

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 687.1.021

А.В. Подшивалова, Л.А. Королева, О.В. Панюшкина,
Д.А. Бушко, С.С. Пашин

ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ

Авторы	_____	А.В.Подшивалова
	_____	Л.А.Королева
	_____	О.В. Панюшкина
	_____	Д.А. Бушко
	_____	С.С. Пашин

ВЛАДИВОСТОК 2013

Содержание

	Введение	3
1	Разработка концепции организации интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды с учетом принципов интеллектуализации	7
1.1	Формирование принципов интеграции интеллектуальной системы автоматизированного проектирования одежды	7
1.1.1	Разработка концептуальной модели интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды	7
1.1.2	Разработка математической модели интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды	20
1.2	Разработка математической модели процесса функционирования подсистемы «Конфекционер»	23
2	Разработка информационного обеспечения экспертной системы «Материаловед»	27
2.1	Определение стратегии создания экспертной системы «Материаловед»	27
2.2	Структуризация и формализация знаний предметной области «Материаловедение швейного производства» на основе онтологического подхода	30
2.2.1	Разработка структуры элементов онтологии	30
2.2.2	Выявление характеристик элементов онтологии и описание их значений	40
2.3	Исследование влияния свойств материалов на принятие решений в автоматизированном процессе проектирования одежды	45
2.4	Модификация автоматизированного процесса проектирования одежды с позиции учета свойств материалов	61
3	Разработка прототипа интеллектуальной информационной системы Конфекционер	66
3.1	Разработка алгоритма функционирования подсистемы «Конфекционер»	66
3.2	Автоматизация процесса конфекционирования материалов для проектируемого изделия	70
3.3	Реализация автоматизированного способа учета свойств материалов на этапах проектирования одежды	84
	Заключение	88
	Список использованной литературы	90
	Приложения А-Ж	96

Введение

Актуальными концепциями развития систем автоматизированного проектирования (САПР) промышленности являются интеграция и интеллектуализация, степень реализации которых определяет качество и эффективность процесса проектирования. Очевидна целесообразность заимствования инновационных решений, эффективно используемых в САПР других отраслей промышленности, для развития автоматизированного процесса проектирования одежды. Так, интеграция САПР одежды (САПРО) позволит объединить конструкторскую и технологическую подготовку производства, а интеллектуализация – повысить степень автоматизации САПР, обеспечив поддержку принятия объективных и качественных решений и генерацию там, где это возможно, проектов изделий в целом или их узлов. Таким образом, интеллектуализация САПР позволит снизить влияние субъективного фактора при принятии проектных решений.

Известно, что существующие САПР одежды не отвечают понятию «интеграция» в полном объеме, а интеллектуализация особенно значима в условиях неограниченного объема накопленных разнородных данных и инженерных знаний специалистов отрасли.

В работах авторов Курбатова Е.В., Рахматуллина А.М., Бондаревой М.В., Субботиной Е.В., Смирновой О.Н., Струневич Е.Ю. и др. [1-9] решаются задачи по созданию и наполнению специализированной информацией баз данных и баз знаний, относящихся к предметным областям конструирования и технологии изготовления одежды. Перечисленными авторами предлагаются решения единого способа структурирования информации и создания интегрированной информационной среды проектирования. В современных САПР одежды автоматизированы технологии учета некоторых свойств материалов, которые ограничиваются этапами эскизирования, построения конструкции, раскладки лекал, визуализации 3D модели изделия.

Наряду с этим, одним из главных факторов, определяющих соответствие изделий предъявляемым требованиям, является учет свойств материалов в процессе проектирования. В настоящее время, этот вопрос эффективно решается в таких наукоемких отраслях промышленности, как машино- и приборостроение, где разработан и успешно функционирует ряд программных продуктов, базирующихся на знаниях о материалах и их свойствах в рамках выполняемых задач.

Остаются без внимания вопросы, связанные с автоматизацией и интеллектуализацией этапа выбора пакета материалов для проектируемого изделия в рамках интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды (ИСАПРО), комплексным учетом свойств материалов на этапах проектирования.

Изучение свойств материалов и влияние их на этапы проектирования нашли отражение в ряде исследовательских работ авторов Бузова Б.А., Кобляковой Е.Б., Андреевой Е.Г., Кузьмичева В.Е., Смирновой Н.А., Железнякова А.С., Кирсановой Е.А., Старковой Г.П., Гореловой А.Е., Осипенко Л.А., Золотцевой Л.В., Шеромовой И.А., Ландовского В.В., Щербаковой Н.И. и др. [10-18]. Однако, данные исследования касаются либо конкретных видов материалов и изделий, либо отдельных этапов проектирования, либо не адаптированы для целей автоматизированного проектирования одежды.

В настоящей работе предлагается расширить общепринятую структуру САПР одежды за счет создания концептуально новой подсистемы для решения задач конфекционирования. В современных условиях активного развития информационных и интеллектуальных технологий целесообразна организация работы новой структурной единицы САПРО с использованием экспертной системы и онтологического подхода. Последний заключается в разработке онтологии предметной области (ПО) «Материаловедение швейного производства», тем самым реализуется формализованное представление знаний, и, в итоге, создание базы знаний исследуемой ПО.

Таким образом, решение сформулированных проблем и получение качественных проектных решений с минимальными затратами возможно посредством преобразования САПР одежды на основе интеграционных своевременность выбранного для научной работы направления исследований.

Целью исследования является повышение эффективности выбора проектных решений на стадиях автоматизированного процесса проектирования одежды посредством разработки и внедрения интеллектуальной информационной системы «Конфекционер» (ИИС «Конфекционер»). Под ИИС «Конфекционер» в данной работе понимается подсистема «Конфекционер», реализованная в комплексе с экспертной системой (ЭС) «Материаловед».

Для достижения поставленной в работе цели решены следующие задачи:

- сформулирован концептуальный подход к организации интегрированной САПР одежды с учетом принципов интеллектуализации. Разработано информационно-алгоритмическое обеспечение концептуально новой в составе ИСАПРО подсистемы «Конфекционер»;
- предложены математические модели интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды и процесса функционирования подсистемы «Конфекционер» в рамках ИСАПРО;
- разработано информационное обеспечение для реализации ЭС «Материаловед» с использованием онтологического подхода;
- выполнена модификация автоматизированного процесса проектирования одежды с учетом свойств материалов;
- создано программное обеспечение для реализации исследовательского прототипа Интеллектуальной информационной системы «Конфекционер» в рамках ИСАПРО.

При выполнении работы использовались: системный подход, методы математического моделирования и системного анализа, метод экспертных

оценок, теория алгоритмизации и программирования, методы построения структур баз знаний и баз данных экспертных систем, методы интеграции различных систем.

Экспериментальные исследования свойств материалов проводились в лабораторных условиях с использованием стандартных методов. В работе использованы программные продукты Windows XP (Word, Excel), прикладные графические программы (CoralDraw, Autocad), редактор онтологий Protégé.

1 Разработка концепции организации интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды с учетом принципов интеллектуализации

Выявленные пути решения поставленных в работе задач определяют необходимость формулирования новой концепции организации системы автоматизированного проектирования одежды с позиций интеграции, интеллектуализации и перспектив развития. Таким образом, в рамках предлагаемой концепции целесообразным видится введение определения «интегрированная система автоматизированного проектирования одежды (ИСАПРО)».

Ограниченность возможностей экспериментального исследования больших систем делает актуальным использование методик их моделирования, которые позволяют в соответствующей форме представить процессы функционирования систем, описание протекания этих процессов с помощью математических моделей, получение результатов экспериментов с моделями по оценке характеристики исследуемых объектов [19]. С целью выявления и описания структурного состава и организации сложной системы ИСАПРО необходимо разработать соответствующие математическую и концептуальную модели.

1.1 Формирование принципов интеграции интеллектуальной системы автоматизированного проектирования одежды

1.1.1 Разработка концептуальной модели интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды

Разработана концептуальная модель ИСАПРО. Представленная в графическом виде данная модель наглядно отражает состояние САПР одежды в рамках предлагаемой концепции, перспективных направлений развития и используемых технологий (рис. 1). Модель представляет собой круговую схему, развивающуюся по спирали. Так в направлении от центра последовательно представлены: уровень 2D (или плоскостного) проектирования и, как следующая ступень развития, уровень 3D (или

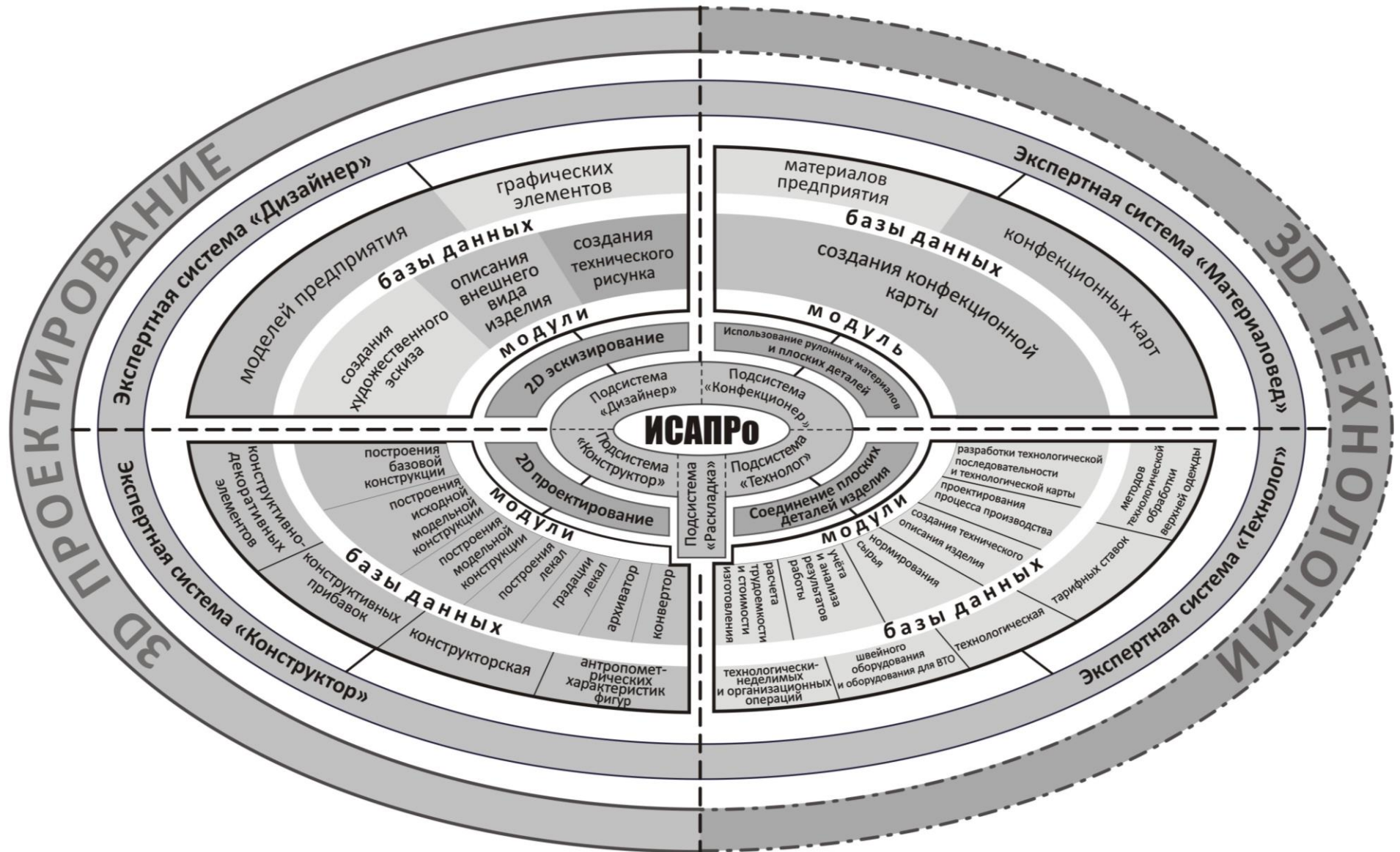


Рисунок 1 – Концептуальная модель ИСАПРО с учетом технологий интеллектуализации

объемного) проектирования, реализованный на сегодняшний день частично – на этапах эскизирования и конструирования. Повышение уровня автоматизации процессов проектирования и их интеллектуализации обеспечивается введением в состав ИСАПРО экспертных систем (ЭС), расположение которых в схеме отражает условный переход от 2D к 3D проектированию. Уровень 3D технологий относится к перспективным направлениям развития ИСАПРО, использование которых позволит уйти от традиционного способа получения швейных изделий из соединенных между собой плоских деталей и создавать готовые объемные изделия непосредственно из компонентов соответствующего сырья.

В основу модели заложены выявленные в результате проведенного анализа действующих САПРО составляющие их подсистемы и обобщенный модульный состав [20-29]. На основе полученных данных и предложений автора разработаны состав и структура ИСАПРО. Ядром модели является интегрированная система автоматизированного проектирования, состоящая из подсистем: «Дизайнер», «Конструктор», «Раскладка», «Технолог» и концептуально новая подсистема «Конфекционер». Дальнейшая декомпозиция представленных подсистем отражает их составные части: модули (где производятся те или иные программные процедуры) и базы данных, используемые для реализации этих процедур, либо являющиеся их результатом. Основным положением, используемым при формировании концептуальной модели ИСАПРО, является то, что исходной информацией процесса проектирования нового изделия может служить его графическое представление (художественный эскиз и/или технический рисунок) с описанием внешнего вида или материал верха, имеющийся на предприятии. Следовательно, первичными в составе ИСАПРО следует считать подсистемы «Дизайнер» и «Конфекционер». На сегодняшний день, несмотря на активное развитие 3D технологий, практическое применение САПР на предприятиях швейной отрасли в большинстве случаев реализовано «традиционным» – плоскостным – проектированием. Поэтому основное внимание при

описании концептуальной схемы организации ИСАПРО уделено этапу 2D проектирования и его составляющих.

Синхронизация процессов проектирования в рамках предлагаемой концепции ИСАПРО реализуется через интеграционные взаимосвязи между подсистемами и их составными частями (модулями и базами данных) (рис. 2).

В рамках этапа 2D эскизирования подсистема «Дизайнер» представлена модулями: создание художественного эскиза, создание технического рисунка, описание внешнего вида изделия. В информационное поле этих модулей входят БД графических элементов и БД моделей предприятия. Художественный эскиз разрабатывается дизайнером и представляет собой синтез информативных символов: логических (модной осанки в динамике или статике), математических и структурных (пропорций фигуры и изделия), между которыми в дизайне одежды установлена объективная зависимость. Технический рисунок изделия может разрабатываться методом комбинаторного синтеза. БД графических элементов [24] представляет собой поассортиментную базу данных элементов эскиза, комбинируя которые, дизайнер формирует технический рисунок проектируемого изделия. В состав базы данных входят различные варианты конструкций деталей переда и спинки или их составляющих, рукава, воротников, карманов и прочих элементов, которые можно редактировать и дополнять в зависимости от ассортимента конкретного предприятия. Каждый элемент конструкции сопровождается описанием, что является помощью при описании внешнего вида модели. Вместе с созданным описанием внешнего вида изделия, результаты работы дизайнера заносятся в БД моделей предприятия. Возможно использование занесенных в БД моделей предприятия художественных эскизов и технических рисунков для редактирования и использования результатов предыдущих работ с целью ускорения процесса проектирования.

