этапе выбора подразделов ЭБД МТОВО поясной группы

Выбрав раздел «Поясная группа» в корневом каталоге ЭБД МТОВО поясной группы и нажав левую клавишу мыши на значке «+» (либо двойным нажатием левой клавиши мыши на значке «папка») пользователю предоставляется возможность дальнейшего поэтапного выбора интересующих методов обработки. В рабочей области правого окна располагается последовательность на изготовление изображенного узла.

В программе предусмотрена возможность копировать необходимые узлы и последовательности в документы Word, Excel, AutoCAD. Механизм редактирования возможен с помощью стандартных команд данных программ. При необходимости файлы можно вывести на печать.

Для создания ЭБД МТОВО поясной группы использовано инструментальное средство Dr.Explain – приложение для создания файлов помощи (файлов справки), справочных систем, on-line руководств пользователя, пособий и технической документации к программному обеспечению. Встроенная технология анализа структуры пользовательского интерфейса позволяет документировать экраны программных приложений практически в автоматическом режиме.

Dr.Explain поддерживает вывод документации в такие форматы, как HTML (on-line руководства), CHM (help-файлы для ОС MS Windows), RTF, и PDF. И все это на основе единого проекта-источника.

Интерфейс программы переведен на множество языков, в том числе и на русский.

Уникальность Dr.Explain заключается в инновационном подходе к созданию документации, который значительно ускоряет этот трудоемкий процесс по сравнению с другими инструментами.

Программа способна анализировать пользовательский интерфейс приложений и создавать скриншоты (копии экранов) окон, автоматически расставляя на них пояснительные выноски для элементов интерфейса.

Процесс практически полностью автоматизирован, что позволяет достаточно быстро аннотировать экраны приложений и веб-сайтов для иллюстрирования документации.

Быстрое и удобное создание help-файлов и документации в Dr.Explain обеспечивается за счет следующих возможностей приложения:

- интегрированная утилита захвата и анализа программных окон и экранов (скриншотов), помогающая быстро создавать технические иллюстрации для ваших программ;

- редактор аннотаций изображений для быстрого создания пояснительных выносок на ваших технических иллюстрациях и скриншотах;

- специализированный текстовый редактор с богатым функционалом, ориентированным на создание файлов справки и документации для программного обеспечения;

- создание документации из единого источника в различных форматах: файлы справки CHM, on-line руководства в формате HTML, RTF, и PDF с оглавлением и ссылками;

- поддержка идентификаторов Help ID для создания контекстной помощи в приложениях;

- возможность добавлять функции поиска и индексации в on-line справки без использования программирования (PHP, ASP, и т.д.) или баз данных на стороне сервера;

- визуальный контроль за состоянием проекта с использованием механизма статусов.

Приложение Dr.Explain обеспечивает создание ЭБД МТОВО поясной группы с опциональным интерфейсом, который представлен тремя способами.

Первый способ обеспечивает поиск и работу по структуре ЭБД МТОВО поясной группы, переходя пошагово по страницам с выбором необходимых уровней и позиций. Недостатком данного способа является отсутствие быстрого возврата в главное меню с целью изменения заданных параметров или в случае ошибки их ввода.

Второй способ поиска сочетает пошаговый метод с возможностью использования пользовательского меню с представлением списка вариантов МТО всего справочника, что обеспечивает удобство поиска и наглядность всей структуры.

Третий способ позволяет осуществить поиск необходимого уровня или позиции на любом этапе работы при помощи поисковой системы по ключевым и вводным словам. Недостатком формирования данного способа является необходимость создания широкой базы ключевых понятий и слов, что требует больших затрат времени.

Возможность инвариантного поиска информации обеспечивает не только удобство использования электронного справочника, но и упрощает замену устаревших, редко используемых МТО новыми современными методами, возникающими в связи с использованием новых видов одежды, новейших экземпляров швейного оборудования, оборудования для ВТО и материалов.

#### **6.4 Демонстрация вариантов поиска методов технологической обработки в ЭБД МТОВО**

ЭБД МТОВОТО имеет опциональный интерфейс, который представлен тремя способами поиска по ЭБД методов технологической обработки верхней одежды.

Первый способ поиска сочетает пошаговый метод с возможностью использования пользовательского меню с представлением списка вариантов МТО всего справочника, что обеспечивает удобство поиска и наглядность всей структуры (представлен выше, рисунки 9 – 15).

Второй способ поиска обеспечивает поиск и работу по структуре ЭБД МТОВО поясной группы, переходя пошагово по страницам с выбором необходимых уровней и позиций, рисунки 17– 22.



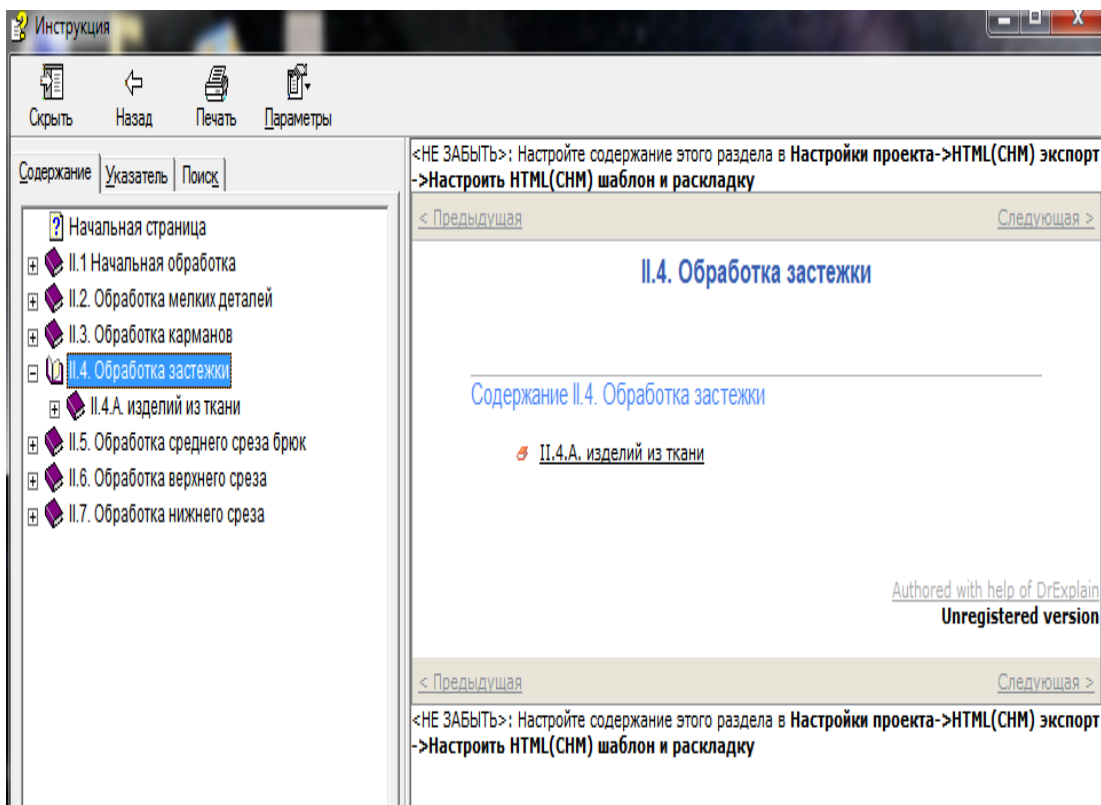


Рисунок 17– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора подраздела ЭБД МТОВО поясной группы «Обработка застежки»

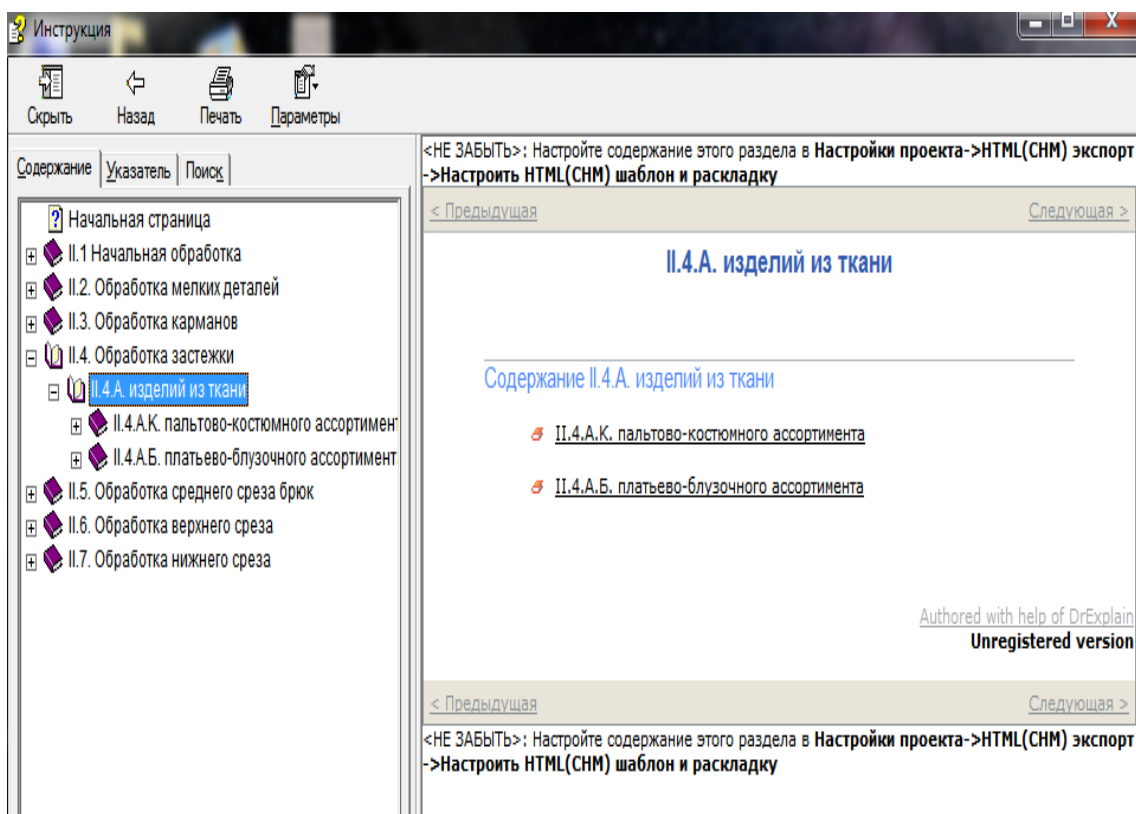


Рисунок 18– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора параграфа ЭБД МТОВО поясной группы «изделий из ткани»

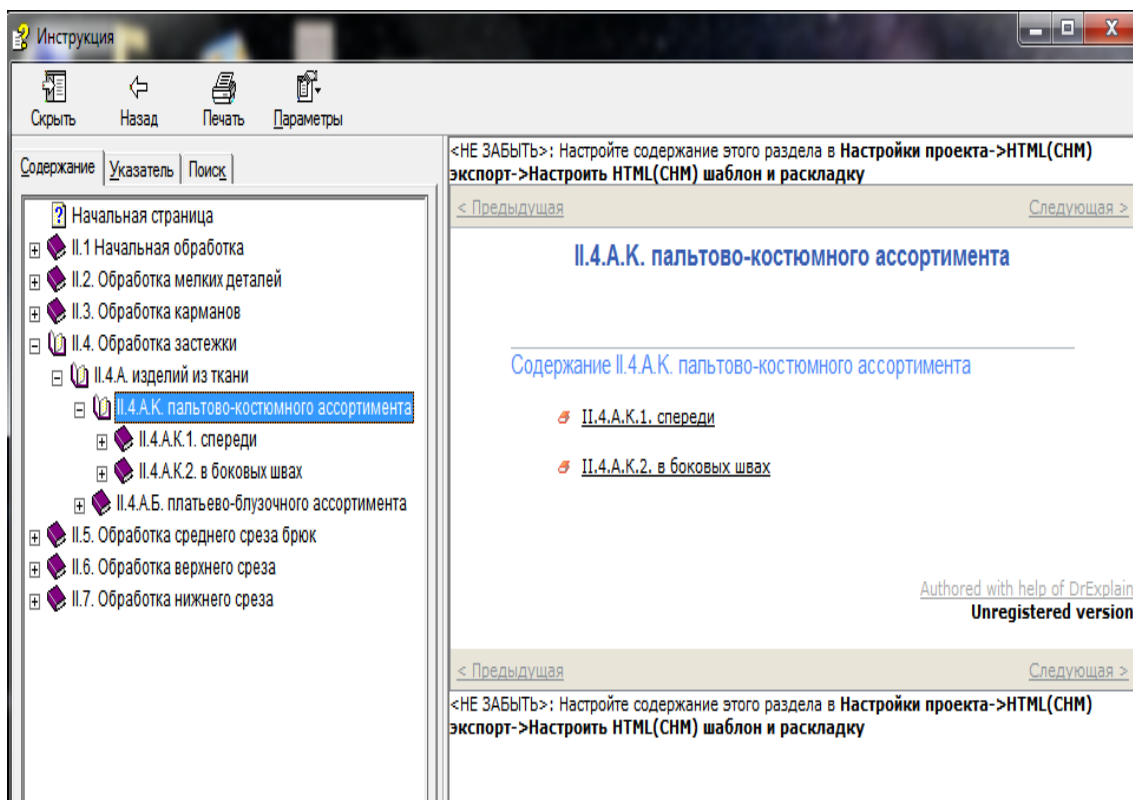


Рисунок 19– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора подпараграфа ЭБД МТОВО поясной группы «пальтово – костюмного ассортимента»