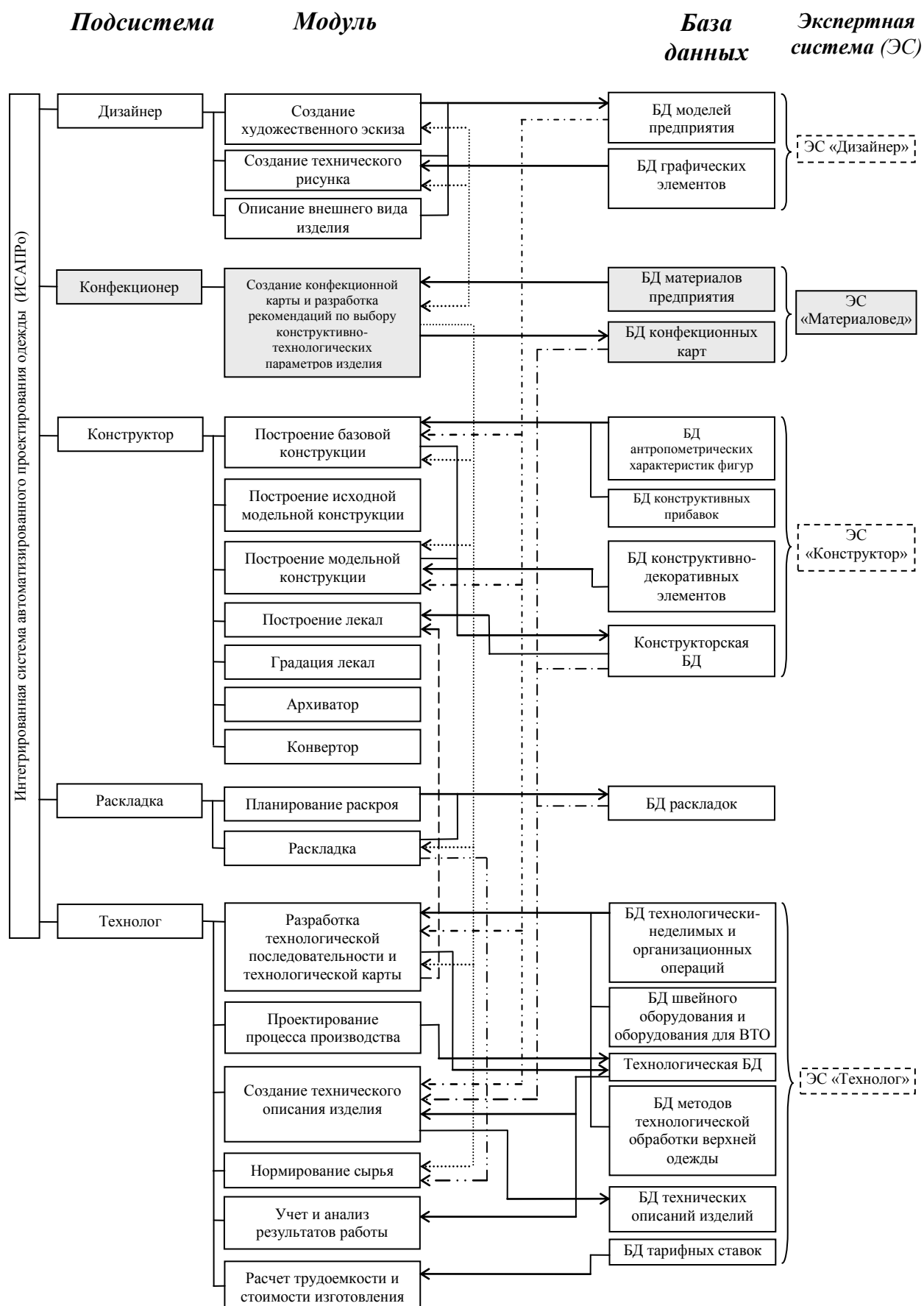


Рисунок 2 – Структурная схема интеграционных взаимосвязей элементов ИСАПРО

В задачи подсистемы «Конфекционер» входит подбор пакета материалов для проектируемого изделия, составление конфекционной карты, а также разработка рекомендаций по выбору конструктивно-технологических параметров изделия. Этап выбора материалов для изделия осуществляется с учетом интегрированных связей обмена информацией подсистемы «Материаловед» с подсистемами «Дизайнер», «Конструктор» и «Технолог». Уровень 2D проектирования, по отношению к подсистеме «Конфекционер», характеризуется использованием рулонных материалов и плоских деталей. На настоящем этапе развития представляемой концепции работа подсистемы «Конфекционер» реализуется одним модулем – создание конфекционной карты и разработка рекомендаций по выбору конструктивно-технологических параметров изделия. В информационное поле данного модуля входят: БД материалов предприятия и БД конфекционных карт. При этом первая используется для процесса конфекционирования, а вторая является его результатом.

В условиях 2D проектирования реализация работы подсистемы «Конструктор» производится через модули: построение базовой конструкции, построение модельной конструкции, построение лекал, градация лекал, архиватор, конвертор. В информационное поле подсистемы «Конструктор» входят БД антропометрических характеристик фигур, БД конструктивных прибавок, БД конструктивно-декоративных элементов и вновь вводимая конструкторская БД [30]. БД антропометрических характеристик фигур включает в себя размерные признаки типовых фигур (для использования при плоскостном проектировании) и параметры фигуры и припуски (для использования при объемном проектировании). БД конструктивных прибавок, помимо величин прибавок, содержит распределение прибавок по основным конструктивным участкам. Базы данных конструктивных прибавок и антропометрических характеристик фигур используются модулем построения базовой конструкции. Модуль построения модельной

конструкции использует БД конструктивно-декоративных элементов. Созданные базовые и модельные конструкции, а также готовые конструкторские решения заносятся в конструкторскую БД, которая используется модулем построения лекал. В этом модуле при помощи графических операций осуществляется создание и видоизменение основных, производных и вспомогательных лекал; производится построение швов и припусков заданного размера, оформление углов швов, задание стандартных и направленных надсечек [26], составление табеля мер. Размножение лекал (модуль градации лекал) осуществляется методом параметрического перестроения – в модуле автоматически синтезируется конструкция для любого типоразмера с помощью тех же алгоритмов, которые используются для создания конструкции базового размероста. Данный подход имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным методом механической градации по нормам: высокая точность лекал, отсутствие необходимости проверки сопряженности срезов, снижение трудоемкости, адекватность качества конструкции любого типоразмера качеству конструкции базового размероста. автоматическое изменение всех производных лекал при внесении изменений в конструкцию, возможность автоматического построения лекал для другого вида ткани или с другими конструктивными прибавками, отсутствие необходимости оцифровки вручную созданных лекал и ввода правил градации [26, 22, 25, 23]. Модуль Архиватор обеспечивает ввод готовых (бумажных, картонных) лекал одежды с помощью дигитайзера, и возможность дальнейшего их распознавания и использования в оцифрованном виде. Модуль Конвертор предназначен для произведения обмена данными по моделям одежды и раскладкам лекал между описываемой ИСАПРО и другими САПР одежды.

Функционирование подсистемы «Раскладка» возможно только в рамках уровня 2D проектирования, поскольку она предназначена для работы с плоскими лекалами и рулонными материалами. В состав

подсистемы входят модули планирования раскроя и раскладки. В первом модуле происходит формирование набора раскладок для выполнения производственного заказа. Для расчета задаются планируемый выпуск по каждому из размеров изделия, желаемая длина настила, максимальное число слоев материала в настиле, параметры раскладки. На основании этих данных программа автоматически формирует набор раскладок, обеспечивающий выпуск производственного заказа. Если изделие изготавливается из нескольких видов материала, могут быть сформированы раскладки для каждого из необходимых для производства материалов. Возможна запись раскладок в очередь программы автоматической раскладки [21, 26, 22, 29]. Модуль раскладки реализует выполнение раскладки лекал в ручном, автоматическом и комбинированном (полуавтоматическом) режимах. Комбинированная раскладка позволяет пользователю разложить часть комплекта лекал в автоматическом режиме. Система показывает границу материала для заданного нормативного процента отходов, а также подсчитывает процент межлекальных выпадов и длину выполненной раскладки. Модуль раскладки является многораскладочным, то есть позволяет разложить лекала одного или нескольких изделий на материалы различного типа (детали верха, деталей прокладок, деталей подкладки и т.д.); разложить один и тот же комплект деталей на материалы различной ширины, для получения наиболее рациональной раскладки [24]. Модуль позволяет задавать следующие основные параметры раскладки: ширину материала, вид настиления (в разворот, в сгиб, трубкой), нормативный процент межлекальных выпадов, межлекальный зазор, ширину кромки, отступы и секции на материале, направление ворса, вид и направление рисунка, величину раппорта, величину усадки материала. Результаты работы двух модулей подсистемы «Раскладка» хранятся в БД раскладок.

Подсистема «Технолог» в рамках уровня 2D проектирования характеризуется получением объемных швейных изделий путем

соединения плоских деталей различными способами. Подсистема включает в себя следующие модули: разработки технологической последовательности и технологической карты, проектирования процесса производства, создания технического описания изделия, нормирования сырья, учета и анализа результатов работы, расчета трудоемкости и стоимости изготовления. В состав информационного поля подсистемы входят базы данных: технологически-неделимых и организационных операций, швейного оборудования и оборудования для влажно-тепловой обработки, технологическая, тарифных ставок, технических описаний изделий. Помимо стандартных баз данных, в подсистему «Технолог» вводится новая Универсальная база данных методов технологической обработки верхней одежды – УБД МТОВО [31]. В разработанной на кафедре Сервиса и моды УБД МТОВО представлены структурированные методы технологической обработки узлов изделий различного ассортимента, из разных видов материалов, плечевой и поясной групп. Структурной единицей УБД является графический объект (схема метода технологической обработки) и соответствующая технологическая последовательность.

Для функционирования модуля разработки технологической последовательности и технологической карты необходима информация из БД технологически-неделимых и организационных операций, БД швейного оборудования и оборудования для ВТО, БД методов технологической обработки верхней одежды. Модуль проектирования процесса производства выполняет следующие функции [32]:

- составление технологической схемы разделения труда. Описание организационных технологических операций, включая контроль и перемещение по всем видам работ, выполняемых на одном технологическом процессе в технологической последовательности с указанием данных о средствах оснащения и трудовых нормативах;

- расчет технико-экономических показателей технологического процесса. Расчет производится для каждой технологической схемы разделения труда;

- составление карты инженерного обеспечения, которая включает перечень неделимых операций, входящих в организационную операцию, технико-экономические показатели, технические условия выполнения операции, требования к качеству изготовления, технологической оснастке;

- выполнение планировки процесса, которая представляет графический документ, содержащий план размещения технологического оборудования в потоке, средства транспортирования с учетом соблюдения правил производственной санитарии, техники безопасности и нормативно-технических параметров;

- составление сводки оборудования, куда входит перечень основного и резервного оборудования, необходимого для выполнения проектируемого технологического процесса. Сводка оборудования составляется на основании утвержденной технологической схемы разделения труда и планировки процесса;

- составление сводки рабочей силы, куда входят расчетные данные о числе рабочих по разрядам и видам работ. Сводка составляется для каждой технологической схемы разделения труда;

- создание схемы сборки изделия и диаграммы согласования времени операций. Схема представляет собой графическое изображение последовательности движения деталей и узлов в технологическом процессе и состав операций, содержащих отклонения времени выполнения организационных операций от расчетного такта технологического процесса;

- разработка маршрутной схемы – графического документа, состоящего из планировки цеха или его участка, с изображением

проектируемого технологического процесса и путей перемещения деталей и узлов изделий, транспортных средств и других вспомогательных служб;

- формирование документации по учету, выработке и контролю качества (ведомости учета выработки), включающей в себя данные о выполненной работе и выполнении требований, предъявляемым к контролируемым параметрам.

Разработанные технологические последовательности и технологические карты, а также результаты работы модуля проектирования процесса производства хранятся в технологической БД с возможным последующим применением в процессе проектирования новых моделей.

Результатом работы следующего модуля является техническое описание проектируемого изделия – сводный поэтапный документ, в котором представлены: технический рисунок изделия; описание внешнего вида; технические требования к изделию; особенности изготовления; спецификация материалов и фурнитуры; спецификация деталей; таблица измерений изделия в лекалах и в готовом виде; порядок приемки, маркировки и упаковки; таблица площадей лекал; нормировочная карта; схема раскладки лекал [20, 32, 33]. Техническое описание составляется всеми подсистемами («Дизайнер», «Конфекционер», «Конструктор», «Раскладка», «Технолог») в процессе уточнения и согласования требований к изделию, особенностей конструкции и технологии изготовления. Поскольку на заключительном этапе формирования ТО заносятся расчетные данные технологического процесса, то в рамках описываемой концепции предлагается отнести модуль составления ТО к подсистеме «Технолог». Исходные данные для составления ТО предоставляются из следующих баз данных: БД моделей предприятия, БД конфекционных карт, конструкторской БД, БД раскладок и технологической БД.

В модуле нормирования сырья производится расчет норм расхода основных и прикладных материалов, в том числе ниток, беек, кружев, эластичной тесьмы, фурнитуры.

Модуль учета и анализа результатов работы позволяет оценить степень загрузки каждого исполнителя за выбранный период времени и рассчитать заработную плату, передать полученные данные в бухгалтерскую систему. Модуль позволяет контролировать соответствие учетного количества выполненных технологических операций объему выпуска изделий [24].

Расчет трудоемкости и стоимости изготовления изделия возможен двумя способами: на основе данных о тарифных ставках или на основе технически обоснованных затрат времени [24]. Технически обоснованные значения затрат времени на технологические операции могут быть внесены в систему как величины, принятые на предприятии на основе опыта работы или хронометражных наблюдений, либо полученные в результате расчетов. Расчеты выполняются в автоматическом режиме по методике поэлементного нормирования после внесения исходных данных о проектируемой технологической операции, выборе нормативных значений и формировании внутренней структуры операции из вспомогательных приемов. Исходные данные о длине, конфигурации срезов, о количестве деталей края извлекаются из проектных данных подсистемы «Конструктор».

Одним из основополагающих в организации рассматриваемой ИСАПРО положений является введение в ее структуру экспертных систем. Модель предусматривает четыре экспертные системы, названия для трех из которых условно приняты в соответствии подсистемами: ЭС «Дизайнер», ЭС «Конструктор» и ЭС «Технолог». Настоящее исследование посвящено разработке подсистемы «Конфекционер» и соответствующей ей, четвертой из заявленных выше, экспертной системы «Материаловед». В то время как разрабатываемая подсистема решает задачи конфекционирования,

экспертная система оперирует комплексными знаниями о материалах и их свойствах, и ее функции не ограничиваются одним этапом проектирования, а распространяются на все этапы. Поэтому решение конкретной задачи определило название подсистемы «Конфекционер», а формализация комплексных знаний предметной области «Материаловедение швейного производства» – название экспертной системы «Материаловед».

Экспертные системы назначаются для всех подсистем ИСАПРО, кроме подсистемы раскладки, так как на современном этапе развития САПРО процесс составления раскладок уже интеллектуализирован. Методы искусственного интеллекта, основанные на знаниях, применяются при решении задач автоматизированной системы управления принятия решений, когда на основании определенного набора критериев (параметров раскладки) из множества альтернатив выбирается наиболее подходящая для достижения поставленных целей. Цели и критерии могут быть как постоянными, так и изменяться в процессе решения задачи.

Использование экспертных систем в процессе проектирования позволит перейти на качественно новый уровень получения объективных и оптимальных проектных решений. А синхронизированное использование знаний экспертных систем на различных этапах проектирования обеспечит дополнительную внутреннюю интеграцию ИСАПРО.

Итогом процесса интегрированного автоматизированного проектирования одежды является комплект проектно-конструкторской документации, представленный техническим эскизом модели с описанием его внешнего вида, конфекционной картой с перечнем всех материалов для изделия, их характеристики и рекомендации по обработке и уходу, спецификацией деталей, комплектом лекал деталей из основного и подкладочного материалов, технологической картой, схемой разделения труда или технологической последовательностью обработки основных

узлов деталей изделия, перечнем необходимого швейного оборудования и оборудования для ВТО, табелем мер, а также раскладкой лекал.

1.1.2 Разработка математической модели интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды

При создании и эксплуатации сложных систем требуется проводить многочисленные исследования и расчеты, связанные с:

- 1) оценкой показателей, характеризующих различные свойства систем;
- 2) выбором оптимальной структуры системы;
- 3) выбором оптимальных значений ее параметров.

Такие исследования возможны лишь при наличии математического описания процесса функционирования системы, то есть ее математической модели. Сложность реальных систем не позволяет строить для них абсолютно адекватные модели. Математическая модель 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 математических моделей в зависимости от поставленной задачи [34].

Используя общий системный подход к описанию модели, разработана математическая модель интегрированной системы автоматизированного процесса проектирования одежды.

По характеру решаемых проблем модели подразделяются на функциональные и структурные. 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 существуют определенные связи.

В соответствии с общим принципом организации системы ядро модели ИСАПРО представляет собой следующую функциональную зависимость [35]:

$$\{B_1, B_2, B_3, C_4, B_5, B_i\} \subseteq A,$$

где A – ИСАПРО, B – интеллектуальные информационные системы (ИИС). При этом, B_1 – ИИС «Дизайнер», B_2 – ИИС «Конфекционер», B_3 – ИИС «Конструктор», C_4 – подсистема «Раскладка», B_5 – ИИС «Технолог», B_i – i -ая ИИС в составе ИСАПРО.

Отметим, что под интеллектуальной информационной системой в данной работе понимается какая-либо подсистема ИСАПРО, реализованная в комплексе с соответствующей ей экспертной системой. Для представления структурного состава каждой из интеллектуальной информационной систем введены следующие символьные обозначения: C – подсистемы ИСАПРО, D – экспертные системы. Тогда:

$$\{C_1 \cup D_1\} \subseteq B_1,$$

где C_1 – подсистема «Дизайнер», D_1 – экспертная система «Дизайнер»;

$$\{C_2 \cup D_2\} \subseteq B_2,$$

где C_2 – подсистема «Конфекционер», D_2 – экспертная система «Материаловед»;

$$\{C_3 \cup D_3\} \subseteq B_3,$$

где C_3 – подсистема «Конструктор», D_3 – экспертная система «Конструктор»;

$$C_4 = \{c_{4,i}, c'_{4,j}\}, \quad i = \overline{1, n_4}, \quad j = \overline{1, n'_4}$$

где C_4 – подсистема «Раскладка»;

$$\{C_5 \cup D_5\} \subseteq B_5,$$

где C_5 – подсистема «Технолог», D_5 – экспертная система «Технолог».