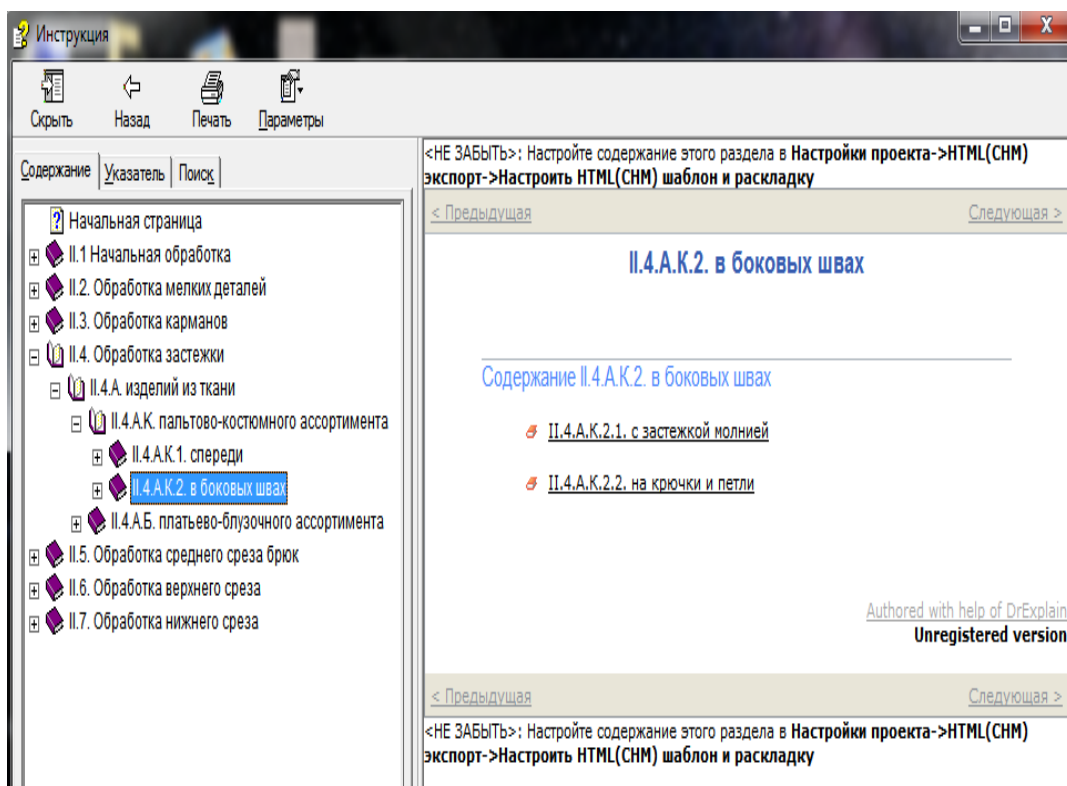


Рисунок 20– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора пункта ЭБД МТОВО поясной группы «в боковых швах»

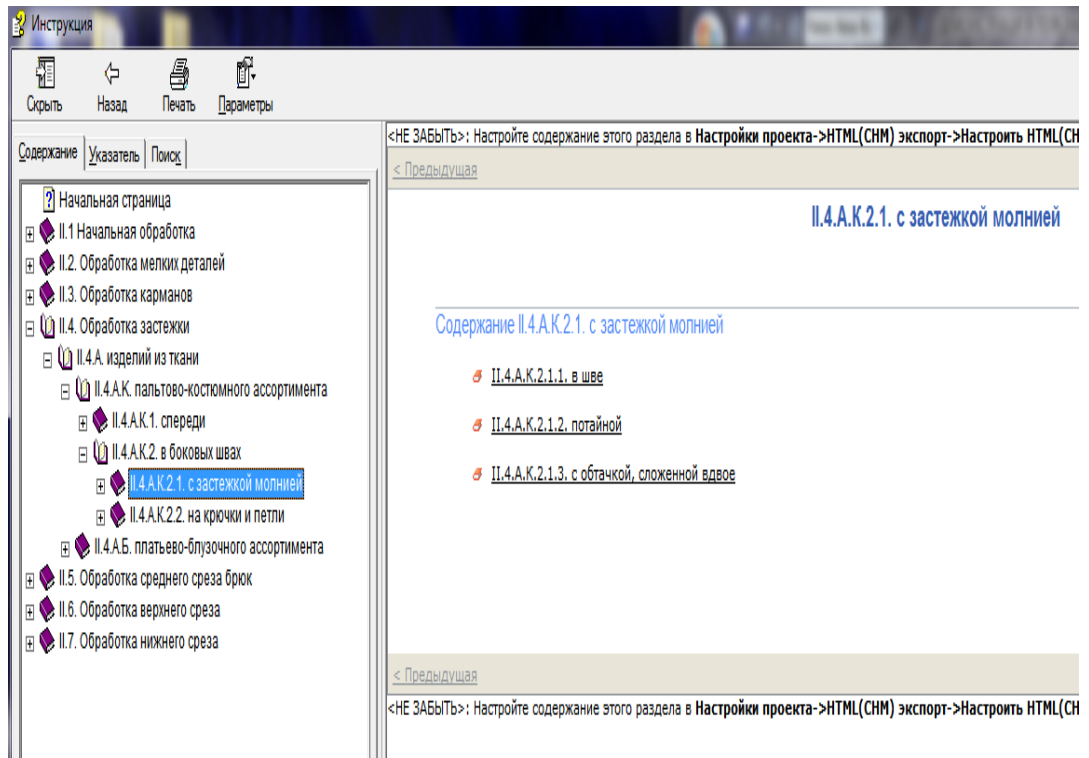


Рисунок 21– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора подпункта ЭБД МТОВО поясной группы «с застежкой-молнией»

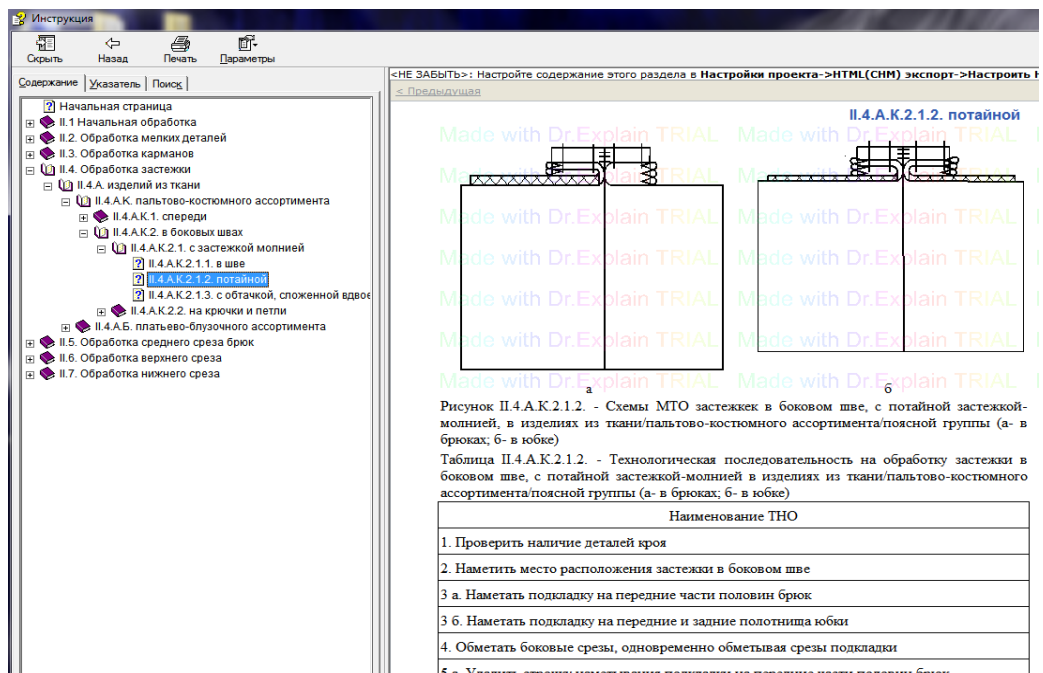


Рисунок 22– Интерфейс электронной базы данных с пошаговым переходом по структуре на этапе выбора позиции 2-го уровня ЭБД МТОВО поясной группы «потайной»

Третий способ позволяет осуществить поиск необходимого уровня или позиции на любом этапе работы при помощи поисковой системы по ключевым и вводным словам, рисунок 23.

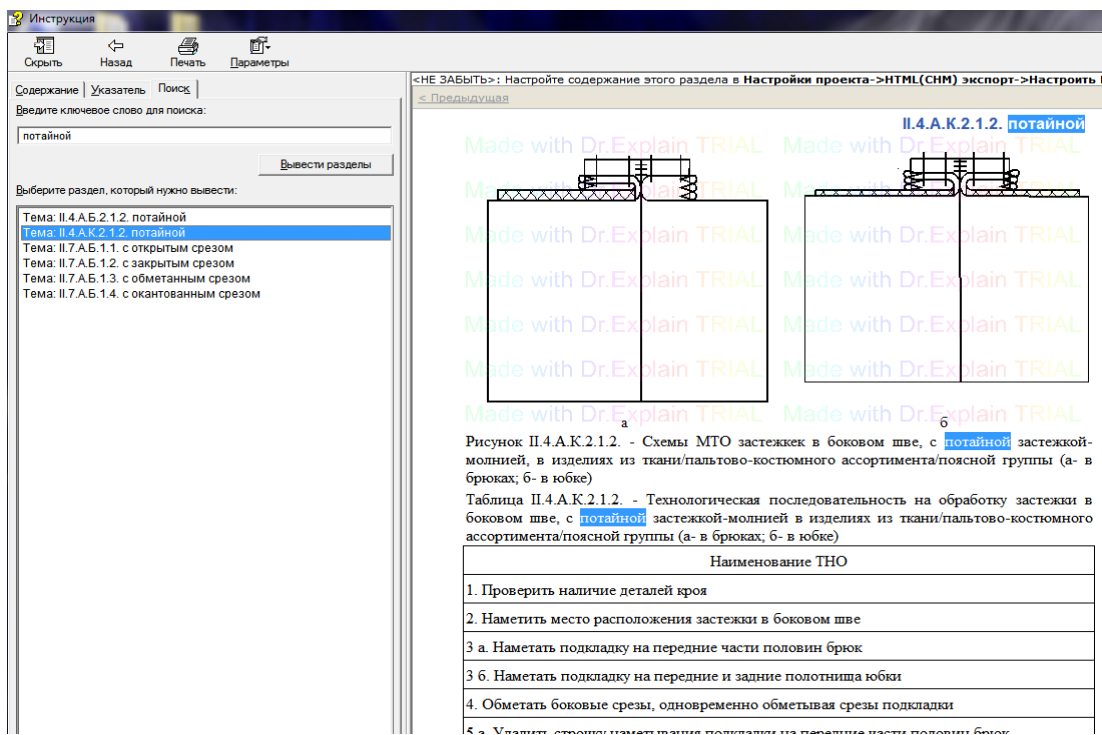


Рисунок 23– Интерфейс электронного справочника на этапе вывода информации по заданному МТО через поисковую систему по ключевым словам

Разработанная ЭБД МТОВО поясной группы может быть использована для практических целей швейного производства при традиционном или автоматизированном (в рамках создания интегрированной САПРО) проектировании изделий из различных видов материалов и в учебных процессах различного уровня. Данный информационный продукт позволит сократить затраты времени на выбор методов технологического решения при изготовлении изделий поясной группы различного ассортимента, на создание нормативно-технической документации. Созданная ЭБД МТОВО поясной группы является источником третьего рода для формирования БЗ интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий», что повышает мобильность представления новой информации в цифровом виде и создает предпосылки интеллектуализации автоматического процесса проектирования верхней одежды различного ассортимента из различных видов материала.

## **7 Реализация этапа принятия технологических решений в автоматизированном режиме**

В соответствии с концептуальной моделью интеллектуальной системы автоматизированного проектирования одежды представленной в работе [2], укрупненный структурный состав ИСАПРО с учетом технологии интеллектуализации, можно представить как совокупность информационных интеллектуальных систем «Дизайнер», «Конфекционер», «Конструктор», «Технология швейных изделий» и подсистемы «Раскладка». Каждая из интеллектуальных информационных систем представляет собой совокупность проектирующей подсистемы и экспертной системы, которая упрощает и автоматизирует процедуры принятия решений в трудноформализуемых предметных областях, улучшает качество и повышает эффективность принимаемых решений. Разработка ЭС «Технология» в составе интеллектуальной информационной системы ТШИ до настоящего времени не осуществлялась, тогда, как выбор методов технологической обработки является одним из важнейших факторов, учитываемых при проектировании швейных изделий и влияющих на качество готовой продукции.

Проведенный анализ функций технологических проектирующих подсистем [63, 6, 7] действующих систем автоматизированного проектирования одежды показал, что процесс выбора методов технологической обработки и разработки нормативно-технической документации (НТД) не интеллектуализирован, не автоматизирован, реализуется в ручном режиме на основе знаний и опыта эксперта-технолога. Очевидно, что автоматизированный режим принятия технологических решений имеет ряд преимуществ по: трудоемкости процесса разработки документации; объективности результатов выбора; сроков принятия технологических решений; доступности многократного использования проектной документации; качеству готовой продукции; соответствию готового изделия предъявляемым требованиям. На рисунке 24 представлена сравнительная схема маршрутов принятия технологических решений в ручной и автоматизированном режимах.

Независимо от режимов принятия искомого решения, на этапах проектирования должны быть решены две задачи: выбор методов технологической обработки и разработка нормативно-технической документации.

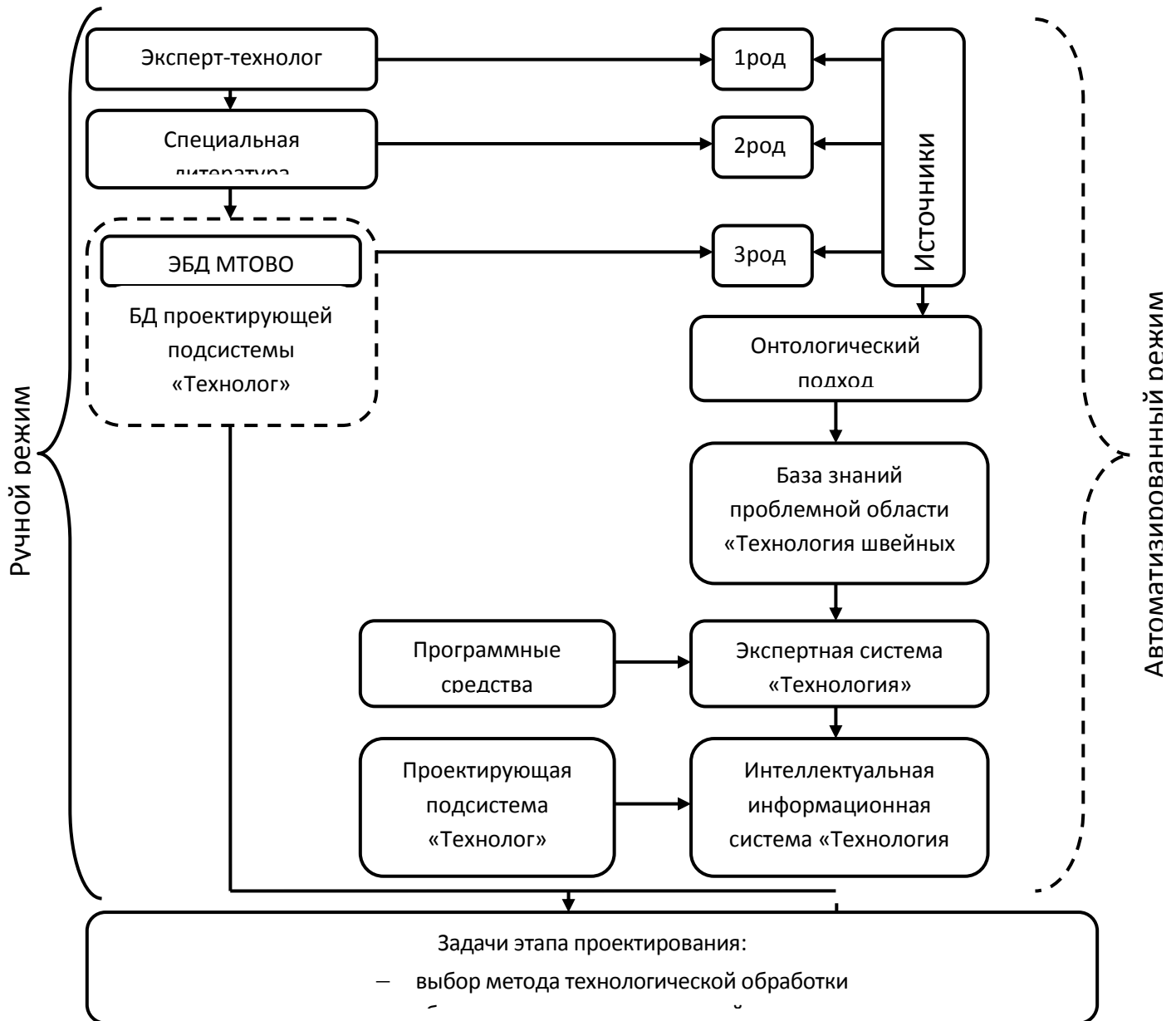
При реализации маршрута в ручном режиме эксперт-технолог осуществляет выбор МТО для проектируемого изделия, основываясь на собственных знаниях, практическом опыте, используя специальную литературу. Полученный результат зачастую субъективен, и малоэффективен, так как реализуется в ручном режиме. Чтобы сократить сроки принятия технологических решений экспертом-технологом были созданы электронные базы данных методов технологической обработки верхней одежды поясной и плечевой групп [41].

В данных ЭБД представлены методы технологической обработки верхней плечевой и поясной одежды на подкладке и без нее, платьево-блузочного и пальтово-костюмного ассортимента из различных видов материала. По мере необходимости возможна замена устаревших, редко используемых МТО новыми современными методами, возникающими в связи с использованием новейших видов швейного оборудования, оборудования для ВТО и материалов. Окончательное же решение по выбору МТО принимается специалистом-экспертом.

С целью исключения вышеперечисленных проблем, возможно реализовать процесс принятия решений посредством функций экспертных систем, например, ЭС «Технолог».

В автоматизированном режиме на основе использования источников знаний первого, второго, третьего рода и преимуществ онтологического подхода, формируется база знаний предметной области ТШИ, которая в свою очередь является ядром экспертной системы. При взаимодействии с проектирующей подсистемой «Технолог» через программные средства экспертной системы «Технология» в информационной интеллектуальной системе ТШИ решаются идентичные вышерассмотренному маршруту задачи по

выбору методов технологической обработки и разработке нормативно-технической документации. Это повысит эффективность проектных работ за счет сокращения времени ожидания результатов и уменьшения влияния субъективных факторов, которые могли исказить представление о решаемой задаче и интерпретации результатов



**Рисунок 24**– Сравнительная схема маршрутов принятия технологических решений в ручном и автоматизированном режимах

## **8 Структуризация и формализация знаний предметной области «ТШИ» на основе онтологического подхода**

Ядром экспертных систем являются базы знаний соответствующих проблемных областей, например, ПрО «Технология швейных изделий». Она реализует функции представления знаний в конкретной проблемной области и управления ими. Знания в базе знаний представлены в определенной форме, и организация базы знаний позволяет их легко определять, модифицировать и пополнять.

В настоящее время самыми распространенными моделями приобретения знаний являются модели приобретения знаний с помощью инженера по знаниям и интеллектуального редактора. В условиях данного исследования применима модель приобретения знаний с помощью инженера по знаниям, в которой автоматизировано только решение задачи модификации знаний.

Существуют различные подходы, модели и языки описания знаний. При этом все большую востребованность в последнее время приобретают онтологии. Онтология - это точная спецификация некоторой проблемной области, например, «Технология швейных изделий».

Для управления проектом онтологии представляется целесообразным применение программного комплекса Protege 4.2 beta [64, 65, 66] представляющего собой эффективное средство для создания и поддержки онтологий.

### **8.1 Разработка тезауруса основных понятий**

Разработка тезауруса включает в себя три основных процесса: изучение предметной области, выявление основных понятий предметной области и разработку их точных, непротиворечивых определений. Результатом выполнения этого этапа будет являться разработанный тезаурус основных понятий предметной области [39].

В ходе исследования был разработан тезаурус ПрО «ТШИ», в котором представлены основные понятия, наименования деталей, срезом и способов их



обработки, определения технологических операций, видов используемых материалов. Полученные результаты представлены в Приложении А.

## **8.2 Разработка структуры элементов онтологии**

Для того чтобы преобразовать данные предметной области о методах соединения деталей одежды в знания проблемной области посредством онтологии, которая позволяет представить информацию в адаптированном для информационных технологий виде, в ходе исследования было принято решение отойти от общепринятой классификации МТО и названий срезов основных деталей, деталей прокладки и приклада. Это позволяет осуществлять поиск МТО по заданным параметрам (цельновыкроенность деталей, способы обработки среза, способы закрепления среза, вид материала, наличие дополнительных деталей (обтачка, тесьма, бейка, манжета и т.д.), способам установки фурнитуры и выполнения закрепок (специальные п/автоматы, ручную), независимо от ассортимента (пальтово-костюмный, плательно-блузочный), группы (плечевая, поясная), вида изделий (брюки, юбки, платья, пальто, шорты и т.д.) и используемых материалов.

В соответствии с правилами разработки онтологий, описанными в п. 2.5, проведен анализ исследуемой проблемной области и выявлены основные ее понятия – классы: срезы деталей и технологические узлы (ТУ); подклассы и экземпляры. Обобщенная структурная схема элементов онтологии проблемной области «Технологии швейных изделий» представлена на рисунке 25.



Рисунок 25 - Обобщенная структурная схема элементов онтологии проблемной области «технология швейных изделий»

В рамках настоящего исследования рассматривался класс «Срезы деталей» и подкласс «Обработка низа» класса «Технологические узлы». Формировалась классификация классов, подклассов, выявление характеристик, описывающих данные понятия, и моделирование структуры взаимосвязей между самими понятиями и их составляющими.

Построение структуры онтологии происходит по принципу соподчинения. На рисунке 26 представлена структура класса «Срезы деталей».

Класс «Срезы деталей» делится на подклассы: «Срез низа» «Внутренний срез дополнительной детали», «Стабилизация», «Закрепление припусков швов». В каждый подкласс входят определенные экземпляры, например, подкласс «Внутренний срез дополнительной детали» включает следующие экземпляры: необработанный, подогнутый, обтачанный, окантованный, обработанный притачными деталями, обработанный накладным швом.

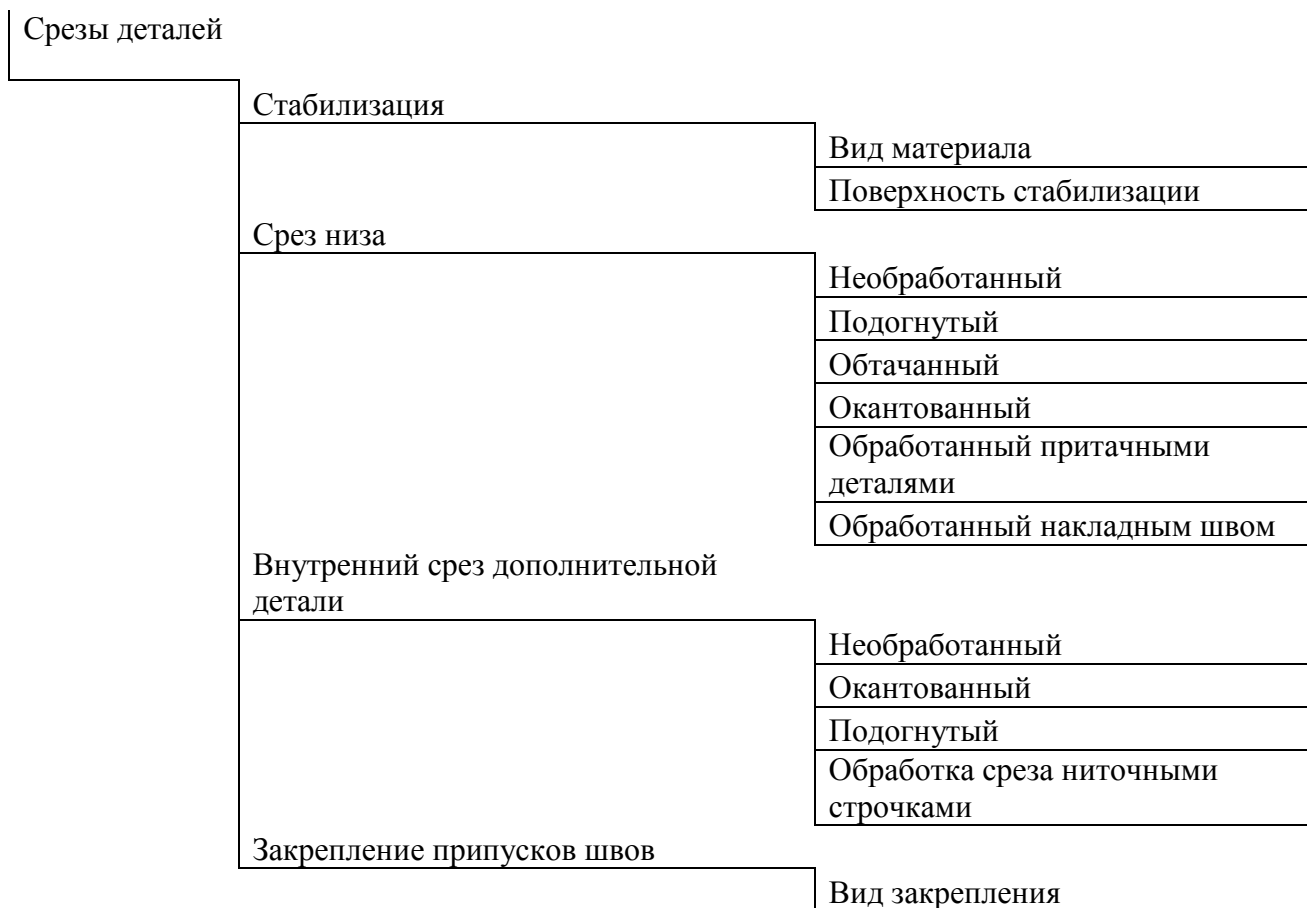


Рисунок 26 – Структура класса «Срезы деталей»

Класс «Технологический узел» делится на подклассы: «Обработка низа» (рисунок 27). В подкласс «Обработка низа» входят определенные экземпляры, такие как: низ (плечевых изделий, низ юбок), низ рукава, низ брюк.