В свою очередь элементный состав каждой из подсистем можно представить как:

$$C_1 = \{c_{1,i}, c'_{1,j}\}, \quad i = \overline{1, 3}, \quad j = \overline{1, 2},$$

где $c_{1,i}$ – модули подсистемы «Дизайнер», $c'_{1,j}$ – базы данных (БД) подсистемы «Дизайнер». При этом, $c_{1,1}$ – модуль Создание художественного эскиза, $c_{1,2}$ – модуль Создание технического рисунка, $c_{1,3}$ – модуль Описание внешнего вида изделия; $c'_{1,1}$ – БД моделей предприятия, $c'_{1,2}$ – БД графических элементов.

$$C_2 = \{c_{2,i}, c'_{2,j}\}, i = \overline{1}, j = \overline{1,2},$$

где $c_{2,i}$ – модули подсистемы «Конфекционер», $c'_{2,j}$ – базы данных подсистемы «Конфекционер». При этом, $c_{2,1}$ – модуль Создание конфекционной карты и разработка рекомендаций по выбору конструктивно-технологических параметров изделия; $c'_{2,1}$ – БД материалов предприятия, $c'_{2,2}$ – БД конфекционных карт.

$$C_3 = \{c_{3,i}, c'_{3,j}\}, i = \overline{1,7}, j = \overline{1,4},$$

где $c_{3,i}$ – модули подсистемы «Конструктор», $c'_{3,j}$ – базы данных подсистемы «Конструктор». При этом, $c_{3,1}$ – модуль Построение базовой конструкции, $c_{3,2}$ – модуль Построение исходной модельной конструкции, $c_{3,3}$ – модуль Построение модельной конструкции, $c_{3,4}$ – модуль Построение лекал, $c_{3,5}$ – модуль Градация лекал, $c_{3,6}$ – модуль Архиватор, $c_{3,7}$ – модуль Конвертор; $c'_{3,1}$ – БД антропометрических характеристик фигур, $c'_{3,2}$ – БД конструктивных прибавок, $c'_{3,3}$ – БД конструктивно-декоративных элементов, $c'_{3,4}$ – Конструкторская база данных.

$$C_4 = \{c_{4,i}, c'_{4,j}\}, i = \overline{1,2}, j = \overline{1},$$

где $c_{4,i}$ – модули подсистемы «Раскладка», $c'_{4,j}$ – базы данных подсистемы «Раскладка». При этом, $c_{4,1}$ – модуль Планирование раскроя, $c_{4,2}$ – модуль «Раскладка»; $c'_{4,1}$ – БД раскладок.

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

где $c_{5,i}$ – модули подсистемы «Технолог», $c'_{5,j}$ – базы данных 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.

Поэтапное моделирование ИСАПРО позволило произвести математическую формализацию системы, представить ее структурные составляющие и математическое выражение соотношений между ними.

1.2 Разработка математической модели процесса функционирования подсистемы «Конфекционер»

Описанная выше концепция организации интегрированной САПР одежды предполагает расширение ее структуры за счет введения подсистемы «Конфекционер». Определены задачи новой подсистемы: составление конфекционной карты для проектируемого изделия или заявки на приобретение необходимых материалов, разработка рекомендаций по автоматизированному учету свойств материалов на этапах проектирования. Эффективность организации работы подсистемы «Конфекционер» обеспечивается созданием экспертной системы «Материаловед», которая, оперируя знаниями предметной области «Материаловедение швейного производства», оказывает поддержку принятия решений на этапе подбора материалов и на этапе выбора конструктивно-технологических параметров изделия. Следовательно, возникает

необходимость в определении принципов работы и организации подсистемы «Конфекционер».

Задачи настоящего исследования определяют направления работы, связанные с моделированием процессов функционирования подсистемы «Конфекционер». К таким направлениям относятся разработка структурно-информационной модели и математическое моделирование процесса функционирования подсистемы «Конфекционер».

На рисунке 3 представлена структурно-информационная модель процесса функционирования подсистемы «Конфекционер», которая отображает формирование и движение информации внутри подсистемы.

Известно, что при формировании пакета материалов для проектируемого изделия исходной информацией может являться либо технический рисунок и описание модели, либо основной материал и его характеристики. В соответствии с этим разработанный алгоритм предполагает два пути решения поставленной в подсистеме задачи.

Согласно теории множеств информационное взаимодействие межоперационных данных и операторов преобразования информации подсистемы «Конфекционер» может быть описано следующим образом [35]:

$$\begin{aligned} \nabla_1(X_1, x_{2,1}) &= X_3, X_1 = \{x_{1,i}\}, i = \overline{1, n_1}, X_3 = \{x_{3,j}\}, j = \overline{1, n_3}; \\ \nabla_2(X_3) &= X_2, X_2 = \{x_{2,i}\}, i = \overline{1, n_2}; \\ \nabla_3(X_1, X_2) &= X_4, X_4 = \{x_{4,i}\}, i = \overline{1, n_4}; \\ \nabla_4(X_4) &= X_5, X_5 = \{x_{5,i}\}, i = \overline{1, n_5}; \\ \nabla_5(X_5) &= X_6, X_6 = \{x_{6,i}\}, i = \overline{1, n_6}; \\ \nabla_6(X_6) &= Y_1, Y_1 = \{y_{1,i}\}, i = \overline{1, n_{y_1}}; \\ \nabla_7(X_2, x_{1,1}) &= X_7, X_7 = \{x_{7,i}\}, i = \overline{1, n_7}; \\ \nabla_8(X_7) &= X_1; \\ \nabla_9(X_7) &= Y_2, Y_2 = \{y_{2,i}\}, i = \overline{1, n_{y_2}}, \end{aligned}$$

где ∇_1 – оператор разработки рекомендаций по выбору модельных особенностей и конструктивно-декоративных элементов изделия; ∇_2 – оператор выбора требуемого изделия из базы данных изделий предприятия; ∇_3 – оператор разработки рекомендаций по выбору конструктивно-технологических параметров изделия; ∇_4 – оператор определения номенклатуры показателей качества прикладных материалов и интервалов их значений; ∇_5 – оператор выбора требуемых прикладных материалов из базы данных материалов предприятия; ∇_6 – оператор разработки конфекционной карты; ∇_7 – оператор определения номенклатуры показателей качества основного материала и интервалов их значений; ∇_8 – оператор выбора требуемого основного материала из базы данных материалов предприятия; ∇_9 – оператор разработки заявки на приобретение необходимых материалов.

При этом, X_1 – основной материал, имеющийся на предприятии; $x_{1,i}$ – характеристики основного материала; $x_{1,1}$ – ассортиментная группа основного материала; X_2 – проектируемое изделие; $x_{2,i}$ – характеристики проектируемого изделия; $x_{2,1}$ – ассортиментная группа проектируемого изделия; X_3 – рекомендации по выбору модельных особенностей и конструктивно-декоративных элементов изделия; X_4 – набор рекомендаций по выбору конструктивно-технологических параметров изделия; X_5 – набор интервалов значений показателей качества прикладных материалов; X_6 – перечень найденных в базе данных предприятия прикладных материалов; X_7 – набор интервалов значений показателей качества основного материала; Y_1 – конфекционная карта;

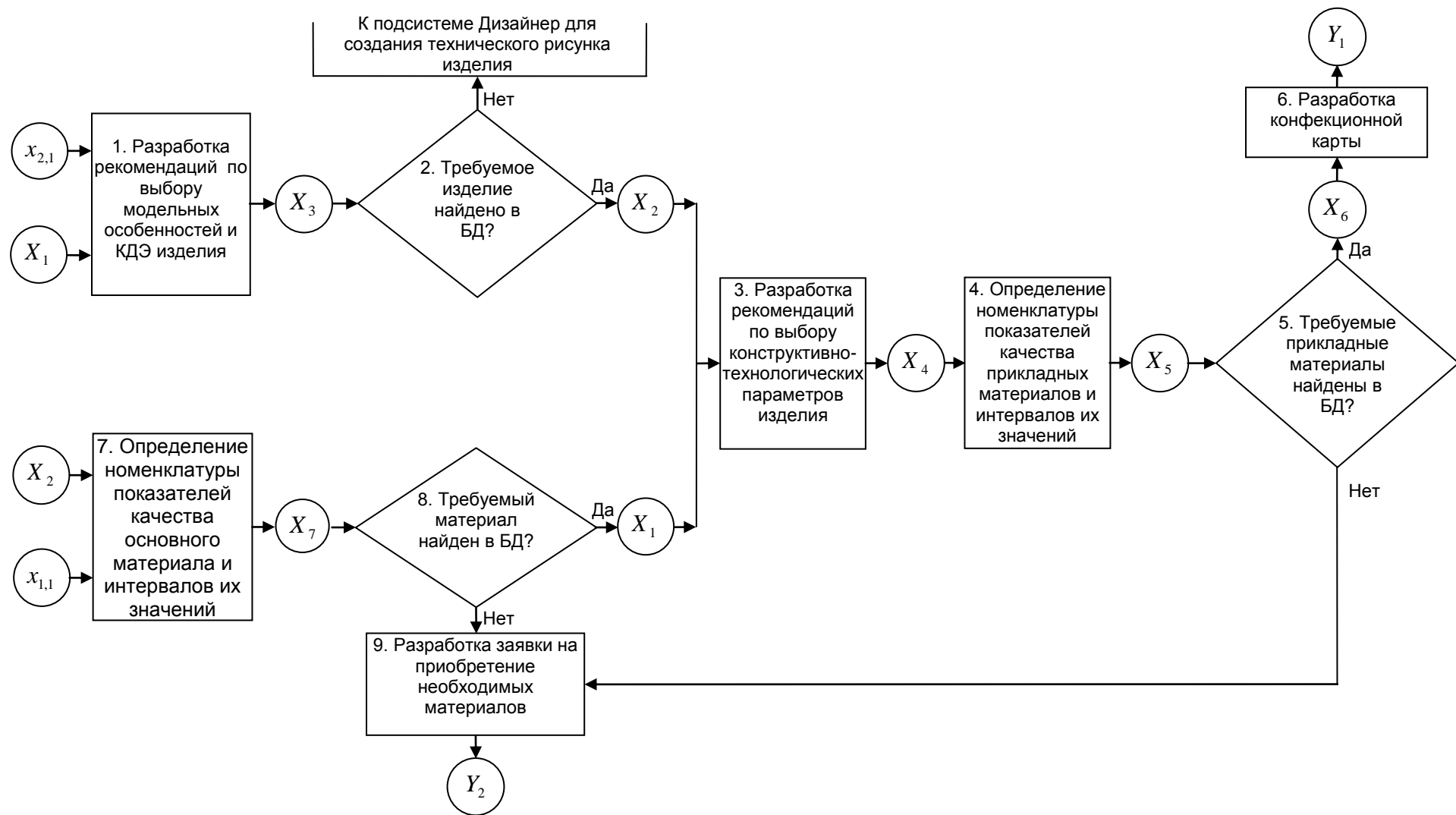


Рисунок 3 – Структурно-информационная модель процесса функционирования подсистемы «Конфекционер»

Y_2 – заявка на приобретение необходимых материалов.

Таким образом, сформулирована и обоснована концепция организации ИСАПРО с позиций введения новой подсистемы «Конфекционер» и использования принципов интеллектуализации; предложена концептуальная модель ИСАПРО с учетом принципов интеллектуализации и интеграции, отражающая состояние системы автоматизированного проектирования одежды в рамках предлагаемой концепции, перспективных направлений развития и используемых технологий; разработана с использованием математического аппарата теории систем математическая модель интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды, которая отражает структуру и основные принципы организации ИСАПРО; сформулированы и обоснованы принципы введения в структуру ИСАПРО экспертных систем в качестве интеллектуальных составляющих, в задачи которых входит поддержка принятия решений на этапах проектирования изделия; разработаны состав и структура подсистемы «Конфекционер», определены ее функциональные задачи; обоснована и разработана на основе метода теории множеств математическая модель процесса функционирования подсистемы «Конфекционер», которая позволяет в последующем детально разработать структуру и содержание информационных объектов баз данных изделий и материалов и сформировать алгоритм процесса конфекционирования в рамках описываемой подсистемы; выявлена и обоснована необходимость введения в состав ИСАПРО и разработки экспертной системы «Материаловед» для обеспечения более высокого уровня автоматизации и интеллектуализации процесса функционирования подсистемы «Конфекционер».

2 Разработка информационного обеспечения экспертной системы «Материаловед»

При решении задач конфекционирования и разработки рекомендаций по выбору конструктивно-технологических параметров проектируемого изделия в подсистеме «Конфекционер» предполагается использование экспертных знаний предметной области «Материаловедение швейного производства». Знания данной предметной области представлены неограниченным объемом разнородной информации и являются трудноформализуемыми, что предопределяет необходимость разработки соответствующей экспертной системы. С этой целью необходимо разработать стратегию создания экспертной системы «Материаловед», произвести структуризацию и формализацию знаний рассматриваемой предметной области на основе онтологического подхода.

2.1 Определение стратегии создания экспертной системы «Материаловед»

Разрабатываемая экспертная система «Материаловед» имеет стандартную общую структуру. В соответствии с последовательностью технологии разработки экспертных систем в рамках настоящего исследования реализуются два первых этапа: выбор проблемы и разработка прототипа.

На первом этапе – выбор проблемы – определена проблемная область, которая включает в себя предметную область «Материаловедение швейного производства» и решаемые в ней задачи: структуризацию и формализацию знаний о материалах и их свойствах, принятие решений на различных этапах проектирования изделия на основе знаний о свойствах материалов.

При определении предварительного подхода к решению проблемы сформулированы задачи для ЭС «Материаловед»:

- 1) Приобретение знаний предметной области «МШП»;

2) Структурированное и формализованное представление знаний об ассортименте материалов для одежды и их свойствах;

3) Поддержка принятия проектных решений на основе знаний предметной области «МШП»;

4) Разъяснение принятого решения.

Следующий этап – разработка прототипа системы – включает в себя идентификацию проблемы, получение знаний, их структурирование и формализацию, реализацию и тестирование прототипа системы.

В рамках стадии идентификации проблемы:

- определены необходимые ресурсы (эксперты/проектировщики, временные и материальные ресурсы, программное обеспечение);

- определены источники знаний (эксперты, нормативные документы, опыт предприятий, исследовательских групп и проектных бюро, специализированная литература и электронные ресурсы);

- сформулирована цель (разработка исследовательского прототипа ИИС «Конфекционер»);

- определены классы решаемых задач (задачи теоретического и практического значения).

Стадия структурирования связана с неформальным описанием знаний в виде графов, таблиц, сетей, диаграмм, текстов, которые отражают основные понятия предметной области и взаимосвязи между ними. На этой стадии определяются терминология, список основных понятий и их атрибутов, отношения между понятиями, структура входной и выходной информации, стратегии принятия решения и ограничения (спецификации) на стратегии.

Центральным компонентом экспертной системы «Материаловед» является база знаний ПО «МШП», которая представляет собой специальным образом организованное хранилище структурированных и формализованных знаний о предметной области. Формализованное представление знаний возможно посредством нескольких основных

моделей. Специфика рассматриваемой ПО предопределила использование фреймовой модели представления знаний, реализовать которую решено посредством онтологического подхода. На этапе формализации, в качестве основы для создания базы знаний проектируемой экспертной системы, разработана онтология ПО «МШП». При создании онтологии использовано универсальное инструментальное средство – программа для создания и редактирования онтологий Protégé [36, 37].

Реализация прототипа экспертной системы предполагает разработку программного комплекса, демонстрирующего жизнеспособность подхода в целом. В рамках данной работы реализуется исследовательский прототип ЭС «Материаловед» в комплексе с подсистемой «Конфекционер», т.е. прототип интеллектуальной информационной системы (ИИС) «Конфекционер», который способствует исследованию направлений дальнейшего совершенствования экспертной системы и пополнения базы знаний, может использоваться для решения реальных задач в ограниченных пределах.

Заключительный этап разработки прототипа ЭС – тестирование – заключается в выявлении ошибок в подходе, реализации прототипа и выработки рекомендаций по доведению системы до промышленного варианта.

Исходя из подходов к созданию машин логического вывода экспертных систем – с прямым логическим выводом, с обратным логическим выводом – в разрабатываемой ЭС «Материаловед», как и в большинстве реально работающих ЭС, используется комбинирование этих подходов.

Исходя из классификации экспертных систем по поколениям (первого и второго), разрабатываемая ЭС относится ко второму поколению, так как в ней:

- используются не поверхностные знания, а более глубинные;
- имеется возможность дополнения предметной области;

- могут решаться задачи динамической базы данных предметной области.

Таким образом, определена поэтапная стратегия создания экспертной системы «Материаловед», приведена ее характеристика в соответствии с классификациями экспертных систем.

2.2 Структуризация и формализация знаний предметной области «Материаловедение швейного производства» на основе онтологического подхода

Как сказано выше, центральным компонентом экспертной системы «Материаловед» является база знаний ПО «МШП», разработка которой возможна с использованием онтологического подхода.

Онтология представляет собой формальное, явное описание понятий предметной области и отношений между ними, а также правила для составления новых понятий и отношений. Очень важным в данном определении является то, что онтология, кроме уже определенных понятий и отношений, содержит также правила для получения новых понятий и отношений. Учитывая, что онтология предназначена для “машинного” чтения, типы понятий и ограничений в онтологии явно определены.

Для управления проектом онтологии представляется целесообразным применение программного комплекса Protege-2000 [36, 37], представляющего собой эффективное средство для создания и поддержки онтологий.

2.2.1 Разработка структуры элементов онтологии

В соответствии с правилами разработки онтологий произведен анализ исследуемой предметной области и выявлены основные ее понятия – классы: текстильные волокна и нити, материалы, показатели качества материалов, методы измерения показателей качества материалов, одежда. Обобщенная структурная схема элементов предметной области «Материаловедение швейного производства» представлена на рисунке 4.

Первое из выделенных понятий включает в себя классификацию

текстильных волокон и нитей, информацию об их строении и получении, характеристиках их свойств. Следующий класс – показатели качества материалов – содержит классификацию групповых и соответствующих им единичных показателей качества материалов, информацию о параметрах, определяющих те или иные характеристики свойств. В содержание понятия «Методы измерения показателей качества материалов» входит классификационное представление стандартных методов измерения единичных показателей качества материалов с описанием проведения работ по определению характеристик свойств материалов и оценке полученных результатов.

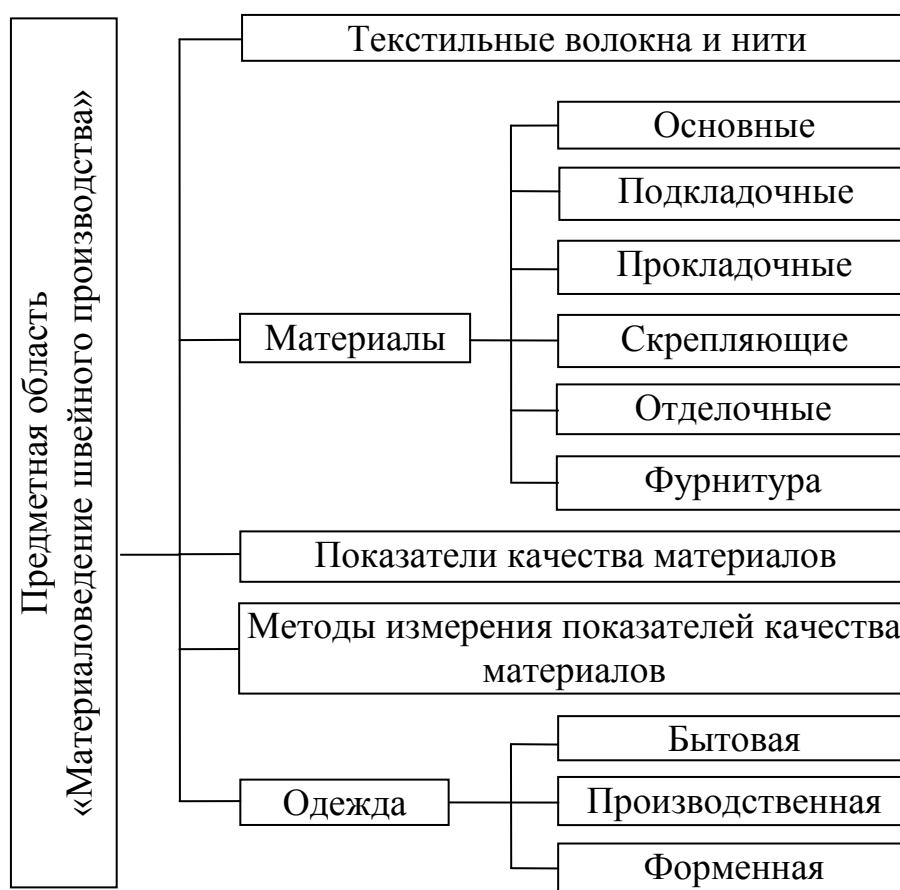


Рисунок 4 – Обобщенная структурная схема элементов предметной области «Материаловедение швейного производства»

В рамках настоящего исследования рассматриваются вопросы влияния и учета свойств материалов при реализации автоматизированного процесса проектирования швейных изделий, в частности, одежды. С позиции поставленных задач необходимо рассмотрение таких классов

исследуемой ПО, как «Материалы» и «Одежда», формирование их классификаций, выявление характеристик, описывающих данные понятия, и моделирование структуры взаимосвязей между самими понятиями и их составляющими.

Широкий ассортимент видов текстильных материалов, применяемых для изготовления одежды, и еще более широкая внутривидовая структура ассортимента повлекли за собой необходимость их упорядочения и построения классификации – с целью получения исчерпывающей информации о конкретных материалах. При изучении и практическом применении ассортимента текстильных материалов используются разные классификации: стандартная, прейскурантная (торговая), учетная, межотраслевая [38].

Единой классификации ассортимента материалов для одежды на сегодняшний день не существует, однако использование каждой из существующих оптимально при решении определенных задач. Так стандартная классификация широко используется в швейной промышленности при проектировании ассортимента одежды, на этапах моделирования, разработки конструкции изделий, конфекционирования материалов. Прейскурантная классификация, несмотря на отсутствие единого подхода к классифицированию материалов, до недавнего времени широко применялась в промышленности для оформления заказов на поставку материалов, для конфекционирования материалов для одежды. Учетная классификация направлена на совершенствование планирования, учета материалов, поступающих в производство, рациональное расходование сырьевых и материальных ресурсов на предприятиях с применением компьютерной техники.

В рассмотренных выше классификациях признак «назначение» практически не является определяющим. В то время, как наиболее целесообразной при конфекционировании материалов различных видов одежды, при проектировании швейных изделий, подготовке производства

на этапах моделирования, разработке конструкций и изготовлении швейных и трикотажных изделий является классификация материалов по их основному классификационному признаку – назначению [39]. С этой целью Центральным научно-исследовательским институтом швейной промышленности (ЦНИИШП) была предложена межотраслевая классификация, в которой все бытовые текстильные материалы с учетом назначения подразделяются на три класса: одежные, мебельно-декоративные, специальные.

В настоящем исследовании при разработке иерархической структуры понятия Материалы учтены принципы организации описанных выше классификаций. Построение структуры онтологии происходит по принципу соподчинения. Так, материалы, входящие в пакет проектируемого изделия, имеют определенное назначение, в соответствии с чем принято деление класса Материалы на следующие подклассы: основные, подкладочные, прокладочные, скрепляющие, отделочные, фурнитура. Дальнейшая классификация каждого из выделенных подклассов производится по различным признакам. Класс Основных материалов (рис. 5) делится на подклассы по признаку назначения: пальтовые, костюмные, плащевые и курточные, плательно-сорочечные, плательно-костюмные, блузочные, бельевые, корсетные, специальные. К материалам, предназначенным для изготовления определенных ассортиментных групп одежды, предъявляются общие требования, что, с позиции конфекционирования, определяет целесообразность подобного разделения. Внутри выделенных по назначению ассортиментных групп производится деление по виду материала. В зависимости от этого признака все материалы для одежды подразделяются на ткани, трикотажные и нетканые полотна, комплексные материалы, искусственные мех и кожу, натуральные мех и кожу. В разработанной классификации первичным является деление основных материалов по признаку назначения, следовательно, перечень возможных видов материалов в каждой

ассортиментной группе заведомо ограничен, что также способствует оптимальной структуризации. Дальнейшее деление классов зависит от конкретного вида материала и его характеристик. Например, классы Ткани подразделяются по признаку сырьевого состава на шерстяные, хлопчатобумажные, льняные и шелковые. В свою очередь, классы Искусственный мех целесообразно разбить на подклассы по признаку способа получения: Тканый, Трикотажный, Нетканый, Накладной (Клеевой).

Класс Подкладочных материалов (рис. 6), как и Основных, первоначально разделяется по признаку назначения на подклассы: Для основной подкладки изделия, Для подкладки деталей изделия. Класс Для основной подкладки изделия по виду материала разделяется на: Ткани, Трикотажные полотна, Искусственный мех. Класс Для подкладки деталей изделия детализируется по признаку назначения: Для подкладки рукавов, Для подкладки карманов.

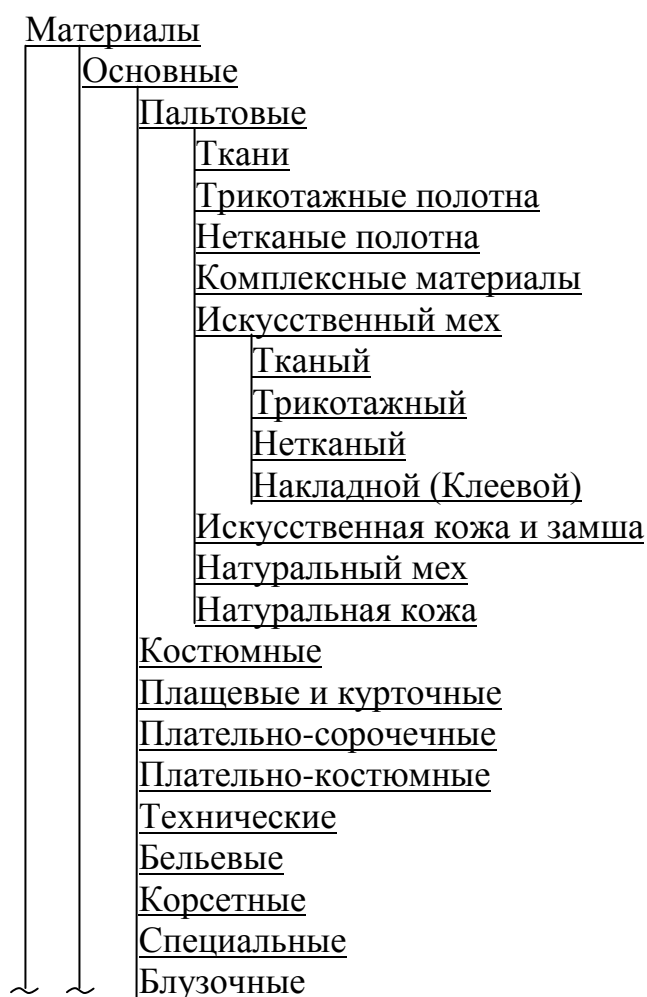


Рисунок 5 – Структура класса Материалы, подкласс Основные (фрагмент)

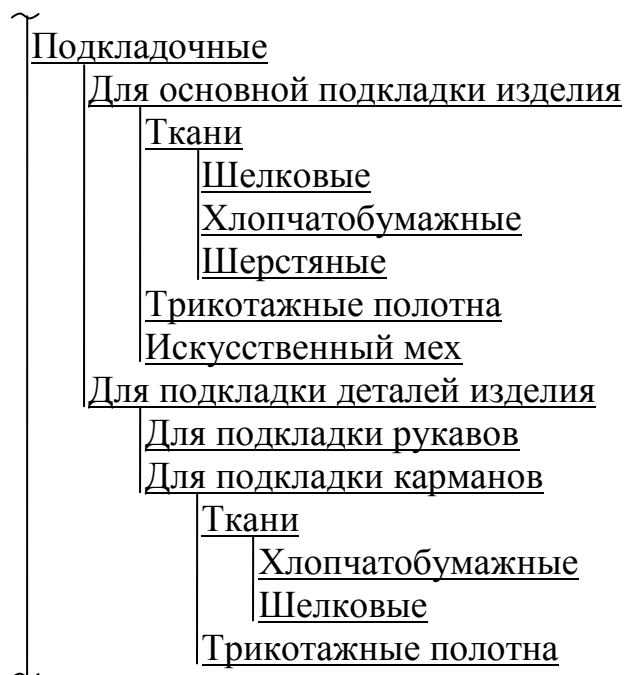


Рисунок 6 – Структура класса Материалы, подкласс Подкладочные (фрагмент)

Детализация класса Прокладочных материалов (рис. 7) определяется их функциональностью: Для повышения формоустойчивости деталей одежды, Для упрочнения и предохранения от растяжения деталей одежды, Ветрозащитные, Утепляющие. При этом класс прокладочных материалов, предназначенных для повышения формоустойчивости деталей одежды в зависимости от наличия клеевого покрытия разделяется на подклассы Без клеевого покрытия и Термоклеевые. Класс прокладочных материалов для упрочнения и предохранения от растяжения деталей одежды включает в себя подклассы по виду материала: кромки, ткани, нетканые полотна. В состав класса Утепляющих прокладочных материалов входят подклассы по виду материала: Натуральный мех, Искусственный мех, Вата, Ватины, Клееные объемные полотна, Иглопробивные полотна, Ткани, Поролон, Пухоперовые наполнители, Металлизированные материалы.

К классу Скрепляющих материалов (рис. 8) относятся подклассы Швейные нитки, Клеи, Клеевые материалы. Другие виды материалов, которые также могут выполнять в пакете изделия функцию скрепляющих (например, блочки) рассматриваются в классе Фурнитура.

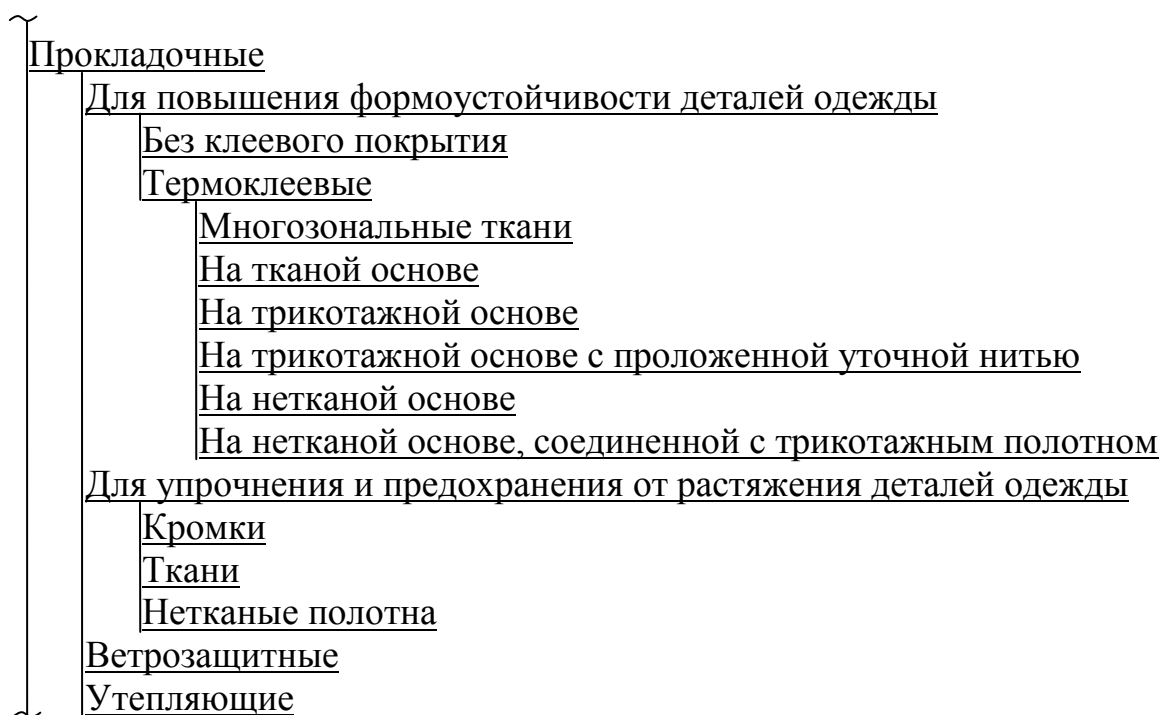


Рисунок 7 – Структура класса Материалы, подкласс Прокладочные (фрагмент)

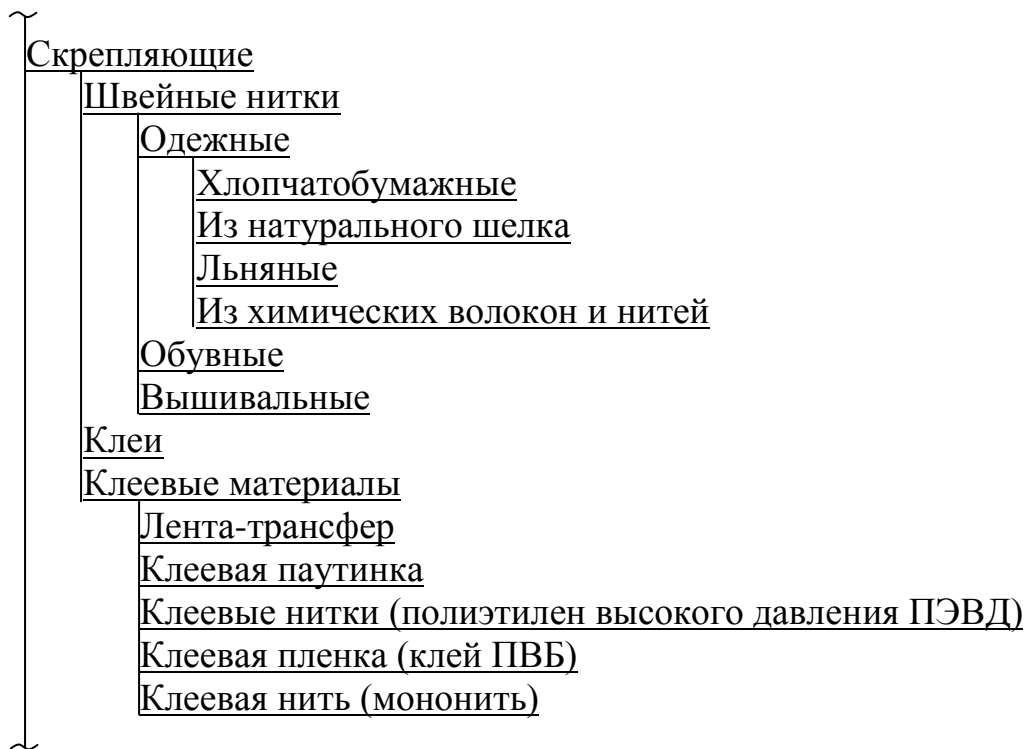


Рисунок 8 – Структура класса Материалы, подкласс Скрепляющие (фрагмент)

Швейные нитки в зависимости от назначения подразделяют на Одежные, Обувные, Вышивальные. Клеевые материалы делятся по виду материала на подклассы: Клеевая нить (мононить), Клеевая паутинка, Клеевые нитки (полиэтилен высокого давления ПЭВД), Клеевая пленка (клей ПВБ), Лента-трансфер. Класс Отделочных материалов (рис. 9) включает в себя следующие виды: ленты, тесьма, шнуры, кружева. Ленты и Тесьма подразделяются в зависимости от назначения на Прикладные, Декоративно-прикладные и Декоративные. Шнуры по способу производства делят на подклассы Плетеные, Витые, Вязаные. Кружева по способу получения разделяются на Ручной работы и Машинной работы. Класс Ручной работы делится на подклассы Мерные и Штучные изделия, класс Машинной работы – на подклассы по видам: Прошва, Край, Мерные кружевные полотна. Класс Фурнитура (рис. 10) разделяется на подклассы по виду: Пуговицы, Застежки-молнии, Крючки, Петли, Кнопки, Пряжки, Текстильная застежка, Люверсы, Блочки.