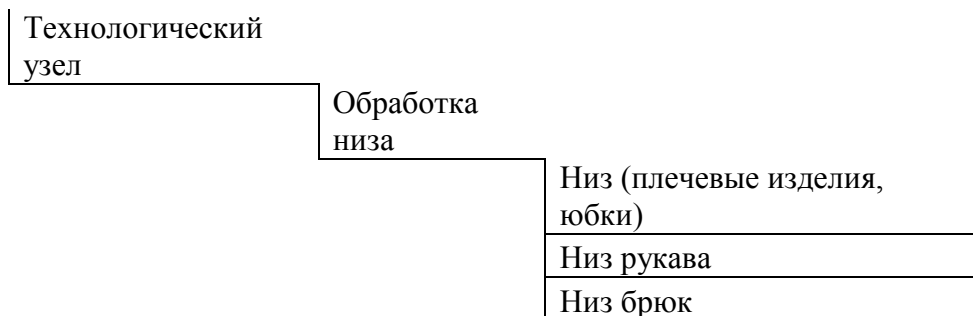


Рисунок 27 – Структура класса «ТУ», подкласс «Обработка низа»

### 8.3 Выявление характеристик элементов онтологии и описание их значений

Каждое из понятий проблемной области, то есть каждый из классов, подклассов и экземпляров, имеет определенный набор характеристик, описывающих эти понятия. При этом для онтологии характерно выполнение принципа наследования, когда подклассы, следовательно, и их экземпляры, объединенные в иерархии общим классом, автоматически наследуют слоты, установленные для этого класса. Таким образом, классу «Срезы деталей» присваиваются слоты, общие для всех срезов. Затем выявляются и дополняются к общим слоты характерные для каждого из подклассов класса «Срезы деталей» и так далее в зависимости от степени детализации онтологии.

Выявление слотов элементов онтологии необходимо для составления формы описания конечных экземпляров онтологии. В данном случае конечными экземплярами классов «Срезы деталей» и «Технологические узлы» являются способы технологической обработки низа.

Характеристики подкласса «Обработка низа» класса «Технологические узлы» представлены срезами деталей, а значение этих характеристик - способами обработки. Структура построена таким образом для того, чтобы исключить многократные повторения способов обработки различных технологических узлов (таблица 2).

Таблица 2 - Характеристика подкласса «Обработка низа» класса «Технологические узлы»

Наименование характеристики	Значение характеристики	Тип значения характеристики	Мощность характеристики
Закрепление	В чистый край Вспушку Отделочная строчка Положение отделочной строчки	Графическое изображение	0 или 1

## Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение характеристики	Тип значения характеристики	Мощность характеристики
Срез низа	Цельновыкроенный Обтачанный Окантованный Обработанный с притачными деталями Обработанный накладным швом Обработка среза ниточными строчками	Определение	0 или 1
Внутренний срез дополнительной детали	Окантованный Подогнутый Обработка среза ниточными строчками	Определение	0 или 1

Характеристики класса «Срезы деталей» представлены способами обработки срезов и отображены в таблице 3.

Таблица 3- Характеристика класса «Срезы деталей»

Наименование характеристики	Значение характеристики	Тип значения характеристики	Мощность характеристики
Цельновыкроенность основной детали	С припуском на обработку С подкладкой манжеты	Определение	0 или 1
Цельновыкроенность дополнительной детали	С прокладкой припуска на обработку низа С подкладкой бейки С подкладкой и прокладкой бейки С подкладкой манжеты	Определение	0 или 1

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение характеристики	Тип значения характеристики	Мощность характеристики
Наличие дополнительной детали	Обтачка Бейка Усилитель среза детали Манжета Брючная тесьма	Определение	0 или 1 и более
Вид материала дополнительной детали	Основной Подкладочной Отделочной	Определение	1
Наличие отделочной детали или фурнитуры	Кант Волан Оборка Декоративные элементы Манжеты	Определение	0 или 1 и более
Местоположение дополнительной детали	С изнаночной стороны С лицевой стороны	Определение	1 или более
Обработка среза ниточными строчками	Обметочные	Определение	0 или 1
Способ выкраивания детали для окантовывания	По утку Под углом 45° к нити основы	Определение	1
Вид детали для окантовывания	Тесьма Окантовочная лента с заутюженными краями Полоска материала	Определение	1

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение характеристики	Тип значения характеристики	Мощность характеристики
Вид ниточного шва	Обтачной в кант Обтачной в раскол Окантовочный с открытыми срезами Окантовочный с одним закрытым срезом Окантовочный с закрытыми срезами Стачной взаутюжку Стачной вразутюжку Вподгибку с открытыми срезами Вподгибку с закрытыми срезами Накладной с открытым срезом Накладной с закрытым срезом	Графические изображение	0 или 1
Вспушка	Машинная Ручная	Определение	0 или 1
Количество отделочных строчек	Одинарная Двойная Тройная и более	Определение	0 или 1
Вид отделочной строчки	Фигурная Прямолинейная	Определение	1
Положение отделочной строчки	На детали В шов	Графическое изображение	1

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение характеристики	Тип значения характеристики	Мощность характеристики
В чистый край	ПШО настроен на основную деталь ПШО настроен на дополнительную деталь ПШО закреплен клеевой паутинкой ПШО закреплен клеевой пленкой ПШО закреплен клеевой нитью ПШО подшит машинным способом ПШО подшит ручным способом Подшивание внутреннего среза дополнительной детали Клеевые способы закрепления внутреннего среза	Графическое изображение	0 или 1
Поверхность стабилизации	Припуск изделия Обтачка Низ изделия Припуск изделия и низ изделия	Определение	0 или 1 и более
Вид материала для стабилизации	Из МОКП Не клеевые материалы	Определение	1



На этапе принятия технологических решений создана онтология проблемной области «Технология швейных изделий», с помощью инструментального средства-программы Protégé 4.2 beta, составляющая основу базы знаний ЭС «Технология». На рисунке 29 представлено диалоговое окно программы Protégé 4.2 beta иллюстрирующее структуру классов «Срезы деталей» и «Технологические узлы».

Рисунок 30 демонстрирует диалоговое окно программы Protégé 4.2 beta, в котором представлены экземпляры подкласса «Внутренний срез дополнительной детали» класса «Срезы деталей».

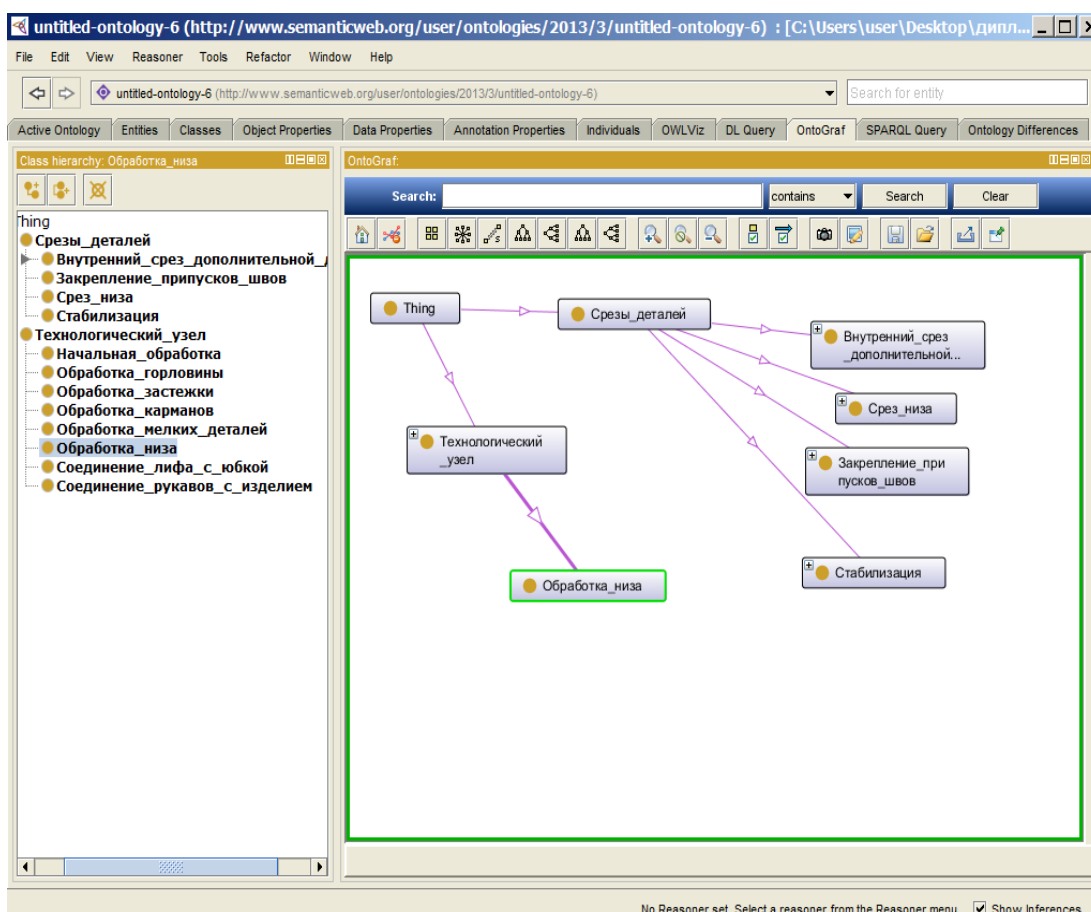


Рисунок 28 – Диалоговое окно программы Protégé 4.2 beta: иерархическая структура классов «Срезы деталей» и «Технологические узлы»

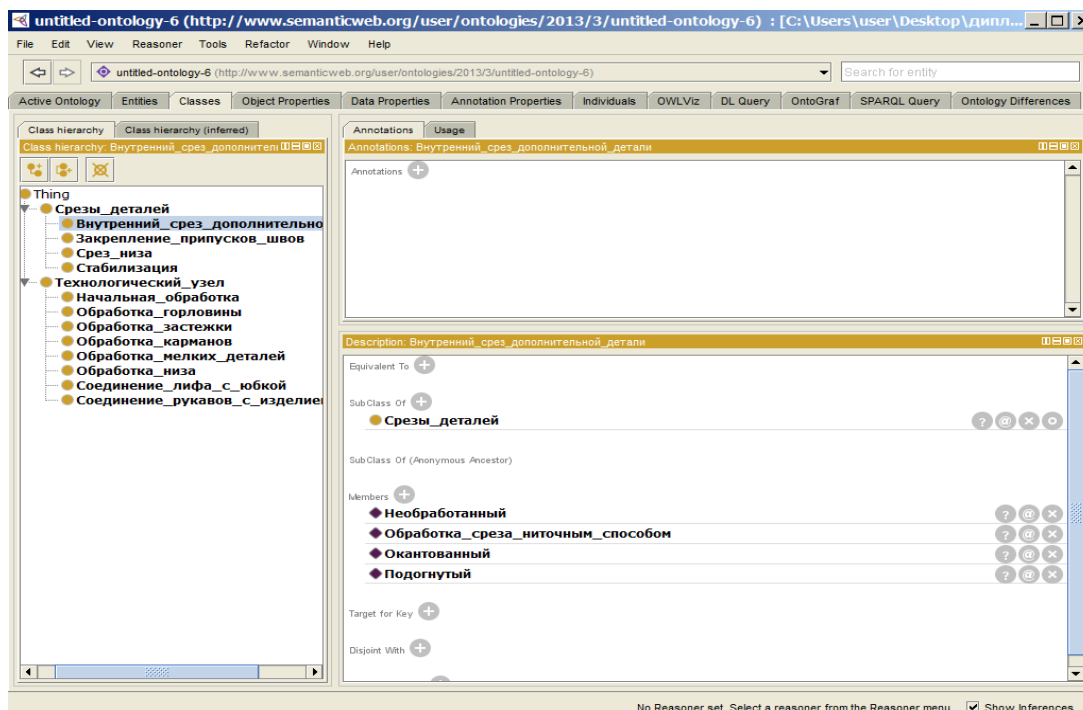


Рисунок 29 – Диалоговое окно программы Protégé 4.2 beta: экземпляры подкласса « Внутренний срез вспомогательной детали» класса « Срезы деталей».

#### 8.4 Разработка алгоритма функционирования подсистемы «Технолог»

Для обеспечения работы программы по выявлению структурных взаимосвязей необходимо задать определенные условия действий, перевести логическое мышление человека на язык формул машины. Таким переводом является алгоритм – описание последовательности действий для решения задачи или достижения поставленной цели, правила выполнения основных операций обработки данных, описание вычислений по математическим формулам.

В соответствии с выполненными в настоящей работе исследованиями разработан алгоритм функционирования подсистемы Технолог в рамках интегрированной САПР одежды. Для описания алгоритма составлена укрупненная блок-схема (рисунок 31), содержащая проектные операции и процедуры и представленная последовательностью действий, выполняемых проектировщиком и программным обеспечением.