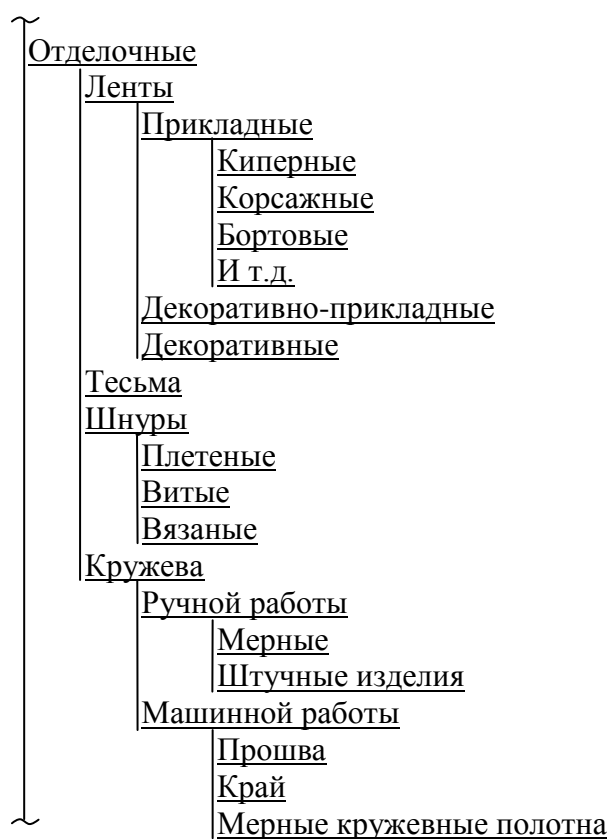


Рисунок 9 – Структура класса Материалы, подкласс Отделочные (фрагмент)



Рисунок 10 – Структура класса Материалы, подкласс Отделочные (фрагмент)

Используя понятия, принятые ГОСТ 17037-85 [40], разработана структура класса Одежда (рис. 11). В зависимости от назначения класс Одежда разделяется на три подкласса: Бытовая, Производственная и Форменная. Класс Бытовая одежда делится на подклассы: Верхняя, Нательное белье и корсетные изделия, Пляжная, Спортивная, Платочно-шарфовые изделия, Перчаточные изделия, Чулочно-носочные изделия, Головные уборы. Бытовая верхняя одежда в зависимости от ассортимента делится на классы Пальтово-костюмного ассортимента и Платьево-блузочного ассортимента. В каждой из выделенных ассортиментных групп происходит разделение одежды по виду опорной поверхности: Плечевая, Поясная. Производственная одежда включает в себя подклассы: Санитарная, Специальная. Три последующих ступени градации класса Специальная одежда аналогичны делению Бытовой одежды.

Выявленные элементы создаваемой онтологии взаимосвязаны между собой. Связи, существующие между классами, подклассами и экземплярами, можно представить с помощью таксономической структуры (рис. 12).

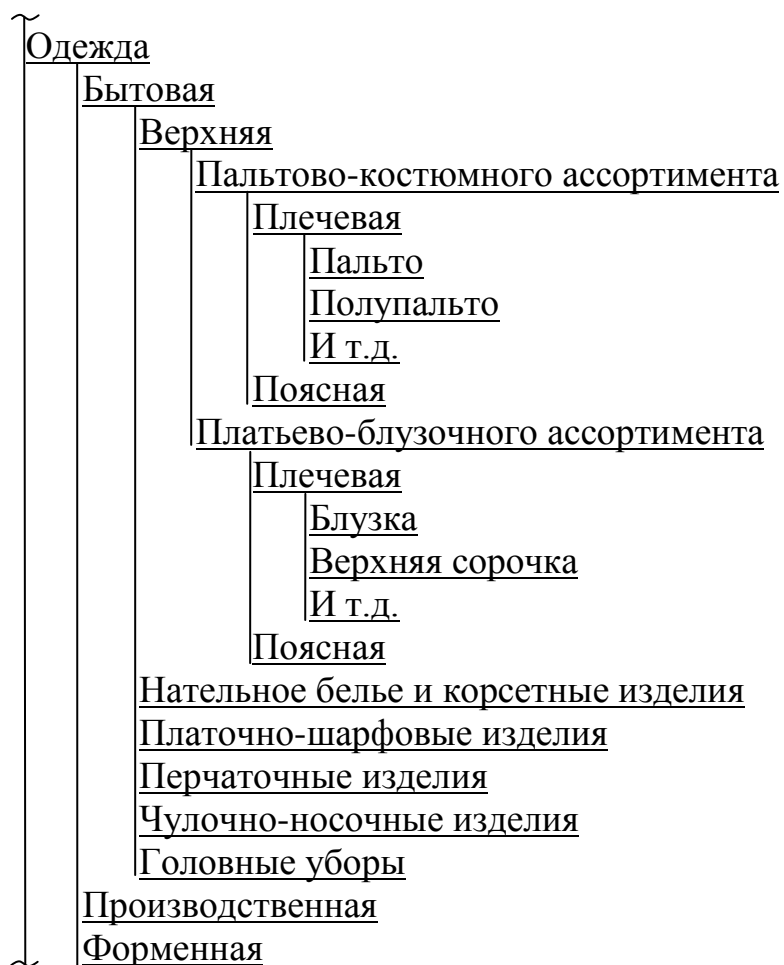


Рисунок 11 – Структура класса Одежда (фрагмент)

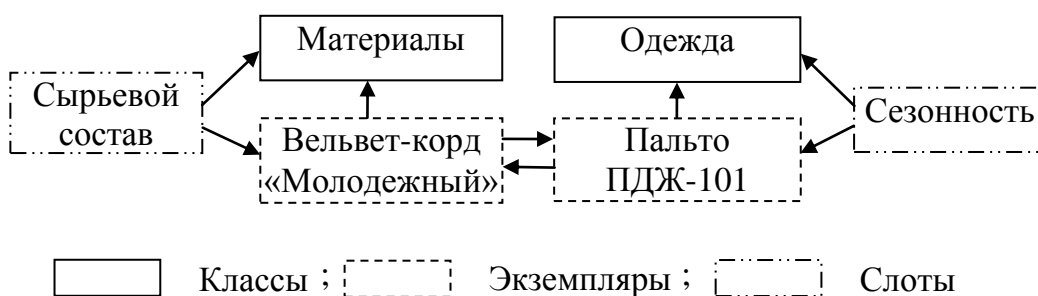


Рисунок 12 – Классы Материалы и Одежда, экземпляры, слоты и отношения между ними

Итак, разработана иерархическая структура основных понятий предметной области «Материаловедение швейного производства», в которой наиболее полно рассмотрены понятия «Материалы» и «Одежда» (Приложение А, Б). Отметим, что приведенный перечень соподчиненных

классов и подклассов исследуемой ПО является пополняемым, поскольку прогрессивное развитие текстильной и швейной отраслей определяет расширение ассортимента как материалов для одежды, так и ее видов [41].

Следующим шагом в построении онтологии ПО «МШП» является определение характеристик (слотов), описывающих классы, подклассы и экземпляры.

2.2.2 Выявление характеристик элементов онтологии и описание их значений

Каждое из понятий предметной 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, а следовательно, и их экземпляры, объединенные в иерархии общим классом, автоматически наследуют слоты, установленные для этого класса. Таким образом, классу Материалы присваиваются слоты, общие для всех материалов. Затем выявляются и дополняются к общим слоты, характерные для каждого из подклассов класса Материалы 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 Материалы и Одежда являются конкретные материалы и виды одежды соответственно.

Отметим, что в настоящем исследовании основное внимание уделяется рассмотрению текстильных материалов. Наиболее общими для всех текстильных материалов, представленных в онтологии, являются следующие слоты: 1) изображение с внешним видом, 2) вид материала, 3) сырьевой состав, 4) назначение (ассортиментная группа), 5) торговое название, 6) артикул (НД), 7) назначение в пакете, 8) поверхностная плотность, 9) толщина, 10) сырьевой состав (в процентном соотношении), 11) коэффициент воздухопроницаемости, 12) художественно-колористическое оформление, 13) соответствие направлению моды, 14)

цвет, 15) изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, 16) устойчивость окраски, 17) жесткость, 18) разрывная нагрузка, 19) ширина, 20) число циклов истирания до разрушения пробы, 21) число нитей/петель на 100 мм и др.

Позиции со 2-ой по 7-ую используются для автоматического формирования идентификационного названия материала при составлении конфекционной карты.

Для нетекстильных материалов – натуральных кожи и меха – слоты позиций 3, 10, 12, 19, 20, 21 отсутствуют в силу отличного от текстильных материалов строения. Но добавляются слоты, описывающие именно эти материалы. Для натурального меха вводятся характеристики: вид пушно-мехового полуфабриката, высота волосяного покрова, толщина кожевой ткани, масса шкурки, площадь шкурки. Для натуральной кожи: вид кожи, толщина, число циклов истирания до изменения внешнего вида.

Различные виды текстильных материалов, помимо перечисленных общих характеристик, описываются свойственными только им слотами. Например, для трикотажных полотен вводятся слоты: группа растяжимости по ширине, вид и класс оборудования. В классе Комплексных материалов можно выделить такие дополнительные слоты, как сырьевой состав лицевого слоя, структуру слоев, способ дублирования слоев. Для искусственного меха – вид материала грунта, длина ворса. Для искусственной кожи: вид материала основы, вид покрытия.

Помимо выявления перечня слотов, необходимо определить типы их значений и мощность. Например, слот «Назначение в пакете» описывается словесно (основные, подкладочные и т.д.) и имеет мощность (то есть количество возможных значений) 1 и более, поскольку один материал может выполнять функции подкладочного и утепляющего, основного и прокладочного и т.п. Подробная информация о слотах класса Материалы,

типах их значений и мощности приведена в табличной форме (Приложение В, табл. В.1).

На рисунке 13 представлено диалоговое окно программы Protégé, где отображена иерархическая структура класса Материалы, некоторые слоты и их возможные значения.

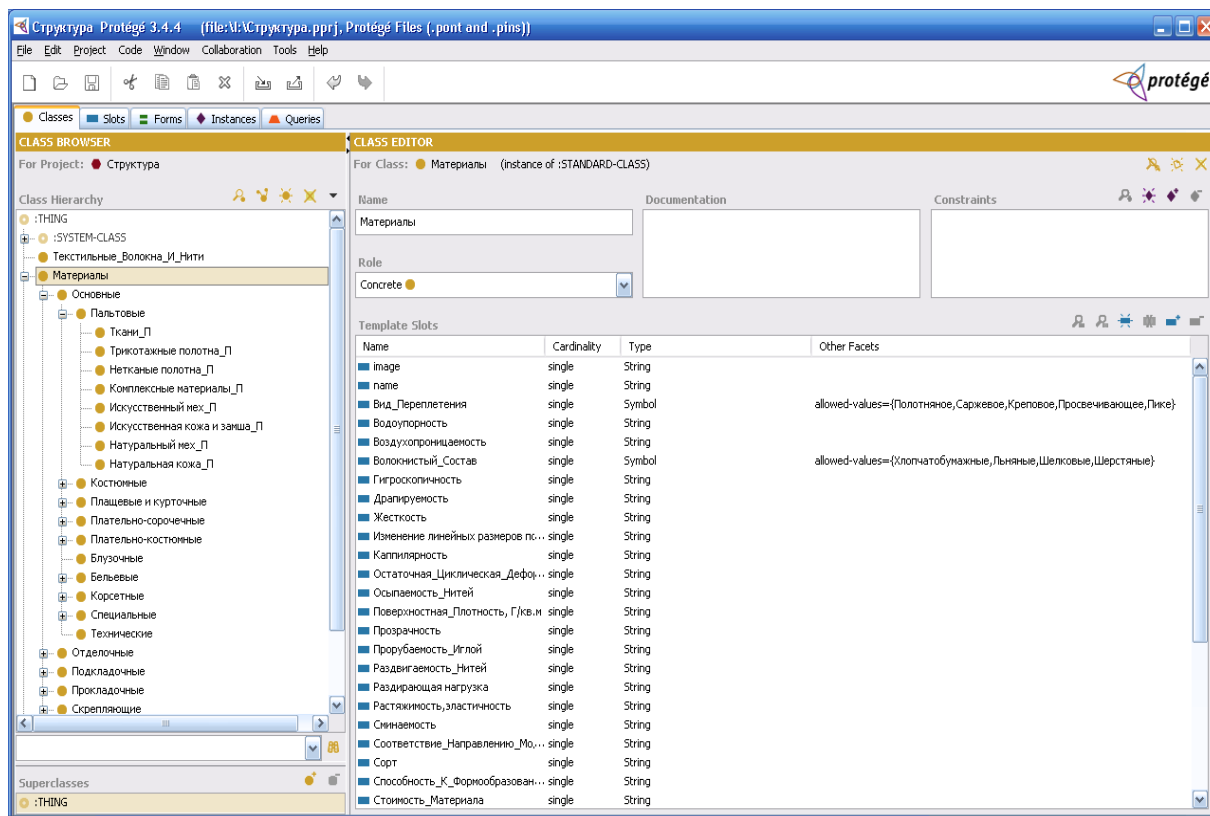


Рисунок 13 – Диалоговое окно программы Protégé: иерархическая структура класса Материалы.

Далее в работе выявлены характеристики класса Одежда, его подклассов и экземпляров. Эта информация необходима для создания формы описания конечных экземпляров класса Одежда, то есть для представления описания внешнего вида конкретного изделия. Итак, определены общие слоты, характерные для класса Одежда: 1) технический эскиз, 2) шифр изделия, 3) наименование изделия, 4) класс одежды, 5) подкласс одежды, 6) ассортиментная группа (для класса Верхней одежды), 7) вид одежды, 8) сезонность, 9) половой признак, 10) условия ношения (только для класса Бытовой одежды), 11) силуэт, 12) покрой рукава, 13) конструктивные средства формообразования, 14) технологические

средства формообразования, 15) линия плеч по длине, 16) линия плеч по форме, 17) рукав (по числу вертикальных членений), 18) рукав (по наполнению по окату), 19) рукав (по форме), 20) рукав (по оформлению линии низа), 21) вид застежки, 22) способ застежки, 23) воротник, 24) карманы (плечевая одежда), 25) карманы (поясная одежда), 26) конструктивно-декоративные элементы, 27) отделочная строчка, 28) вид отделки, 29) длина, 30) фурнитура, 31) рекомендуемая возрастная группа, 32) рекомендуемые роста, 33) рекомендуемая полнотная группа, 34) рекомендуемые размеры.

Как и в случае с понятием Материалы, выявлены возможные значения слотов класса Одежда, типы их значений и мощность (Приложение В, табл. В.2). Например, слоты с 1-ого по 11-ый в описании внешнего вида изделия присутствуют обязательно и могут иметь только одно значение, следовательно, их мощность равна единице. Слот «Покрой рукава» может иметь мощность, равную нулю или единице. Первый вариант относится к экземпляру одежды без рукавов, а второй – с одной стороны, указывает на наличие рукавов в изделии, и, с другой – на то, что значение покроя может быть выбрано одно. Такой слот, как «Конструктивные средства формообразования», при проектировании одежды традиционного ассортимента хотя бы одним значением обязательно будет представлен при описании изделия, поэтому и мощность данного слота определяется, как равная единице и более.

Помимо общих слотов, которые наследуются всеми подклассами и экземплярами класса Одежда, существуют такие характеристики, которые свойственны отдельным подклассам. Например, 6-ой из приведенных выше слотов – «ассортиментная группа» – относится к подклассу Верхняя одежда, а 10-ый – «условия ношения» – к подклассу Бытовая.

На рисунке 14 представлено диалоговое окно программы Protégé, где отображена иерархическая структура класса Одежда, некоторые слоты и их возможные значения.

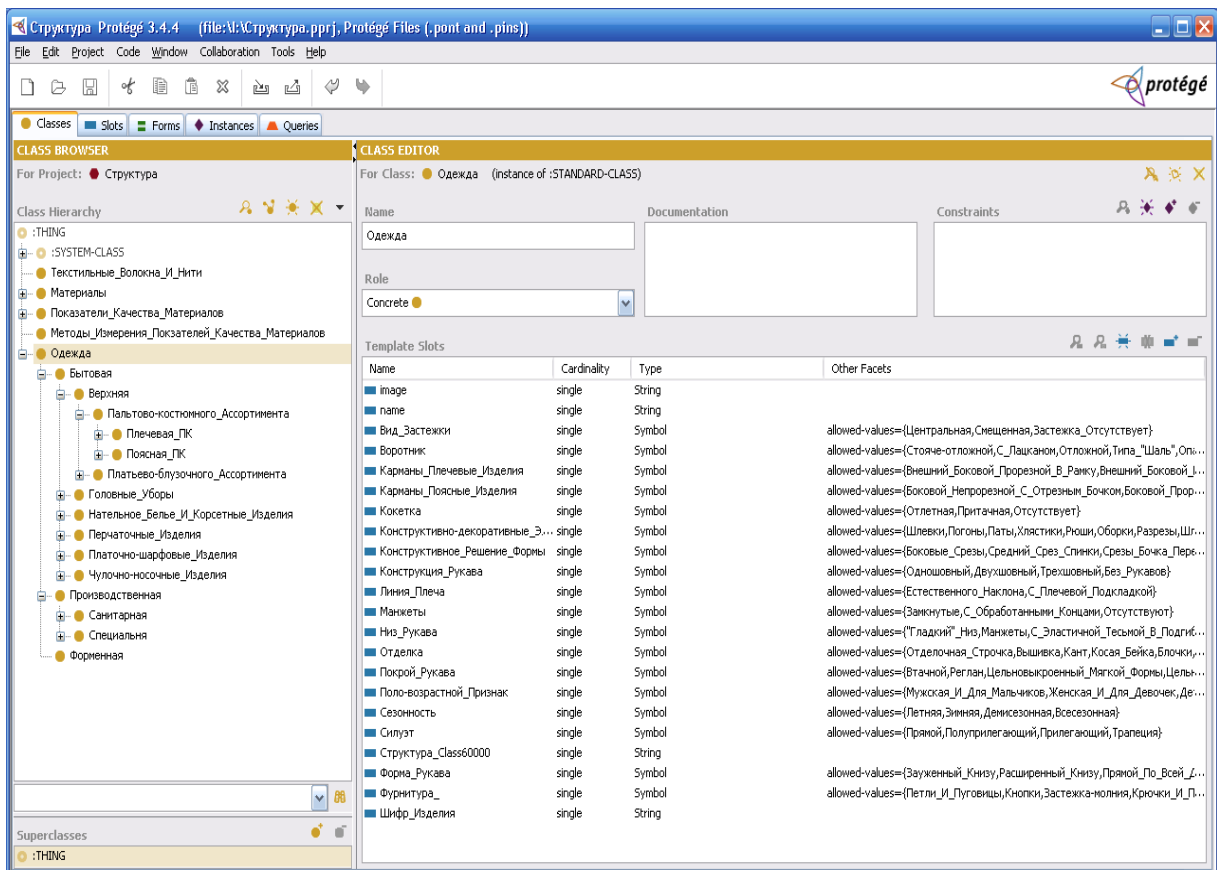


Рисунок 14 – Диалоговое окно программы Protégé: иерархическая структура класса Одежда.

Заключительным этапом разработки онтологии является создание экземпляров. На основании полученной ранее информации о слотах элементов онтологии произведено моделирование форм экземпляров. На форме экземпляра отображаются все слоты, унаследованные от родительского класса. Заполнение значений слотов для каждого конкретного класса возможно непосредственным внесением информации с клавиатуры или выбором необходимого пункта из выпадающего списка. На рисунке 15 представлено диалоговое окно программы Protégé, где отображена вкладка «Экземпляры». В левой части окна выбран класс Пальто, в средней части представляется список экземпляров выбранного класса, который возможно дополнить, создав новый экземпляр. В правой части окна пользователь может заполнить поля слотов нового экземпляра или отредактировать данные существующего.

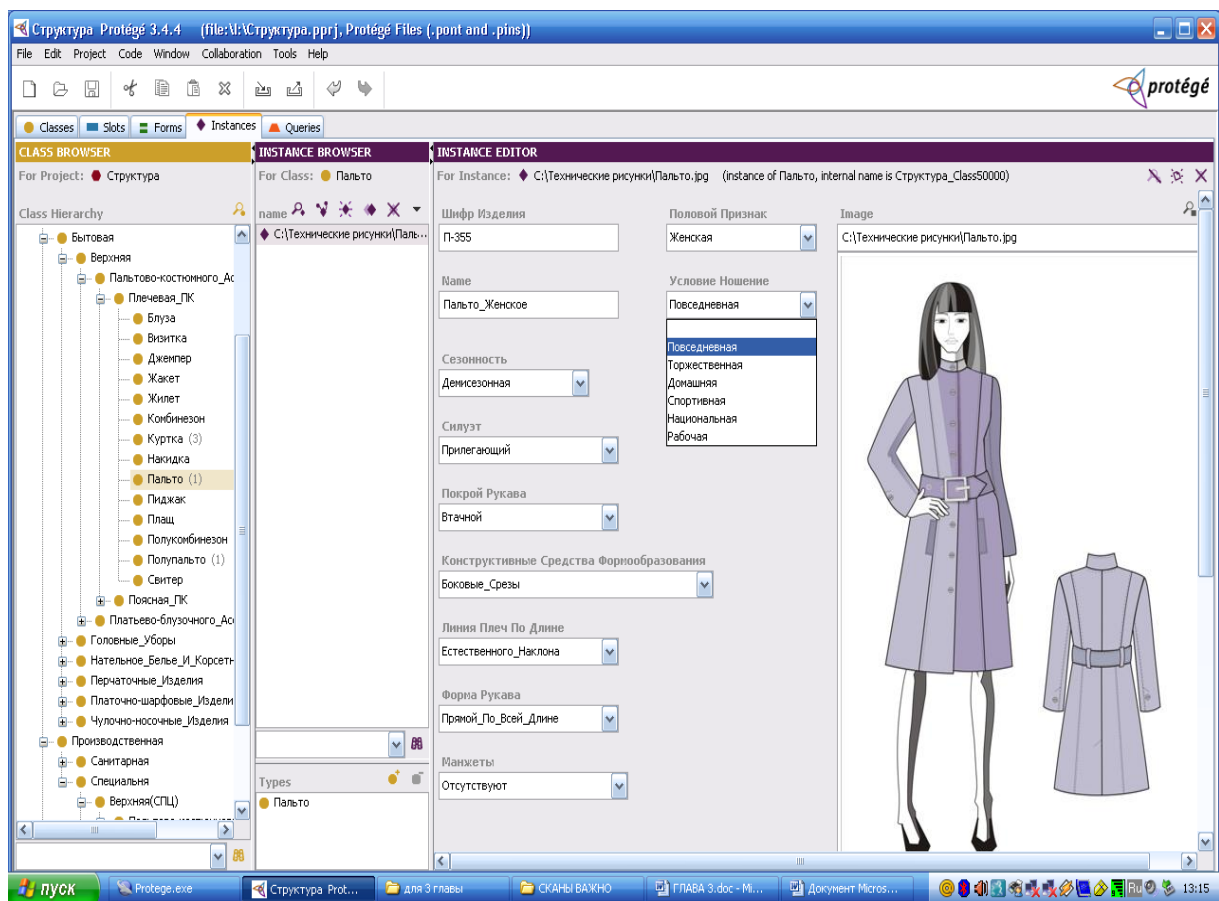


Рисунок 15 – Диалоговое окно программы Protégé: создание экземпляра.

Таким образом, выявлены характеристики классов Материалы и Одежда, определены их возможные значения, типы значений и мощности. На основании полученной информации с помощью инструментального средства – программы Protégé – создана онтология предметной области «Материаловедение швейного производства», составляющая основу базы знаний данной предметной области.

2.3 Исследование влияния свойств материалов на принятие решений в автоматизированном процессе проектирования одежды

Результаты исследований многих авторов в области изучения свойств материалов и их влияния на принятие тех или иных проектных решений [10, 42-47, 12], а также опыт работы предприятий отрасли и проектных бюро составляют коллективные экспертные знания. Современные условия швейного производства определяют необходимость

эффективного использования этих знаний для целей автоматизированного процесса проектирования одежды.

На текущем этапе развития САПР одежды конфекционирование материалов для проектируемого изделия, а также учет свойств материалов на других этапах его изготовления осуществляется специалистом на основе имеющихся знаний и опыта, т.е. присутствует субъективный фактор. При этом, как правило, свойства материалов рассматриваются не комплексно, а качество принятых проектных решений напрямую зависит от уровня квалификации специалиста.

Выявлено, что в настоящее время автоматизирован учет лишь ряда свойств материалов при эскизировании, построении конструкции, раскладке лекал, визуализации 3D модели изделия. Однако известно и научно доказано, что свойства материалов влияют практически на все этапы проектирования изделия и его дальнейшую эксплуатацию [39].

Необходимо также иметь в виду, что в процессе швейного производства свойства материалов могут меняться в ту или иную сторону (уменьшение прочности при несоблюдении режимов влажно-тепловых обработок, повреждение материалов швейной иглой, выпадение нитей из срезов тканей, распускаемость трикотажных полотен и др.). При создании новой модели одежды надо обратить внимание на наличие у материала свойств, позволяющих обеспечить заданный силуэт одежды, и установить, как проявляются эти свойства в процессах швейного производства. В этом случае следует учитывать такие свойства материала, как упругость и жесткость или возможность придания материалу определенных свойств в процессе изготовления одежды (влажно-тепловые обработки, применение дополнительных прокладок, клеев и т. п.).

При изучении характера влияния на этапы проектирования [48] характеристики свойств материалов были объединены в группы, которые основываются на стандартной классификации. Предлагается выделить группы:

1) характеристик геометрических свойств и структуры материала:

- сырьевой состав, ширина, толщина, вид переплетения нитей, структура (наличие ворса), поверхностная плотность, плотность переплетения нитей;

2) характеристик свойств, определяющих внешний вид материала:

- художественно-колористическое оформление, цвет, туше, гриф, соответствие направлению моды, прозрачность, белизна, блеск, вид отделки;

3) характеристик физико-механических свойств:

- раздирающая нагрузка, полная деформация растяжения, остаточная циклическая деформация, жесткость, драпируемость, сминаемость (несминаемость), тангенциальное сопротивление, осыпаемость, раздвигаемость нитей, прорубаемость;

4) характеристик физических свойств:

- изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, формовочная способность, влажность, гигроскопичность, капиллярность, воздухопроницаемость, паропроницаемость, пылепроницаемость, суммарное тепловое сопротивление, водоупорность, устойчивость окраски к различным воздействиям, теплостойкость, электризуемость;

5) характеристик свойств износостойкости:

- стойкость к истиранию по плоскости, стойкость к истиранию на сгибах, устойчивость к различным воздействиям, пиллингуемость;

6) характеристик экономических свойств

- сорт, трудность переработки.

Основываясь на результатах проведенного исследования специализированных информационных источников, установлены взаимосвязи между свойствами материалов и этапами проектирования (рис. 16-21).

**Характеристики
геометрических
свойств и структуры**

Этапы проектирования

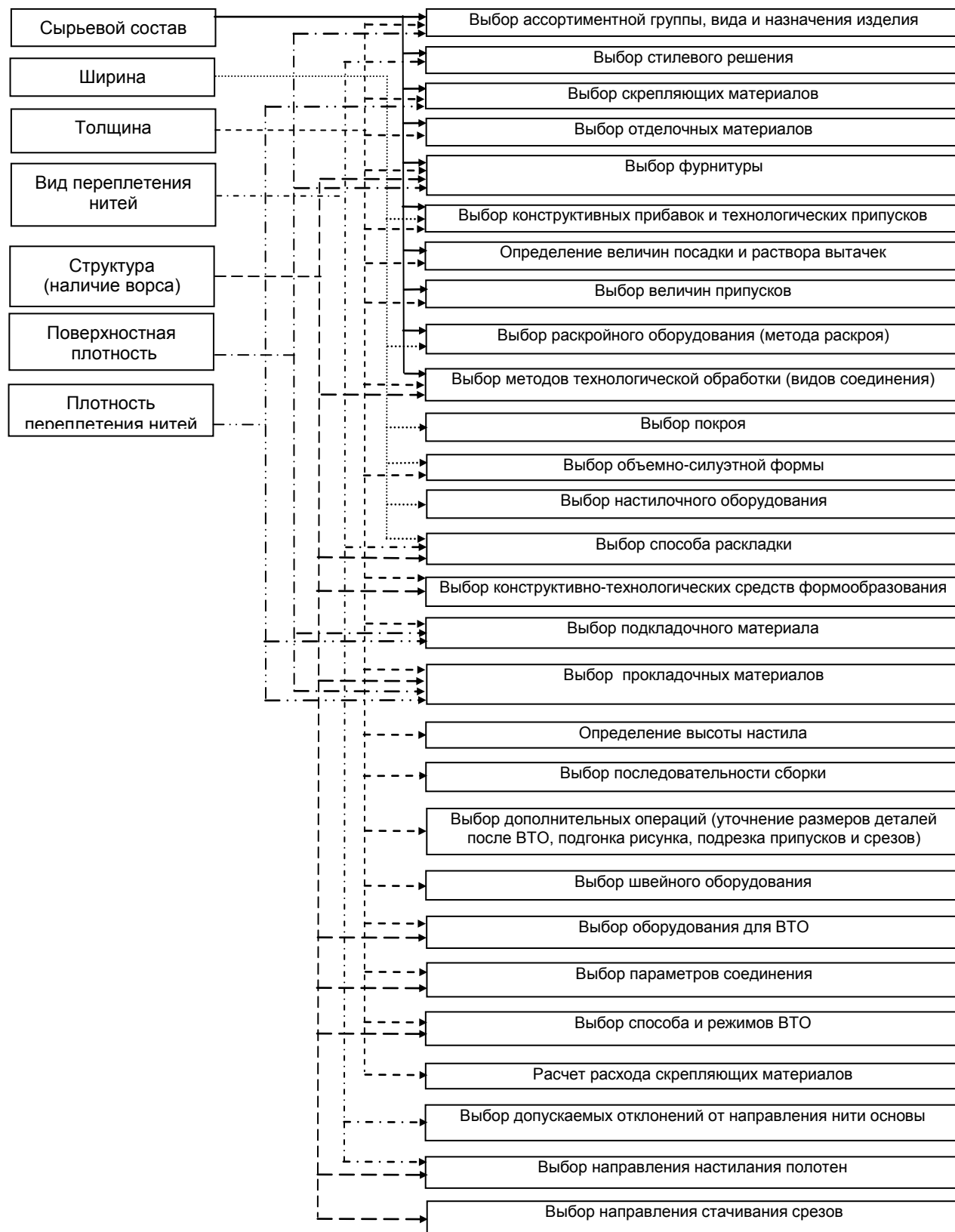


Рисунок 16 – Схема взаимосвязей характеристик геометрических свойств и структуры основного материала с этапами проектирования

**Характеристики
свойств, определяющих
внешний вид**

Этапы проектирования

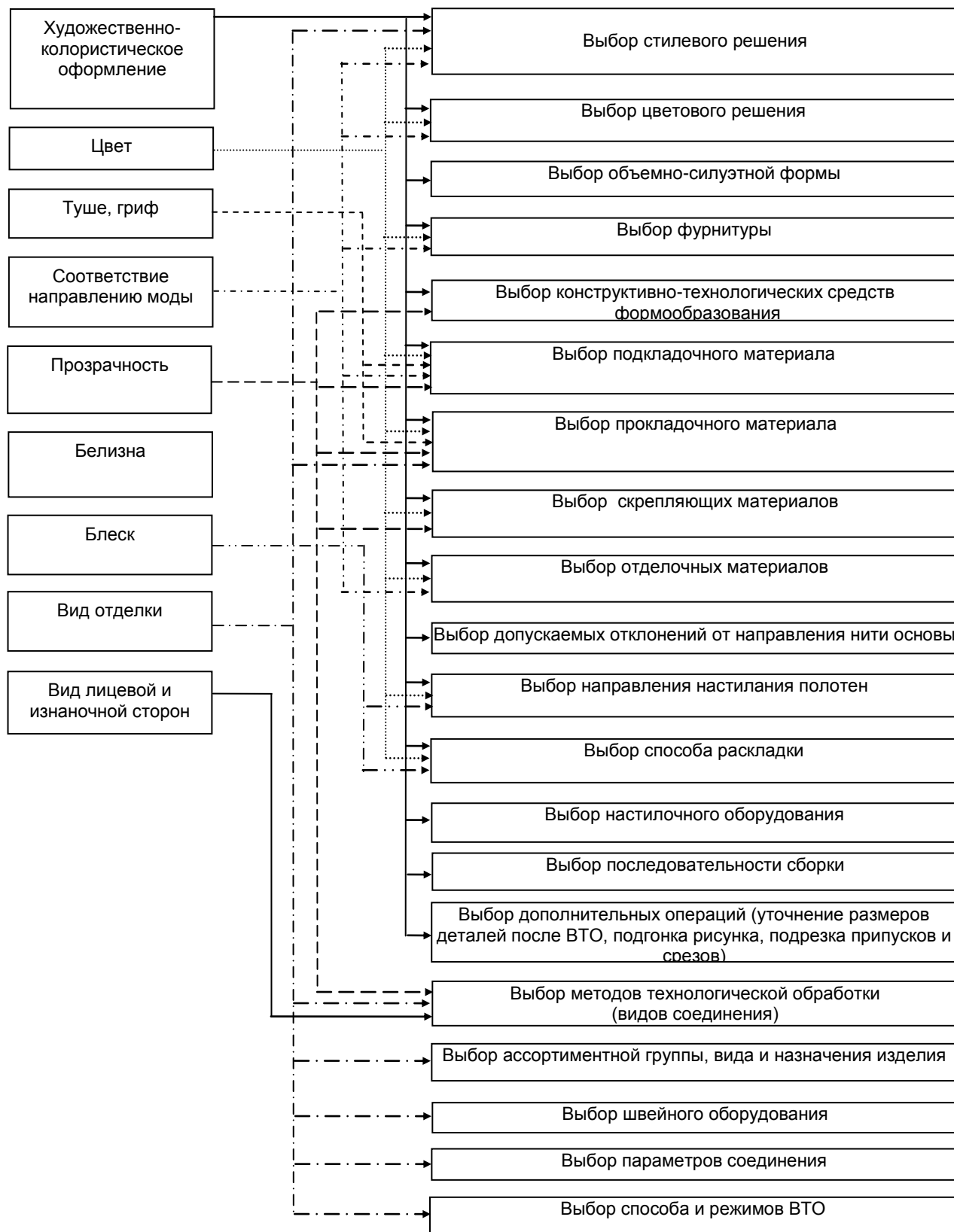


Рисунок 17 – Схема взаимосвязей характеристик свойств, определяющих внешний вид основного материала, с этапами проектирования