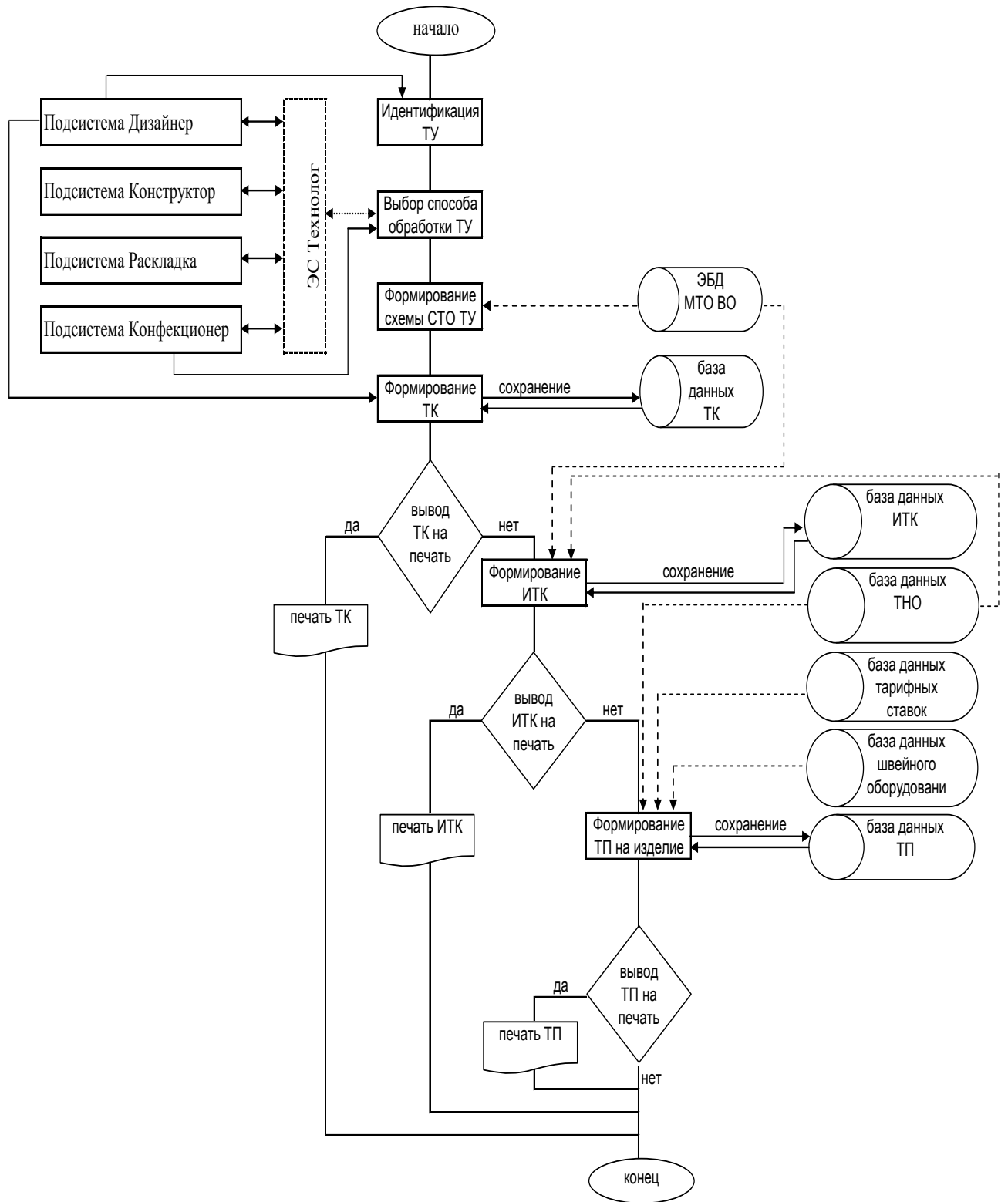


Рисунок 30 – Блок-схема алгоритма функционирования подсистемы «Технолог» на этапе принятия технологических решений

## Заключение

Показано, в результате анализа информационных источников, активное развитие и эффективную реализацию интеграционных процессов в САПР промышленности. В этом направлении швейные САПР занимают отстающую позицию. В теории данного вопроса предложены принципы организации интегрированной САПР одежды, введено понятие интеллектуальной информационной системы, включающей проектирующую систему и экспертную систему.

Определены основные понятия интеллектуализации: искусственный интеллект, предметная и проблемная области, математическая модель, концептуальная модель, источники знаний, база знаний, база данных, экспертная система, онтология, онтологический инжиниринг.

Представлены требования, предъявляемые к математическим моделям, которыми являются требования универсальности, точности, адекватности и экономичности.

Установлены, основные этапы построения математических моделей.

Рассмотрена классификация существующих математических моделей, выбрана для целей исследования структурная математическая модель, выявлены ее преимущества. Представлена классификация концептуальных моделей.

Уточнена концептуальная модель ИСАПРО и определено месторасположение соответствующих баз знаний экспертных систем («Дизайнер», «Материаловедение», «Технология», «Конструирование») и интеллектуальных информационных систем («Дизайнер», «Конфекционер», «Технология швейных изделий», «Конструктор»).

Сформулирован общий методологический подход к разработке экспертных систем, на основе которого определен структурный состав экспертной системы «Технология».

Сформулирован общий методологический подход к разработке экспертных систем, выявлены их структурный состав и базовые функции. С

целью последующего выбора прототипа экспертной системы определены основные характеристики. Установлено, что центральным компонентом в составе любой экспертной системы является база знаний, формирование которой предполагает формализацию знаний предметной области на специальном языке программирования.

Рассмотрены теоретические аспекты разработки онтологии проблемной области, которые включают в себя правила, принципы, методы и модели получения знаний и алгоритм построения онтологии. Данная информация в дальнейшем необходима при решении поставленной в работе задачи – разработка технологии создания экспертной системы Технолог на основании разработанных электронных баз данных методов технологической обработки изделий плечевой и поясной групп.

Представлены этапы разработки экспертной системы, которыми являются: идентификация, концептуализация, формализация, реализация, тестирование, опытная эксплуатация.

Выявлено, что приобретение знаний в экспертной системе осуществляется в двух режимах: в режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет (через посредничество инженера по знаниям) эксперт; в режиме консультации общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и (или) способ его получения.

Установлено, что фреймовая модель в наибольшей степени отвечает предъявленным требованиям к моделям представления знаний в экспертной системе и может обеспечить их выполнение. Эта модель универсальна в использовании, имеет многоуровневую структуру представления данных, быстрый и прямолинейный доступ к информации, отображает взаимосвязи между объектами, что отвечает требованиям ИСАПРО.

Уточнена математическая модель интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» и разработана математическая модель экспертной системы «Технология».

Уточнена и дополнена структура методов технологической обработки верхней одежды поясной группы пальтово-костюмного и платьево-блузочного ассортимента.

Разработаны схемы методов технологической обработки и соответствующие технологические последовательности. Схемы методов технологической обработки выполнялись в графическом пакете AutoCAD.

Создана ЭБД МТОВО поясной группы. Данный информационный продукт позволяет сократить затраты времени на выбор методов технологического решения при изготовлении изделий поясной группы различного ассортимента, на создание нормативно-технической документации. ЭБД МТОВО поясной группы является источником третьего рода для формирования БЗ интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий», что повышает мобильность представления новой информации в цифровом виде и создает предпосылки интеллектуализации автоматического процесса проектирования верхней одежды различного ассортимента из различных видов материала.

Определены характеристики элементов онтологии и описаны их значения.

Создана онтология проблемной области «Технология швейных изделий», с помощью инструментального средства – программы Protégé 4.2 beta, составляющая основу базы знаний данной проблемной области.

Составлен тезаурус, включающий основные понятия и определения, используемые при создании онтологии технологического узла – «Обработка горловины».

Разработана обобщенная блок-схема алгоритма процесса функционирования подсистемы «Технолог» в рамках ИСАПРО, описывающая процесс принятия технологических решений.

## Список использованных источников

1. Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник для вузов [Текст] / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.
2. Подшивалова А.В. Совершенствование автоматизированного проектирования одежды на основе интеллектуализации процесса конфекционирования материалов [Текст]: автореф. дис. / А.В. Подшивалова. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2011.— 24 с.
3. [САПР Cadrus] URL: <http://www.cadrus.ru>.
4. [САПР Comtense] URL: <http://www.comtense.ru>.
5. [САПР Асоль] URL: <http://www.assol.org>.
6. [САПР Eleandr] URL: <http://eleandr-soft.ru>.
7. [САПР Грация] URL: <http://www.saprgrazia.com>.
8. Старкова Г.П. Разработка и внедрение методов проектирования и изготовления одежды на основе новых информационных технологий: дополнительная монография / Г.П. Старкова, Л.А. Королева, Е.А. Легензова, И.Л. Мякишева. – Владивосток, 2006. – 187 с.
9. Разработка универсальной базы данных методов технологической обработки верхней одежды / статья // Материалы V международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие Дальневосточного региона России» в 5 кн. Кн. 3. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2003.
10. Андронюк А.Н. Формирование экспертной системы универсальной базы данных методов технологической обработки верхней одежды / статья / А.Н. Андронюк, И.А. Пак. // Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие дальневосточного региона России: Материалы IX международной конференции

студентов, аспирантов и молодых ученых 19-20 апреля 2007г.: в 6 кн. кн. 3. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2007. – С. 288-293.

11. Лапыгин Ю.Н. Теория организации: учебное пособие. / Ю.Н. Лапыгин. – М.: Инфра-Москва, 2006. – 330 с.

12. Подготовка магистерской диссертации / под ред. Е.Ю. Татаркина. – Барнаул: изд-во Алт.гос.техн.ун-та им. И.И.Ползунова, 2011. – 183 с.

3. Шкаберин В.А. Определение математической модели. Преимущества математического моделирования. Требования к математическим моделям. Классификация математических моделей (фрагмент лекции) / [сайт] URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-147122.html>.

14. Фикс Н.П. Математическое моделирование в высоковольтной электротехнике: учебное пособие. / Н.П. Фикс. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 130 с.

15. [Яндекс – словари] URL: <http://slovari.yandex.ru>.

16. [Свободная энциклопедия Википедия] URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki>.

17. Смирнов В.В. Конспект лекций для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» всех форм обучения. / В.В. Смирнов. – Бийск // [сайт] URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-19010.html?page=6>.

18. [Научная библиотека избранных естественно-научных изданий научная-библиотека. РФ] URL: [http://www.sernam.ru/book\\_mm.php?id=8](http://www.sernam.ru/book_mm.php?id=8).

19. Волков В.Л. Моделирование процессов и систем в приборостроении: учебное пособие для студентов техн. спец. дневной, вечерней и заочной форм обучения [Текст]. / В.Л. Волков. – Арзамас: Изд-во АПИ НГТУ, 2008. – 143 с.

20. Минский М. Фреймы для представления знаний // [сайт] URL: <http://a-future.ru/frejjmy-dlya-predstavleniya-znaniij-m-minskijj.html>.



21. Фейгенбаум Е. Искусственный интеллект и его адепты // [сайт] URL: <http://chesslive.ru/b/1363056415.htm>.
22. Интеллектуальные робототехнические системы // [ИНТУИТ] URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/699>.
23. Представление знаний в интеллектуальных системах // [Компания «Бизнес Инжиниринг Групп» (БИГ)] URL: [http://bigc.ru/publications/other/km/predst\\_znan\\_v\\_intel\\_shemah.php](http://bigc.ru/publications/other/km/predst_znan_v_intel_shemah.php).
24. Хабаров С. Экспертные системы: конспект лекций // [сайт] URL: <http://www.twirpx.com/file/61731/>.
25. Желнин М.Э. Роль и место экспертных систем в образовании/ М.Э. Желнин, В.А. Кудинов, Е. С. Белоусов, 2012 // [сайт] URL: <http://www.twirpx.com/file/61731/>.
26. Гаврилов А.В. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие: в 2-х ч. / А.В. Гаврилов. Часть 1. – Новосибирск: НГТУ, 2001. – 67 с.
27. Ездаков А.Л. Экспертные решения САПР: учебное пособие / А.Л. Ездаков. – М.: ИД «ФОРУМ» (Высшее образование), 2009. – 160 с.
28. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем: учебное пособие. / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский – СПб.: Питер, 2000. – 360 с.
29. Подходы к созданию экспертных систем // [Портал искусственного интеллекта] URL: <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems>.
30. Муромцев Д.И. Введение в технологию экспертных систем. / Д.И. Муромцев СПб: СПб ГУ ИТМО, 2005. – 93 с.
31. Степанова М.Д. Прикладные интеллектуальные системы и системы принятия решений. Конспект лекций: учебное пособие / М.Д. Степанова, С.А. Самодумкин; под науч. ред. В.В. Голенкова. – Мн.: БГУИР, 2007. – 119 с.

32. Моисеев В.Б. Представление знаний в интеллектуальных системах. / В.Б. Моисеев: Информатика и образование. – 2003. – №2. – С. 84-91.
33. Морозов М.Н. Курс лекций по дисциплине "Системы искусственного интеллекта". Лекции 7-8: Экспертные системы / М.Н. Морозов // [сайт] URL: [http://www.mari-el.ru/mmlab/home/AI/7\\_8/](http://www.mari-el.ru/mmlab/home/AI/7_8/).
34. Акульшина И.Л. SATELIT — гипермедиа система, использующая знания / И.Л. Акульшина, Ж.Г. Ганасья, К. Фарон // КИИ-96. Пятая национальная конференция с международным участием «Искусственный интеллект-96». Сб. научных трудов в 3-х т. Т.2. — М.: АИИ, 1996. – С. 294 – 298.
35. Александров Е.А. Основы теории эвристических решений. Подход к изучению естественного и построению искусственного интеллекта / Е.А. Александров. — М.: Радио и связь, 1975. – 35 с.
36. Алиев Р.А. Нечеткие модели управления динамическими системами // Итоги науки и техники. Техническая кибернетика: Т. 29. / Р.А. Алиев, Э.Г. Захарова, С.В. Ульянов – М.:ВИНИТИ АН СССР, 1990. – С. 127 – 201.
37. Способы описания знаний // [Библиофонд] URL: <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=552974>.
38. Частиков А.П. Разработка экспертных систем. среда CLIP/ А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов, 2003 г. // [сайт] URL: <http://www.swsys.ru>.
39. Кочеткова О.В. Онтология трикотажа основных переплетений/ А.А.Казначеева // [сайт] URL: <http://bigc.ru/publications/other/km/predst>.
40. Цели создания онтологии // [сайт] URL: <http://www.intuit.ru/department/expert/ontoth/1/2.html>.
41. Шевчук К.О. Получение и структурирование знаний предметной области «Технология швейных изделий»./ К.О. Шевчук, Е.Е. Прокофьева, // Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие дальневосточного региона

России и стран АТР - Материалы XIV международной научно – практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2012 г. / ВГУЭС. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2012,-440с.-С. 317-320

42. Королева Л.А. Технология швейных изделий: лабораторный практикум / Л. А. Королева. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2008. – 164 с. — s.l.: s.n.

43. Амирова Э.К. Технология швейного производства: учебное пособие для средн. проф. образования / Э. К. Амирова, А. Т. Труханова, О. В. Сакулина, Б. С. Сакулин. – М.: Академия, 2004. – 480 с.: ил.

44. Труханова А.Т. Технология мужской и женской верхней одежды: учебник для начального проф. образования / А. Т. Труханова. – М.: Высш. шк., 2003. – 495 с.

45. Волкова Н.В. Технология пошива мужской одежды / Н.В. Волкова. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 350с.: ил. — s.l.: s.n.

46. Кокеткин П.П. Одежда: технология-техника, процессы-качество: Справочник / П.П. Кокеткин. – М.: Изд-во МГУДТ, 2001. – 560с.: ил.

47. Труханова А.Т. Иллюстрированное пособие по технологии легкой одежды: учебное пособие для учащихся профессиональных учебных заведений / А. Т. Труханова. – М.: Высш. шк.: Академия, 2000. – 175с.: ил.

48. Першина Л.Ф. Технология швейного производства: учебник для средних учебных заведений / Л.Ф. Першина, С.В. Петрова. – 2-е изд. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 416с.: ил.

49. Инструкция. Изделия швейные бытового назначения. Одежда верхняя пальтово костюмного ассортимента. Допускаемые отклонения в деталях / Центр. НИИ швейн. пром-ти; отв. исп. Л.А. Попова. – Взамен ГОСТ 23193-78 – М.: Изд-во ЦНИИТЭИлегпром, 1990. – 22 с.

50. Инструкция. Изделия швейные бытового назначения. Одежда верхняя платьево-блузочного ассортимента. Допускаемые отклонения в деталях / Центр. НИИ швейн. пром-ти; отв. исп. Л. А. Попова. – Взамен ГОСТ 23193-78. – М.: Изд-во ЦНИИТЭИлегпром, 1990. – 16 с.
51. Типовые нормы времени на технологические операции пошива женской легкой одежды по индивидуальным заказам при организации работ с разделением труда: Сборник / Утв. 5.09.80 г. – М.: Изд-во НИИ труда, 1981. – 344 с.
52. Труханова А.Т. Технология женской и детской легкой одежды: учебник для учащихся нач. проф. образования / А. Т. Труханова. – 3-е изд., стереотип. – М.: Высш. шк.: Академия, 2001. – 416 с.: ил.
53. Силаева М.А. Пошив изделий по индивидуальным заказам: учебник для нач. проф. образования / М. А. Силаева. – 2-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2004. – 528 с.: ил.
54. Труханова А.Т. Основы технологии швейного производства: учебник для учащихся нач. проф. образования / А. Т. Труханова. – 4-е изд., стереотип. – М.: Высш. шк.: Академия, 2001. – 336с.: ил.
55. Типовые нормы времени на технологические операции пошива мужской и женской верхней одежды по индивидуальным заказам при организации работ с разделением труда. – М.: ЦОТШЛ, 1980.
56. ТУ 201 РФ 4208-6-92. Одежда верхняя женская и для девочек платьево-блузочного ассортимента. Изготовление по индивидуальным заказам.
57. ТУ 201 РФ 4208-7-92. Одежда верхняя мужская, женская и детская пальтово-костюмного ассортимента. Изготовление по индивидуальным заказам.
58. ГОСТ 17037-85. Изделия швейные и трикотажные. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1988. – 13с.

59. ГОСТ 22977-89. Детали швейных изделий. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 10с.
60. [Сайт цифровых учебно-методических материалов Центра Образования ВГУЭС] URL: <http://abc.vvsu.ru>.
61. Амирова Э.К. Технология швейных изделий: учебное пособие для студентов средних учебных заведений. / Э.К. Амирова, А.Т. Труханова, О.В. Сакулина, Б.С. Сакулин – 3-е изд., испр. – М.: Изд-во ИЦ Академия, 2008. – 480 с.
62. Крючкова Г.А. Технология швейных изделий: учебник для начального профессионального образования в 2-х ч. / Г.А. Крючкова. Часть 2. – М.: Изд-во Академия, 2010. – 288 с.
63. [САПР Julivi] URL: <http://julivi.com>.
64. Разработка онтологии 101: руководство по созданию Вашей первой онтологии /Наталья Ф. Ной (Natalya F. Noy) и Дэбора Л. МакГиннесс, Стэнфордский Университет, Стэнфорд, Калифорния, 94305.
65. Protege 4.2 beta // [сайт] URL: <http://translate.yandex.ru/translate?srv=yasearch&url=http%3A%2F%2Fprotege.stanford.edu%2F&lang=en-ru&ui=ru>.
66. Руководство по Protege 4.2 beta // [сайт] URL: <http://shcherbak.net/2012/04/rukovodstvo-po-protege-4-2-perevod-zavershen/>.
67. ГОСТ 17037-85. Изделия швейные и трикотажные. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 13 с.: ил.
68. Королева Л.А. Методы соединения деталей одежды [Текст]: лабораторный практикум. / Л.А. Королева. – Владивосток: изд-во ВГУЭС, 2010. – 88 с.
69. Ушаков Д.Н. Толковый словарь русского языка. / Д.Н. Ушаков. М.: Изд-во: ЛадКом, 2011. – 848 с.

70. Орленко Л.В. Терминологический словарь одежды [Текст]: около 2000 слов / Л.В. Орленко. – М.: Легпромбытиздат, 1996. – 344 с.
71. Кузнецов С.А. Большой толковый словарь русского языка. / С.А. Кузнецов. – М.: Изд-во: Норинт, 2000. – 1536 с.
72. Дмитриев Д.В. Толковый словарь русского языка. / Д.В. Дмитриев. – М.: Изд-во: Астрель, АСТ, 2003. – 1584 с.
73. Ефремова Т.Ф. Современный толковый словарь русского языка: в 3-х томах. / Т.Ф. Ефремова. – М.: Изд-во: АСТ, Астрель, Харвест, 2006.
74. Кузьмичев В.Е. Основы построения и анализа чертежей одежды: учебное пособие / В.Е. Кузьмичев, Н.И. Ахмедулова, Л.П. Юдина. – Иваново: ИГТА, 2011. – 280 с.
75. [Блог «о шитье...». Профессиональные секреты швейного мастерства] URL: <http://blog.t-stile.info/stojka-i-otlyot-vorotnika>.
76. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка: около 65000 слов и фразеологических выражений. / С.И. Ожегов; под ред. доктора филологических наук проф. Л.И. Скворцова. – 2-е изд., перер. и доп. – М.: Оникс, Мир и образование, 2010. – 736 с.
77. Патлах В.В. Энциклопедия технологий и методик / В.В. Патлах // [сайт] URL: <http://www.patlah.ru/etm/etm-05/svei%20mahina/svei>.

## Приложение А

(обязательное)

### Структура электронной базы данных методов технологической обработки верхней одежды (МТОВО) поясной группы

#### II. Поясная группа (*юбки и брюки*)

##### II.1 Начальная обработка

##### II.1.A. изделий из ткани

II.1.A.K. пальтово-костюмного ассортимента (*юбки, брюки на подкладке*)

##### II.1.A.K.1. Обработка вытачек

II.A.K.1.1. неразрезных

II.A.K.1.2. разрезных

II.A.K.1.3. переходящих в мягкие складки

II.A.K.1.4. переходящих в защипы

II.A.K.1.5. переходящих в сборку

##### II.1.A.K.2. Обработка срезов деталей

II.1.A.K.2.1. стачным швом взаутюжку (*с обметыванием срезов / без обметывания срезов*)

II.1.A.K.2.2. стачным швом вразутюжку (*с обметыванием срезов / без обметывания срезов*)

II.1.A.K.2.3. стачным швом расстрочным

II.1.A.K.2.4. настрочным швом с открытыми срезами / с одним закрытым срезом

II.1.A.K.2.5. накладным швом с закрытым срезом

II.1.A.K.2.6. бельевыми (*двойным, взамок, запошивочный узкий, запошивочный широкий*)

##### II.1.A.K.3. Обработка складок

II.1.A.K.3.1. односторонних (*простых отделочных / соединительных*)

II.1.A.K.3.2. встречных (*простых отделочных / соединительных*)

- П.1.А.К.3.3. бантовых (*простых отделочных / соединительных*)
- П.1.А.К.3.4. сложных (*отделочных / соединительных*)
- П.1.А.К.4. Обработка кокеток
  - П.1.А.К.4.1. настрочных
    - П.1.А.К.4.1.1. настрочным швом с открытыми срезами / с одним закрытым срезом
    - П.1.А.К.4.1.2. накладным швом с закрытым срезом (*срез кокетки с цельновыкроенным припуском/ срез кокетки обработан обтачкой / срез основной детали обработан обтачкой*)
  - П.1.А.К.4.2. притачных (*стачным швом взаутюжку*)
- П.1.А.К.5. Дублирование деталей
  - П.1.А.К.5.1. пояса
  - П.1.А.К.5.2. кокетки
  - П.1.А.К.5.3. основных (*половин брюк, полотниц юбок*)
- П.1.А.К.6. Обработка шлиц
- П.1.А.К.7. ВТО деталей брюк
  - П.1.А.Б. платьево-блузочного ассортимента (юбки, брюки без подкладки)
- П.1.А.Б.1. Обработка вытачек
  - П.1.А.Б.1.1. неразрезных
  - П.1.А.Б.1.2. разрезных
  - П.1.А.Б.1.3. переходящих в мягкие складки
  - П.1.А.Б.1.4. переходящих в защипы
  - П.1.А.Б.1.5. переходящих в сборку
- П.1.А.Б.2. Обработка срезов деталей
  - П.1.А.Б.2.1. стачным швом взаутюжку
  - П.1.А.Б.2.2. стачным швом вразутюжку
  - П.1.А.Б.2.3. стачным швом расстрочным



- П.1.А.Б.2.4. настрочным швом с открытыми срезами / с одним закрытым срезом
- П.1.А.Б.2.5. накладным швом с закрытым срезом
- П.1.А.Б.2.6. бельевыми (*двойным, взамок, запошивочный узкий, запошивочный широкий*)
- П.1.А.Б.3. Обработка оборок (воланов)
  - П.1.А.Б.3.1. соединение по краю основных деталей (*стачным швом взаутюжку / настрочными швами / накладными швами // обтачным швом враскол (в кант) / окантовочными швами*)
  - П.1.А.Б.3.2. соединение с цельной деталью (*в сгибе / настрочными швами /, накладными швами*)
  - П.1.А.Б.3.3. в соединительных швах
  - П.1.А.Б.3.4. нижнего среза
    - П.1.А.Б.3.4.1. швами вподгибку (*"московским швом" / с открытым срезом / с закрытым срезом / с зигзагообразной строчкой*)
    - П.1.А.Б.3.4.2. окантовочными швами (*с закрытым срезом/ с тесьмой*)
    - П.1.А.Б.3.4.3. обметыванием
    - П.1.А.Б.3.4.4. оплавлением
- П.1.А.Б.4. Обработка складок
  - П.1.А.Б.4.1. односторонних (*простых отделочных / соединительных*)
  - П.1.А.Б.4.2. встречных (*простых отделочных / соединительных*)
  - П.1.А.Б.4.3. бантовых (*простых отделочных / соединительных*)
  - П.1.А.Б.4.4. сложных (*отделочных / соединительных*)
- П.1.А.Б.5. Обработка кокеток
  - П.1.А.Б.5.1. настрочных

П.1.А.Б.5.1.1. настрочным швом с открытыми срезами /  
с одним закрытым срезом

П.1.А.Б.5.1.2. накладным швом с закрытым срезом  
*(срез кокетки с цельновыкроенным  
припуском/ срез кокетки обработан  
обтачкой / срез основной детали  
обработан обтачкой*