**Характеристики
физико-механических
свойств**

Этапы проектирования

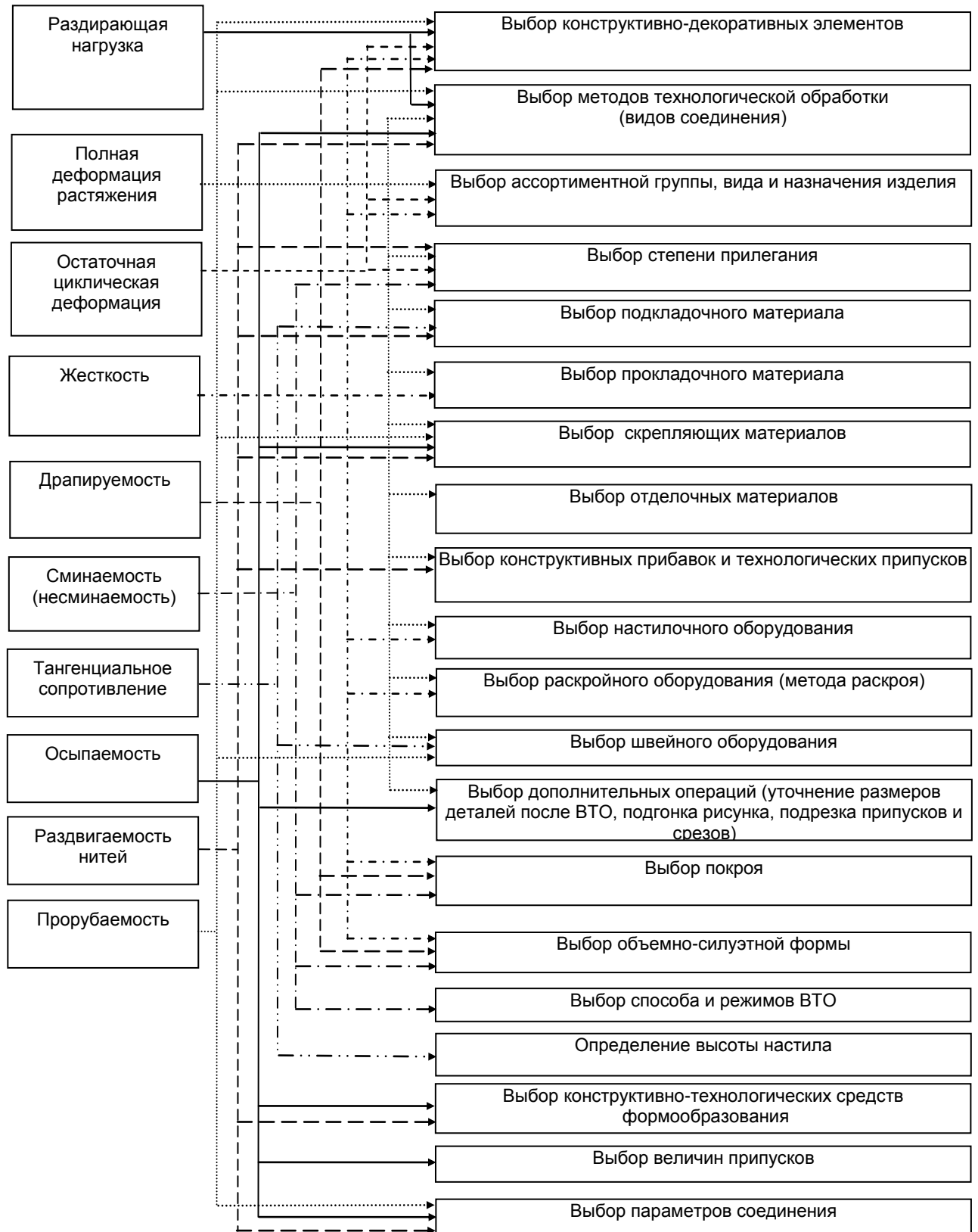


Рисунок 18 – Схема взаимосвязей характеристик физико-механических свойств основного материала с этапами проектирования

Характеристики физических свойств

Этапы проектирования

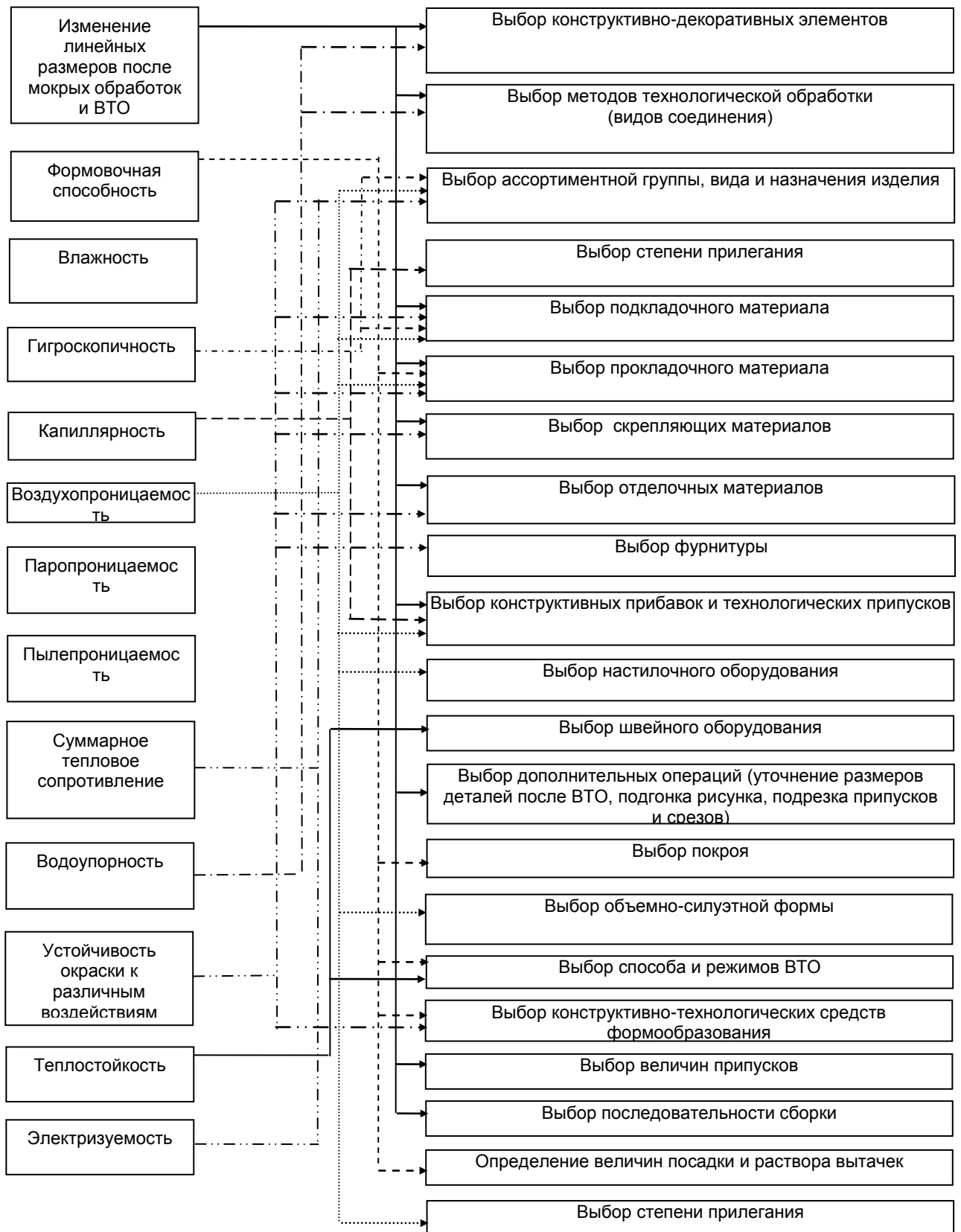


Рисунок 19 – Схема взаимосвязей характеристик физических свойств основного материала с этапами проектирования

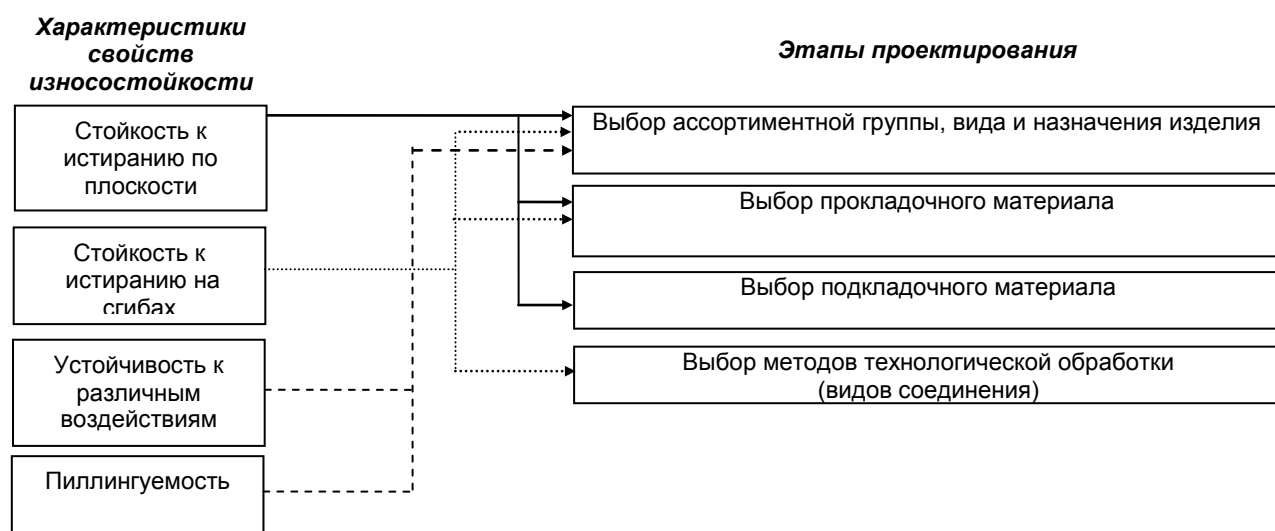


Рисунок 20 – Схема взаимосвязей характеристик свойств износостойкости основного материала с этапами проектирования

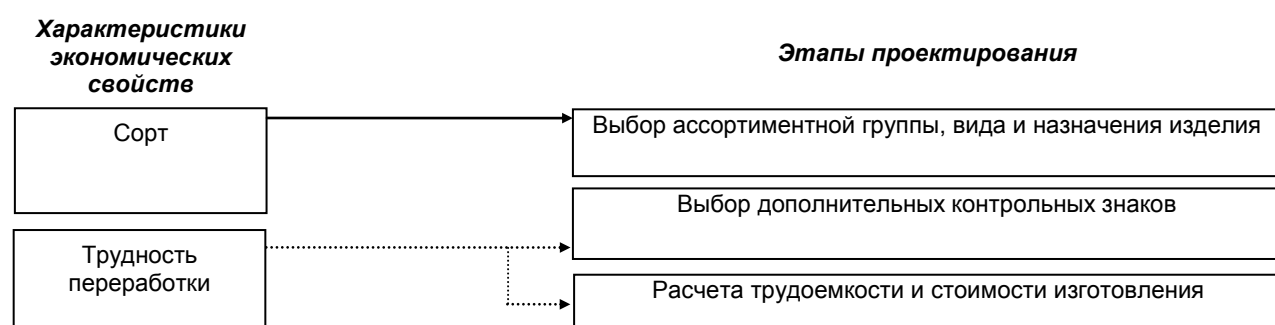


Рисунок 21 – Схема взаимосвязей характеристик экономических свойств основного материала с этапами проектирования

При рассмотрении характера влияния свойств материалов на принятие проектных решений полученная информация адаптирована к автоматизированному процессу проектирования и использована при составлении схемы взаимосвязей этапов проектирования и свойств материалов, влияющих на эти этапы (рис. 22). Определение этапов проектирования произведено в соответствии с ранее разработанной структурой и модульным составом ИСАПРО (см. п. 2.1.2). На схеме отображены только те этапы, выполнение которых связано с учетом свойств материалов.

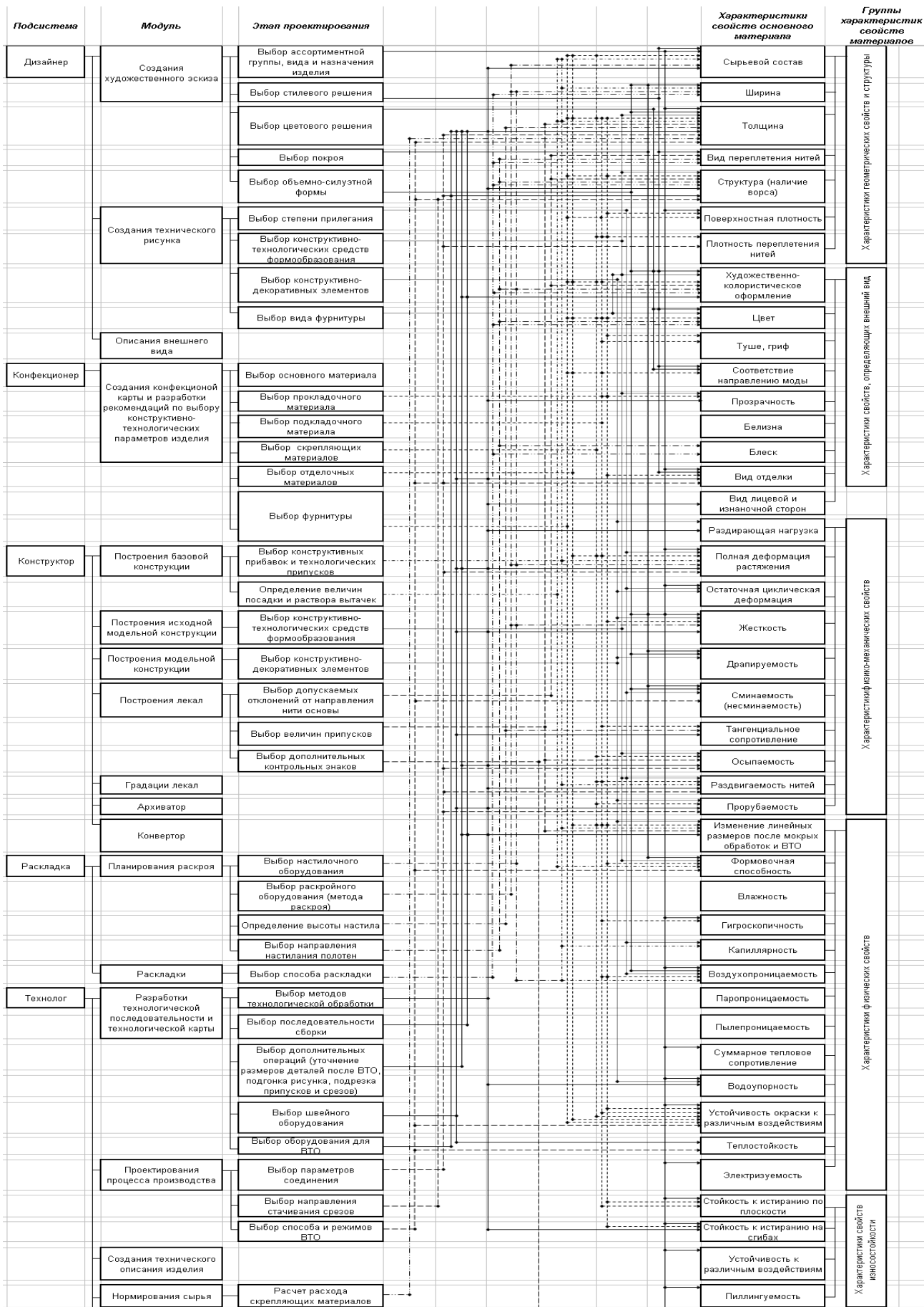


Рисунок 22 – Схема взаимосвязей этапов АПП одежды и свойств материалов, влияющих на эти этапы

Подсистема Дизайнер включает в себя модули Создания художественного эскиза, Создания технического рисунка, Описания внешнего вида. Причем последний модуль генерирует в себе данные, полученные из первых двух. При создании художественного эскиза с учетом свойств основного материала производится выбор ассортиментной группы, вида и назначения изделия, выбор стилового и цветового решения модели, выбор покроя и объемно-силуэтной формы.