П.1.А.Б.5.2. притачных *(стачным швом взаутюжку)*

П.1.А.Б.6. Обработка шлиц

П.1.А.Б.7. ВТО деталей брюк

**П.1.В. изделий из трикотажных полотен**

**П.1.Г. изделий из натуральной кожи**

**П.1.Д. изделий из искусственной кожи**

**П.1.М. изделий из натурального меха**

**П.1.И. изделий из искусственного меха**

П.2. Обработка мелких деталей

**П.2.А. изделий из ткани**

П.2.А.К. пальтово-костюмного ассортимента

П.2.А.К.1. Хлястиков

П.2.А.К.2. Шлевок

П.2.А.К.3. Листочек

П.2.А.К.4. Клапанов

П.2.К.Б.4.1. обтачных

П.2.К.Б.4.2. с бейкой

П.2.К.Б.4.3. окантованных

П.2.К.Б.4.4. с кантом

П.2.А.К.5. Соединение отделочных листочек с деталями изделия

П.2.А.К.5.1. настрочным швом с открытыми срезами

П.2.А.К.5.2. широким запошивочным швом

П.2.А.К.6. Соединение отделочных клапанов с деталями изделия

П.2.А.К.6.1. настрочным швом с открытыми срезами

П.2.А.К.6.2. широким запошивочным швом

**П.2.А.Б. платьево-блузочного ассортимента****П.2.А.Б.1. Хлястиков****П.2.А.Б.2. Шлевок****П.2.А.Б.3. Листочек****П.2.А.Б.4. Клапанов**

П.2.А.Б.4.1. обтачных

П.2.А.Б.4.2. с бейкой

П.2.А.Б.4.3. окантованных

П.2.А.Б.4.4. с кантом

П.2.А.Б.4.5. с оборкой

**П.2.А.Б.5. Соединение отделочных листочек с деталями изделия**

П.2.А.Б.5.1. настрочным швом с открытыми срезами

П.2.А.Б.5.2. широким запошивочным швом

**П.2.А.Б.6. Соединение отделочных клапанов с деталями изделия**

П.2.А.Б.6.1. настрочным швом с открытыми срезами

П.2.А.Б.6.2. широким запошивочным швом

**П.2.В. изделий из трикотажных полотен****П.2.Г. изделий из натуральной кожи****П.2.Д. изделий из искусственной кожи****П.2.М. изделий из натурального меха****П.2.И. изделий из искусственного меха****П.3. Обработка карманов****П.3.А. в изделиях из ткани****П.3.А.К. пальтово-костюмного ассортимента****П.3.А.К.1. боковых**

П.3.А.К.1.1. прорезных (на передних частях половин брюк и полотнищ юбки)

П.3.А.К.1.1.1. с клапаном

П.3.А.К.1.1.1.1. с одной обтачкой

П.3.А.К.1.1.1.2. с двумя обтачками

П.3.А.К.1.1.1.3. с застежкой-молнией

П.3.А.К.1.1.2. с листочкой

- П.3.А.К.1.1.2.1. с втачными концами
- П.3.А.К.1.1.2.2. с настрочными концами
- П.3.А.К.1.1.3. в простую рамку
- П.3.А.К.1.1.4. в рамку с застежкой-молнией
- П.3.А.К.1.1.5. с застежкой-молнией
- П.3.А.К.1.2. накладных
  - П.3.А.К.1.2.1. с верхним краем
    - П.3.А.К.1.2.1.1. прямым
    - П.3.А.К.1.2.1.2. фигурным
    - П.3.А.К.1.2.1.3. с отворотами
    - П.3.А.К.1.2.1.4. с клапаном / с отделочным клапаном
    - П.3.А.К.1.2.1.5. с листочкой (*прямолинейной / фигурной*)
  - П.3.А.К.1.2.2. с прорезным входом
    - П.3.А.К.1.2.2.1. с клапаном
    - П.3.А.К.1.2.2.2. с листочкой
    - П.3.А.К.1.2.2.3. в рамку
    - П.3.А.К.1.2.2.4. с застежкой-молнией
  - П.3.А.К.1.2.3. с входом в наклонном шве
- П.3.А.К.1.4. в боковых швах
  - П.3.А.К.1.4.1. с цельновыкроенными припусками
  - П.3.А.К.1.4.2. с обтачкой
  - П.3.А.К.1.4.3. с отрезным бочком
    - П.3.А.К.1.4.3.1. с цельновыкроенным припуском
    - П.3.А.К.1.4.3.2. с обтачкой
  - П.3.А.К.1.5. в горизонтальных швах
- П.3.А.К.2. на задних частях половин брюк / полотнищах юбки
  - П.3.А.К.2.1. прорезных
    - П.3.А.К.2.1.1. с клапаном
    - П.3.А.К.2.1.2. с листочкой
    - П.3.А.К.2.1.3. в рамку

П.3.А.К.2.1.4. с застежкой-молнией

П.3.А.К.2.2. накладных

П.3.А.К.2.2.1. с прямым верхним краем

П.3.А.К.2.2.2. с фигурным верхним краем

П.3.А.К.2.2.3. с отворотами

П.3.А.К.2.2.4. с отделочными клапанами

П.3.А.К.3. Для часов (в брюках)

П.3.А.К.3.1. в изделиях с цельновыкроенным поясом

П.3.А.К.3.2. в шве притачивания пояса

П.3.А.К.3.2.1. с клапаном

П.3.А.К.3.2.2. без клапана

П.3.А.Б. платьево-блузочного ассортимента

П.3.А.Б.1. Боковых

П.3.А.Б.1.1. прорезных (на передних частях половин брюк и полотнищ юбки)

П.3.А.Б.1.1.1. с клапаном

П.3.А.Б.1.1.1.1. с одной обтачкой

П.3.А.Б.1.1.1.2. с двумя обтачками

П.3.А.Б.1.1.1.3. с застежкой-молнией

П.3.А.Б.1.1.2. с листочкой

П.3.А.Б.1.1.2.1. с втачными концами

П.3.А.Б.1.1.2.2. с настрочными концами

П.3.А.Б.1.1.3. в простую рамку

П.3.А.Б.1.1.4. в рамку с застежкой молнией

П.3.А.Б.1.1.5. с застежкой-молнией

П.3.А.Б.1.2. накладных

П.3.А.Б.1.2.1. с верхним краем

П.3.А.Б.1.2.1.1. прямым

П.3.А.Б.1.2.1.2. фигурным

П.3.А.Б.1.2.1.3. с отворотами

П.3.А.Б.1.2.1.4. с клапаном / с отделочным

клапаном

- П.3.А.Б.1.2.1.5. с листочкой (*прямолинейной / фигурной*)
- П.3.А.Б.1.2.2. с прорезным входом
  - П.3.А.Б.1.2.2.1. с клапаном
  - П.3.А.Б.1.2.2.2. с листочкой
  - П.3.А.Б.1.2.2.3. в рамку
  - П.3.А.Б.1.2.2.4. с застежкой-молнией
- П.3.А.Б.1.2.3. с входом в наклонном шве
- П.3.А.Б.1.3. в горизонтальных швах
- П.3.А.Б.1.4. в боковых швах
  - П.3.А.Б.1.4.1. с цельновыкроенным припуском
  - П.3.А.Б.1.4.2. с обтачкой
  - П.3.А.Б.1.4.3. с отрезным бочком
    - П.3.А.Б.1.4.3.1. с цельновыкроенным припуском
    - П.3.А.Б.1.4.3.2. с обтачкой
- П.3.А.Б.1.5. съемных (пристегивающихся)
- П.3.А.Б.1.6. отлетных
- П.3.А.Б.1.7. объемных
  - П.3.А.Б.1.7.1. "гармошка"
  - П.3.А.Б.1.7.2. "портфель"
- П.3.А.Б.2. на задних частях половин брюк (полотнищах юбки)
  - П.3.А.Б.2.1. прорезных
    - П.3.А.Б.2.1.1. с клапаном
    - П.3.А.Б.2.1.2. с листочкой
    - П.3.А.Б.2.1.3. в рамку
    - П.3.А.Б.2.1.4. с застежкой-молнией
  - П.3.А.Б.2.2. накладных
    - П.3.А.Б.2.2.1. с верхним краем
      - П.3.А.Б.2.2.1.1. прямым
      - П.3.А.Б.2.2.1.2. фигурным
      - П.3.А.Б.2.2.1.3. с отворотами

П.3.А.Б.2.2.1.4. с клапаном / с отделочным  
клапаном

П.3.А.Б.2.2.1.5. с листочкой (*прямолинейной /  
фигурной*)

П.3.А.Б.2.2.2. с прорезным входом

П.3.А.Б.2.2.2.1. с клапаном

П.3.А.Б.2.2.2.2. с листочкой

П.3.А.Б.2.2.2.3. в рамку

П.3.А.Б.2.2.2.4. с застежкой молнией

П.3.А.Б.2.2.3. с входом в наклонном шве

П.3.А.Б.2.3. объемных

П.3.А.Б.2.3.1. "гармошка"

П.3.А.Б.2.3.2. "портфель"

П.3.А.Б.3. для часов (в брюках)

П.3.А.Б.3.1. в изделиях с цельновыкроенным поясом

П.3.А.Б.3.2. в шве притачивания пояса

П.3.А.Б.3.2.1. с клапаном

П.3.А.Б.3.2.2. без клапана

**П.3.В. в изделиях из трикотажных полотен**

**П.3.Г. в изделиях из натуральной кожи**

**П.3.Д. в изделиях из искусственной кожи**

**П.3.М. в изделиях из натурального меха**

**П.3.И. в изделиях из искусственного меха**

П.4. Обработка застежки

**П.4.А. в изделиях из ткани**

П.4.А.К. пальтово-костюмного ассортимента

П.4.А.К.1. спереди

П.4.А.К.1.1. на петли и пуговицы

П.4.А.К.1.1.1. внутренние срезы гульфика и откоска  
обметаны (*откосок с прокладкой*)

П.4.А.К.1.1.2. внутренний срез гульфика окантован,  
внутренний срез прокладки откоска  
настрочен с закрытым срезом

П.4.А.К.1.1.3. внутренний срез гульфика окантован  
подкладкой банта, подкладка откоска  
выкроена удвоенной ширины

П.4.А.К.1.1.4. обтачка банта цельновыкроенная с  
половинкой брюк, откосок  
цельновыкроенный с половинкой брюк

П.4.А.К.1.1.5. обтачка банта цельновыкроенная с  
половинкой брюк, откосок  
цельновыкроенный с половинкой брюк и  
подкладкой

П.4.А.К.1.2. с застежкой-молнией

П.4.А.К.1.2.1. входящей в шов притачивания откоска  
*(внутренние срезы откоска и обтачки  
банта обметаны /окантованы)*

П.4.А.К.1.2.2. не входящей в шов притачивания откоска  
*(внутренние срезы откоска и обтачки  
банта обметаны /окантованы)*

П.4.А.К.2. в боковых швах

П.4.А.К.2.1. с застежкой-молнией

П.4.А.К.2.1.1. в шве

П.4.А.К.2.1.2. потайной

П.4.А.К.2.1.3. с обтачкой, сложенной вдвое

П.4.А.К.2.2. на крючки и петли

П.4.А.К.2.2.1. припуски обработаны обтачками (срезы  
обтачек застрочены)

П.4.А.К.2.2.2. верхний припуск обработан обтачкой  
(срез обтачки застрочен), нижний -  
окантован



- П.4.А.К.2.2.3. верхний припуск обработан обтачкой, сложенной вдвое, нижний - окантован
- П.4.А.К.2.2.4. верхний припуск цельновыкроенный, нижний - окантован

П.4.А.Б. платьево-блузочного ассортимента

П.4.А.Б.1. спереди

П.4.А.Б.1.1. на петли и пуговицы

П.4.А.Б.1.1.1. внутренние срезы гульфика и откоска обметаны (*откосок с прокладкой*)

П.4.А.Б.1.1.2. внутренний срез гульфика окантован, внутренний срез прокладки откоска настроен с закрытым срезом

П.4.А.Б.1.1.3. внутренний срез гульфика окантован подкладкой банта, подкладка откоска выкроена удвоенной ширины

П.4.А.Б.1.1.4. обтачка банта цельновыкроенная с половинкой брюк, откосок цельновыкроенный с половинкой брюк

П.4.А.Б.1.1.5. обтачка банта цельновыкроенная с половинкой брюк, откосок цельновыкроенный с половинкой брюк и подкладкой

П.4.А.Б.1.2. с застежкой-молнией (*с клеевой кромкой / с льняной кромкой*)

П.4.А.Б.1.2.1. входящей в шов притачивания откоска (*внутренние срезы откоска и обтачки банта обметаны / окантованы*)

П.4.А.Б.1.2.2. не входящей в шов притачивания откоска (*внутренние срезы откоска и обтачки банта обметаны / окантованы*)

П.4.А.Б.2. в боковых швах

П.4.А.Б.2.1. с застежкой-молнией

П.4.А.Б.2.1.1. в шве

П.4.А.Б.2.1.2. потайной

П.4.А.Б.2.1.3. с обтачкой, сложенной вдвое

П.4.А.Б.2.2. на крючки и петли

П.4.А.Б.2.2.1. припуски обработаны обтачками (срезы обтачек застрочены)

П.4.А.Б.2.2.2. верхний припуск обработан обтачкой (срез обтачки застрочен), нижний - окантован

П.4.А.Б.2.2.3. верхний припуск обработан обтачкой, сложенной вдвое, нижний - окантован

П.4.А.Б.2.2.4. верхний припуск цельновыкроенный, нижний - окантован

**П.4.В. в изделиях из трикотажных полотен**

**П.4.Г. в изделиях из натуральной кожи**

**П.4.Д. в изделиях из искусственной кожи**

**П.4.М. в изделиях из натурального меха**

**П.4.И. в изделиях из искусственного меха**

П.5. Обработка среднего среза брюк

**П.5.А. в изделиях из ткани**

П.5.А.К. пальтово-костюмного ассортимента

П.5.А.К.1. на участке соединения задних частей половин брюк

П.5.А.К.2. на участке пояса

П.5.А.Б. платьево-блузочного ассортимента

П.5.А.Б.1. на участке соединения задних частей половин брюк

П.5.А.Б.2. на участке пояса

**П.5.В. в изделиях из трикотажных полотен**

**П.5.Г. в изделиях из натуральной кожи**

**П.5.Д. в изделиях из искусственной кожи**

**П.5.М. в изделиях из натурального меха**

**П.5.И. в изделиях из искусственного меха**

## II.6. Обработка верхнего среза

### **II.6.A. в изделиях из ткани**

#### II.6.A.K. пальтово-костюмного ассортимента

II.6.A.K.1. корсажной тесьмой

II.6.A.K.2. притачным поясом

II.6.A.K.2.1. со специальной тесьмой

II.6.A.K.2.2. с подкладкой и прокладкой

II.6.A.K.2.3. цельновыкроенного с подкладкой пояса

II.6.A.K.2.4. с эластичной тесьмой

II.6.A.K.3. отложным поясом

II.6.A.K.4. без пояса

#### II.6.A.B. платьево-блузочного ассортимента

II.6.A.B.1. корсажной тесьмой

II.6.A.B.2. притачным поясом

II.6.A.B.2.1. со специальной тесьмой

II.6.A.B.2.2. с подкладкой и прокладкой

II.6.A.B.2.3. цельновыкроенного с подкладкой пояса

II.6.A.B.2.4. с эластичной тесьмой

II.6.A.B.3. отложным поясом

II.6.A.B.4. без пояса

### **II.6.B. в изделиях из трикотажных полотен**

### **II.6.G. в изделиях из натуральной кожи**

### **II.6.D. в изделиях из искусственной кожи**

### **II.6.M. в изделиях из натурального меха**

### **II.6.I. в изделиях из искусственного меха**

## II.7. Обработка нижнего среза

### **II.7.A. в изделиях из ткани**

#### II.7.A.K. пальтово-костюмного ассортимента

II.7.A.K.1. швами вподгибку

II.7.A.K.1.1. с открытым срезом

II.7.A.K.1.2. с закрытым срезом

II.7.A.K.1.3. с обметанным срезом

П.7.А.К.1.4. с окантованным срезом

П.7.А.К.2. окантовочными швами

П.7.А.К.3. кружевом или тесьмой

П.7.А.К.4. с манжетами

П.7.А.Б. платьево-блузочного ассортимента

П.7.А.Б.1. швами вподгибку

П.7.А.Б.1.1. с открытым срезом

П.7.А.Б.1.2. с закрытым срезом ( так же "московским швом")

П.7.А.Б.1.3. с обметанным срезом

П.7.А.Б.1.4. с окантованным срезом

П.7.А.Б.2. окантовочными швами

П.7.А.Б.3. кружевом или тесьмой

П.7.А.Б.4. с манжетами

П.7.А.Б.5. с кулисой

**П.7.В. в изделиях из трикотажных полотен**

**П.7.Г. в изделиях из натуральной кожи**

**П.7.Д. в изделиях из искусственной кожи**

**П.7.М. в изделиях из натурального меха**

**П.7.И. в изделиях из искусственного меха**

## Приложение Б

(обязательное)

### Тезаурус основным понятиям и терминам

*Бейка* – деталь швейного изделия для его декоративного оформления в виде одинарной или сложенной вдвое полосы материала, втачиваемая между деталями или настрачиваемая на них [67].

*Верхний срез стойки* – край участка детали воротника расположенный по верхнему контуру стойки.

*Виды закрепления* – варианты соединения припусков одной детали с припуском другой детали.

*Внутренний срез* – срез, обращенный в сторону основной детали.

*Волан* – деталь швейного изделия для его декоративного оформления в виде широкой полосы материала, соединённой с изделием по краю одной продольной стороны, конструкция которой обеспечивает образование волнообразного края [67].

*Воротник* – деталь или узел швейного изделия для обработки и оформления выреза горловины [67].

*Вспушивание* – закрепление и отделка обтачного и выметанного края детали потайными петлеобразными стежками постоянного назначения с расположением внутри скрепляющих материалов [68].

*Горловина* – технологический узел швейного изделия, расположенный около линии сочленения туловища и шеи.

*Горловина переда* – часть горловины от плечевых срезов до середины переда или до линии перегиба лацкана.

*Горловина спинки* – часть горловины от плечевых срезов до середины спинки.

*Деталь* – часть швейного изделия, цельная или составная [67].

*Дополнительная деталь* – часть швейного изделия, применяемая в качестве отделки, обработки или усиления краевых срезов.

*Закрепление припусков швов* – соединение припусков деталей машинным швом или стежками постоянного назначения, или при помощи клеевых материалов (клеевая паутинка, клеевая пленка, клеевая нить и термоклеевые кромочные материалы).

*Изнаночная сторона* – внутренняя, обратная сторона (ткани, одежды), противоположная лицевой [69].

*Кант* – отделочная деталь из узкой полоски материала, закрепляемая в стачном или обтачном шве.

*Клеевая нить* – монопнить или комплексная нить, которая имеет толщину 0,3-0,5 мм, вырабатывается из расплава полиамида методом продавливания его через фильеру с отверстиями определенного размера, затем вытягивается [70].

*Клеевая паутинка* – очень тонкий легкий нетканый материал из хаотично расположенных полиамидных нитей, склеенных между собой в момент формирования волокнистого холста [70].

*Клеевая пленка* – клеи образующие клеевую пленку в результате затвердевания при охлаждении, отверждения или вулканизации.

*Клеевое закрепление среза детали швейного изделия* – проклеивание среза детали для предохранения его от осыпания.

*Клеевое соединение деталей* – соединение деталей и их частей или слоев материала с помощью термоклеевых материалов (нитки, паутинка, сетка, пленки).

*Контур* – внешнее очертание или графическое изображение очертаний предмета [71].

*Край* – предельная линия, ограничивающая поверхность плоского предмета или протяжённость чего-либо; прилегающая к ней часть этой поверхности [71].

*Лицевая сторона* – передняя сторона одежды, обращённая наружу, в противоположность изнанке [72].

*Манжета* - деталь или совокупность деталей, предназначенных для формирования нижнего края рукава или брюк.

*Материал* – сырье из чего изготавливается, швейное изделие [73].

*Настрачивание* – прокладывание отделочной строчки при наложении края одной детали на другую для их соединения; для закрепления припусков шва, складки, направленных в одну сторону. Например, настрачивание накладных карманов, кокеток, плечевых швов и т. д.

*Необработанный* – технологический узел швейного изделия без припуска на обработку или край участка детали не подвергшийся обработке.

*Нижний срез стойки* – край участка детали воротника расположенный по нижнему контуру воротника.

*Ниточное соединение деталей* – соединение деталей и их частей машинными или ручными стежками с помощью швейных ниток.

*Обметывание* – ниточное закрепление среза детали или прорези для предохранения от осыпания на специальных машинах. Например, обметывание боковых, плечевых срезов, срезов рукавов, обметывание петель и т. д.

*Оборка* – деталь швейного изделия в виде полосы материала, собранной с одной стороны в сборку или складку и соединённой собранным краем с изделием для его декоративного оформления [67].

*Обтачивание* – ниточное соединение двух деталей, с последующим их вывертыванием и размещением шва внутри. Например, обтачивание клапанов, воротника, бортов и т.д.

*Обтачка* – деталь швейного изделия для обработки срезов или застёжки и повторяющая по форме конфигурацию обрабатываемого участка. [67].

*Окантовывание* – обработка среза детали полоской материала, тесьмой для отделки или предохранения срезов от осыпания. Например, окантовывание краев клапанов, воротника, накладных карманов и т.д.

*Окантовочная лента с заутюженными краями* – ткань, нарезанная под углом 45 градусов с заутюженными краями для окантовки срезов деталей.

*Основной материал* – сырье для выкраивания основных деталей, образующих единую поверхность внешней формы одежды.

*Основные детали* – детали, образующие единую поверхность внешней формы одежды для покрытия различных частей тела (спинка и ее части, перед и ее части, рукав и ее части, нижний воротник, передняя и задняя части брюк (юбок)) [74].

*Отделочная деталь* – часть швейного изделия, выполняющая эстетическую и утилитарную функцию и служит для декорирования и создания единого художественного образа [74].

*Отделочная строчка* – последовательный ряд стежков, предназначенный для закрепления припусков и для декорирования швейного изделия. Может быть прямолинейная или фигурная.

*Отделочные материалы* – материалы и изделия, предназначенные для украшения или отделки предметов одежды. К отделочным текстильным материалам относятся кружева (край, прошва, мотив) и кружевные изделия (воротники, пелерины, манжеты и др.), ленты, тесьма, эмблемы, бахрома, кисти, крученые изделия (шнуры, нитки вышивальные и вязальные, мулине), а также ткани, трикотажные изделия, шитьё, гипюры, натуральные и искусственный мех, кожа [70]

*Перед* – передняя деталь швейного изделия цельновыкроенная или состоящая из частей [67].

*Подборт* – деталь швейного изделия для обработки краёв разреза переда [67].

*Подкладка* – деталь или узел швейного изделия для оформления его с изнаночной стороны [67].

*Подкладочный материал* – сырьё для оформления швейного изделия с изнаночной стороны.

*Подогнутый* – подгибание припуска на обработку по намеченной линии.

*Подшивание* – прикрепление подогнутых краев одной детали к другой или к той же детали стежками постоянного назначения [68].

*Полоска из основного материала* – ткань, нарезанная по основе или утку или под углом 45 градусов из основного материала для окантовки срезов деталей.



*Полоска из подкладочного материала* – ткань, нарезанная по основе или утку или под углом 45 градусов из подкладочного материала для окантовки срезов деталей.

*Припуск шва* – прибавка к срезам деталей для предохранения шва от разрушения.

*Притачивание* — ниточное соединение мелких деталей с крупными. Например, притачивание надставок к подбортам, манжет к рукавам и т. д.

*Прокладка* – деталь или узел швейного изделия для придания устойчивости формы или теплозащитных свойств, расположенные между верхним и нижним слоями *материалов*.

*Раскеп* – участок детали отложного воротника от точки, где соединяется воротник и лацкан, до линии перегиба лацкана.

*Спинка* – задняя деталь швейного изделия цельновыкроенная или состоящая из частей [67].

*Срез горловины переда* – контур горловины переда.

*Срез горловины спинки* – контур горловины спинки.

*Срез раскепа* – контур участка раскепа.

*Срезы* – контуры, образующие очертание детали, выкроенной или вырезанной из ткани, бумаги и других материалов, от угла до угла или до контрольного знака [74].

*Стабилизация* – фронтальное или зональное (линейное) соединение по поверхности деталей одежды с термоклеевыми прокладками для сохранения их формы и придания им повышенной упругости.

*Стачивание* – ниточное соединение двух и более деталей по совмещенным краям на стачивающей машине. Например, стачивание боковых, плечевых срезов, срезов рукавов и т. д.

*Стойка* – отрезная часть воротника в виде отдельной детали или часть детали воротника, которая прикрывает шею (возможно только сзади) [75].

*Строчка* – последовательный ряд стежков.

*Термоклеевой кромочный материал* – узкая полоска шириной от 6 до 14 мм, которую получают при разрезании кромочной ткани на рулоно-резальной машине [70].

*Тесьма* – узкое плетеное или вязаное плоское изделие из хлопчатобумажной, штапельной, вискозной пряжи и текстурированных нитей; используется для отделки, окантовки деталей одежды, а также для завязывания, скрепления чего-либо [70].

*Технологический узел* – часть швейного изделия, состоящая из нескольких деталей [67].

*Усилитель среза детали* – дополнительная деталь, из основного или отделочного материала, предназначенная для предохранения края участка детали от растяжения и (или) отделки соединённая ниточным способом [74].

*Участок* – отдельная часть какой-нибудь поверхности [76].

*Цельнокроеный* – выкроенный вместе с припуском на обработку или с дополнительной деталью.

*Часть* – доля, отдельная единица, на которое подразделяется целое. Доля целого. Предмет как составной элемент какого-нибудь целого, организма, механизма [76].

*Швейное соединение* – соединение двух и более слоев материала посредством одного или нескольких швов.

*Шов* – место скрепления деталей одежды. По способу выполнения бывает ниточным, клеевым и сварным [77].

*Эластичная тесьма* – это плетеная или вязанное плоское изделие небольшой ширины вырабатывается из хлопчатобумажной пряжи, а также из вискозных и ацетатных нитей с применением резиновых нитей или спандекса. Эластичная тесьма может быть не только функциональной, но и декоративной.