При выборе ассортиментной группы учитывают сырьевой состав, толщину и поверхностную плотность основного материала, вид отделки, деформационные характеристики, жесткость, показатели гигроскопичности и воздухопроницаемости, суммарное тепловое сопротивление, показатель водоупорности, степень устойчивости окраски основного материала к различным воздействиям, электризуемость, показатель пиллингуемости, устойчивость материала различным воздействиям, устойчивость материала к истиранию на сгибах и по плоскости.

При выборе стилового решения модели учитываются такие свойства, как сырьевой состав, вид переплетения нитей, художественно-колористическое оформление, цвет и соответствие направлению моды, вид отделки.

На выбор цветового решения модели влияют художественно-колористическое оформление основного материала и его цветовое решение, а также соответствие материала направлению моды на текущий и перспективный периоды.

На этапе выбора покроя изделия учитывают жесткость, драпируемость, ширину, формовочную способность, сминаемость (несминаемость) основного материала.

При выборе объемно-силуэтной формы изделия влияние оказывают художественно-колористическое оформление, жесткость, сминаемость

(несминаемость), драпируемость, толщина, ширина, воздухопроницаемость материала.

В модуле создания технического рисунка производится выбор степени прилегания, конструктивно-технологических средств формообразования, конструктивно-декоративных элементов и вида фурнитуры. При этом на выбор степени прилегания оказывают влияние такие свойства материала, как воздухопроницаемость, сминаемость (несминаемость), полная деформация растяжения, остаточная циклическая деформация, раздвигаемость нитей, капиллярность. Выбор возможности применения тех или иных средств формообразования определяется следующими свойствами: художественно-колористическое оформление, осыпаемость, раздвигаемость нитей, прозрачность, формовочная способность, толщина, структура (наличие ворса).

Выбор конструктивно-декоративных элементов определяется водоупорностью, жесткостью, остаточной циклической деформацией, раздирающей нагрузкой, прорубаемостью, драпируемостью, изменением линейных размеров после мокрых обработок и ВТО.

На этапе создания технического рисунка выбор фурнитуры определяется цветом и художественно-колористическим оформлением основного материала.

Этапы работ, выполняемые в модуле подсистемы «Конфекционер», связаны с выбором материалов для проектируемого изделия. Выбор основного материала определяется данными об ассортименте, виде и назначении изделия, его модельных особенностях, описании внешнего вида. Данная информация генерируется в подсистеме Дизайнер и используется при выборе основного материала в том случае, если первичным в процессе проектирования является изделие. При этом необходим учет следующих свойств основного материала: сырьевой состав, художественно-колористическое оформление, цвет, соответствие направлению моды, вид отделки, вид переплетения нитей, жесткость,

драпируемость, сминаемость (несминаемость), формовочная способность, ширина, воздухопроницаемость, толщина, поверхностная плотность, полная деформация растяжения, остаточная циклическая деформация, капиллярность, раздвигаемость нитей, прозрачность, структура (наличие ворса), водоупорность, раздирающая нагрузка, прорубаемость, изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО.

В свою очередь подбор прикладных материалов осуществляется в соответствии со свойствами основного материала. При выборе прокладочного материала учитывают цвет, туше, гриф, прозрачность, вид отделки, толщину, структуру (наличие ворса), поверхностную плотность, плотность переплетения нитей, жесткость, воздухопроницаемость, изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, формовочную способность, стойкость к истиранию по плоскости и на сгибах, устойчивость окраски к различным воздействиям.

При выборе подкладочных материалов учитывают художественно-колористическое оформление, цвет, соответствие направлению моды, туше, гриф, прозрачность, толщину, поверхностную плотность, плотность переплетения нитей, полную деформацию растяжения, тангенциальное сопротивление, раздвигаемость нитей, изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, гигроскопичность, воздухопроницаемость, стойкость к истиранию по плоскости, устойчивость окраски к различным воздействиям.

На выбор скрепляющих материалов оказывают влияние такие свойства основного материала, как сырьевой состав, художественно-колористическое оформление, цвет, прозрачность, толщина, плотность переплетения нитей, поверхностная плотность, полная деформация растяжения, осыпаемость, раздвигаемость нитей, прорубаемость, изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, устойчивость окраски к различным воздействиям.

На выбор фурнитуры для проектируемого изделия влияют следующие свойства основного материала: сырьевой состав, художественно-колористическое оформление, цвет, соответствие направлению моды, толщина, структура (наличие ворса), поверхностная плотность, устойчивость окраски к различным воздействиям.

Ряд модулей подсистемы Конструктор включает этапы работ, связанные со свойствами материалов. Так, в модуле Построения базовой конструкции производится выбор конструктивных прибавок и технологических припусков, определяются величины посадки и растворов вытачек. На первом этапе учитываются свойства: сырьевой состав, ширина, толщина, полная деформация растяжения, раздвигаемость нитей, воздухопроницаемость, капиллярность, изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО.

При определении величин посадки и растворов вытачек учитывают такие свойства, как сырьевой состав, толщина, формовочная способность.

В модуле построения исходной модельной конструкции производится выбор конструктивно-технологических средств формообразования. В этом случае необходим учет свойств: художественно-колористическое оформление, осыпаемость, раздвигаемость нитей, прозрачность, формовочная способность, толщина, структура (наличие ворса).

В модуле построения модельной конструкции производится выбор конструктивно-декоративных элементов. На этом этапе необходим учет свойств: водоупорность, жесткость, остаточная циклическая деформация, раздирающая нагрузка, изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, прорубаемость, драпируемость.

Модуль построения лекал включает следующие этапы работ, связанные со свойствами материалов: выбор допускаемых отклонений от направления нити основы; выбор величин припусков; выбор дополнительных контрольных знаков. На первом этапе влияние оказывают

следующие свойства материала верха: структура (наличие ворса), вид переплетения нитей, художественно-колористическое оформление.

При выборе величин припусков необходим учет толщины, осыпаемости, изменения линейных размеров после мокрых обработок и ВТО.

На выбор дополнительных контрольных знаков влияет трудность переработки материала. В случае повышенной трудности переработки материалов с низким тангенциальным сопротивлением, подвижной/разреженной структуры, с наличием ворса при построении лекал вносят дополнительные контрольные знаки.

Входящие в состав подсистемы Раскладка модули Планирования раскроя и Раскладки также содержат ряд этапов работ, выполнение которых связано со свойствами материалов. Так в модуле Планирования раскроя производится выбор настольного оборудования, выбор раскройного оборудования (метода раскроя), определение высоты настила, выбор направления настиления полотен. При выборе настольного оборудования учитываются ширина, художественно-колористическое оформление, воздухопроницаемость, жесткость, полная деформация растяжения.

При выборе раскройного оборудования (метода раскроя) учитываются сырьевой состав, ширина, толщина, полная деформация растяжения, жесткость.

На определение высоты настила влияют толщина и тангенциальное сопротивление материала. Чем больше толщина материала, тем меньше число полотен в настиле. Чем меньше тангенциальное сопротивление материала, тем больше полотна скользят и смещаются в настиле, а, значит, их число следует уменьшить.

Направление настиления полотен производится с учетом художественно-колористического оформления, цвета, блеска, вида переплетения, структуры (наличия ворса).

Модуль Раскладки включает этап выбора способа раскладки, который зависит от художественно-колористического оформления, цвета, блеска, вида переплетения, структуры (наличие ворса), ширины материала.

Подсистема Технолог содержит модули Разработки технологической последовательности и технологической карты, Проектирования процесса производства, Нормирования сырья, Расчета трудоемкости и стоимости изготовления. Этапы работ, выполняемые в этих модулях, связаны с рядом свойств материалов. В первом модуле производится выбор методов технологической обработки (видов соединения), выбор последовательности сборки, выбор дополнительных операций (уточнение размеров деталей после ВТО, подгонка рисунка, подрезка припусков и срезов), выбор швейного оборудования, выбор оборудования для ВТО.

При выборе методов технологической обработки необходимо учитывать следующие свойства материала: сырьевой состав, прозрачность, вид отделки, толщину, структуру (наличие ворса), раздирающую нагрузку, полную деформацию растяжения, жесткость, осыпаемость, раздвигаемость нитей, прорубаемость, водоупорность, стойкость к истиранию на сгибах, изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, вид лицевой и изнаночной сторон.

На выбор последовательности сборки оказывают влияние такие свойства материала, как художественно-колористическое оформление, толщина, изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО.

Выбор дополнительных операций (уточнение размеров деталей после ВТО, подгонка рисунка, подрезка припусков и срезов) связан с художественно-колористическим оформлением материала, изменением линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, толщиной, осыпаемостью, полной деформацией растяжения.

Выбор швейного оборудования зависит от вида отделки, толщины, полной деформации растяжения, жесткости, тангенциального сопротивления, прорубаемости, теплостойкости материала.

Выбор оборудования для ВТО обуславливается свойствами материала: видом отделки, толщиной, структурой (наличием ворса).

Модуль Проектирования процесса производства включает в себя такие этапы, как выбор параметров соединения, выбор направления стачивания срезов, выбор способа и режимов ВТО. При этом выбор параметров соединения зависит от вид отделки и толщины материала, плотности переплетения нитей, структуры (наличия ворса), полной деформации растяжения, осыпаемости, раздвигаемости нитей, прорубаемости.

Выбор направления стачивания срезов производится с учетом направления ворса.

Выбор способа и режимов ВТО определяется такими свойствами: вид отделки, толщина, структура (наличие ворса), сминаемость (несминаемость), формовочная способность, теплостойкость, устойчивость окраски к различным воздействиям.

В модуле Нормирования сырья при расчете расхода скрепляющих материалов, а именно – швейных ниток, учитывается толщина соединяемых материалов.

Трудность переработки материала является комплексной характеристикой и определяет трудоемкость и стоимость изготовления изделия.

По результатам проведенных исследований произведена структуризация имеющихся экспертных знаний в области технологий учета свойств материалов при проектировании одежды. В таблице Г.1 Приложения Г отражены свойства материалов и характер их влияния на различные этапы проектирования изделия. Данная информация необходима в качестве исходной при последующей разработке автоматизированного способа учета свойств материалов и модификации автоматизированного процесса проектирования одежды.

2.4 Модификация автоматизированного процесса проектирования одежды с позиции учета свойств материалов

Проведенные аналитические исследования позволили определить наиболее полный перечень свойств материалов, которые оказывают влияние на процесс проектирования одежды, и те из этих свойств, учет которых уже реализован в автоматизированном режиме. В рамках предлагаемой концепции ИСАПРО полученные результаты отнесены к этапам проектирования, выполняемым в каждой из пяти подсистем, и приведены на рисунках 23-27.

На приведенных схемах показано, что из представленных свойств в автоматизированном режиме учитываются лишь некоторые и только на 13 этапах из 37 предлагаемых. При этом не во всех 13 случаях наблюдается полный учет данных свойств. Например, при выборе конструктивных прибавок и технологических припусков остаются без внимания ширина материала и раздвигаемость нитей в швах. Также не производится в автоматизированном режиме учет осыпаемости ткани при выборе величин припусков.

На основании выявленных зависимостей проектных работ и свойств материалов предлагается модифицировать процесс автоматизированного проектирования одежды посредством разработки и реализации автоматизированного способа учета свойств материалов.

Для реализации автоматизированного учета свойств материалов необходима автоматизированная оценка их характеристик (единичных показателей качества). Возможна количественная и/или качественная оценка характеристик свойств материалов. Как правило, на принятие тех или иных проектных решений влияние оказывает качественная оценка. Поэтому в том случае, когда показатель качества изначально измеряется количественно, целесообразно условное разделение материалов по группам, позволяющим дать качественную оценку, в соответствии с

которой и вырабатываются рекомендации по учету свойств материалов в процессе проектирования.

К настоящему времени специалистами отрасли по ряду свойств определены соответствия количественных оценок характеристик свойств группам качественных оценок, которые приведены в Приложении Д.

Подсистема	Модуль	Этап проектирования	Свойства материалов, влияющие на выполнение этапа (в автоматизированном режиме)	
			Учитываются	Не учитываются
Дизайнер	Создания художественного эскиза	Выбор ассортиментной группы, вида и назначения изделия		Сырьевой состав, Толщина, Поверхностная плотность, Вид отделки, Полная деформация растяжения, Остаточная циклическая деформация, Жесткость, Гигроскопичность, Воздухопроницаемость, Суммарное тепловое сопротивление, Водостойкость, Устойчивость окраски к различным воздействиям, Электризуемость, Стойкость к истиранию по плоскости, Стойкость к истиранию на сгибах, Устойчивость к различным воздействиям, Сорт, Пиллингуемость
		Выбор стилового решения		Сырьевой состав, Художественно-колористическое оформление, Цвет, Соответствие направлению моды, Вид отделки, Вид переплетения нитей
		Выбор цветового решения	Художественно-колористическое оформление, Цвет, Соответствие направлению моды	
		Выбор покроя		Жесткость, Драпируемость, Сминаемость (несминаемость), Ширина, Формовочная способность
		Выбор объемно-силуэтной формы		Жесткость, Сминаемость (несминаемость), Драпируемость, Воздухопроницаемость, Ширина, Толщина
	Создания технического рисунка	Выбор степени прилегания		Воздухопроницаемость, Сминаемость (несминаемость), Полная деформация растяжения, Остаточная циклическая деформация, Капиллярность, Раздвигаемость нитей
		Выбор конструктивно-технологических средств формообразования		Художественно-колористическое оформление, Осыпаемость, Раздвигаемость нитей, Прозрачность, Формовочная способность, Толщина, Структура (наличие ворса)
		Выбор конструктивно-декоративных элементов		Водостойкость, Жесткость, Остаточная циклическая деформация, Раздирающая нагрузка, Прорубаемость, Драпируемость, Изменение линейных размеров после, мокрых обработок и ВТО
		Выбор вида фурнитуры	Цвет, Художественно-колористическое оформление	

Рисунок 23 – Схема учета свойств материалов в автоматизированном режиме при выполнении этапов проектирования в подсистеме «Дизайнер»

Подсистема	Модуль	Этап проектирования	Свойства материалов, влияющие на выполнение этапа (в автоматизированном режиме)	
			Учитываются	Не учитываются
Конфекционер	Создания конфекционной карты и разработки рекомендаций по выбору конструктивно-технологических параметров изделия	Выбор основного материала		Драпируемость, Сминаемость (несминаемость), Формовочная способность, Ширина, Воздухопроницаемость, Толщина, Поверхностная плотность, Полная деформация растяжения, Остаточная циклическая деформация, Капиллярность, Раздвигаемость нитей, Прозрачность, Структура (наличие ворса), Водоупорность, Раздирающая нагрузка, Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, Прорубаемость
		Выбор прокладочного материала		Цвет, Туше, гриф, Прозрачность, Вид отделки, Толщина, Структура (наличие ворса), Поверхностная плотность, Плотность переплетения нитей, Жесткость, Воздухопроницаемость, Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, Формовочная способность, Устойчивость окраски к различным воздействиям, Стойкость к истиранию на сгибах, Стойкость к истиранию по плоскости
		Выбор подкладочного материала		Художественно-колористическое оформление, Цвет, Соответствие направлению моды, Туше, гриф, Прозрачность, Толщина, Поверхностная плотность, Плотность переплетения нитей, Полная деформация растяжения, Тангенциальное сопротивление, Раздвигаемость нитей, Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, Гигроскопичность, Воздухопроницаемость, Устойчивость окраски к различным воздействиям, Стойкость к истиранию по плоскости
		Выбор скрепляющих материалов		Сырьевой состав, Художественно-колористическое оформление, Цвет, Прозрачность, Толщина, Плотность переплетения нитей, Поверхностная плотность, Полная деформация растяжения, Осыпаемость, Раздвигаемость нитей, Прорубаемость, Устойчивость окраски к различным воздействиям, Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО
		Выбор отделочных материалов		Сырьевой состав, Художественно-колористическое оформление, Цвет, Соответствие направлению моды, Толщина, Полная деформация растяжения, Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, Устойчивость окраски к различным воздействиям
		Выбор фурнитуры		Сырьевой состав, Художественно-колористическое оформление, Цвет, Соответствие направлению моды, Толщина, Структура (наличие ворса), Поверхностная плотность, Устойчивость окраски к различным воздействиям

Рисунок 24 – Схема учета свойств материалов в автоматизированном режиме при выполнении этапов проектирования в подсистеме «Конфекционер»

Подсистема	Модуль	Этап проектирования	Свойства материалов, влияющие на выполнение этапа (в автоматизированном режиме)	
			Учитываются	Не учитываются
Конструктор	Построения базовой конструкции	Выбор конструктивных прибавок и технологических припусков	Сырьевой состав, Толщина, Полная деформация растяжения, Изменение	Ширина, Раздвигаемость нитей, Капиллярность, Воздухопроницаемость
		Определение величин посадки и раствора вытачек	Сырьевой состав	Толщина, Формовочная способность
	Построения исходной модельной конструкции	Выбор конструктивно-технологических средств формообразования		Художественно-колористическое оформление, Осыпаемость, Раздвигаемость нитей, Прозрачность, Формовочная способность, Толщина, Структура (наличие ворса)
		Выбор конструктивно-декоративных элементов	Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО	Водоупорность, Жесткость при изгибе, Остаточная циклическая деформация, Раздирающая нагрузка, Прорубаемость, Драпируемость
	Построения лекал	Выбор допускаемых отклонений от направления нити основы	Структура (наличие ворса), Художественно-колористическое	
		Выбор величин припусков	Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, Толщина	Осыпаемость
		Выбор дополнительных контрольных знаков	Трудность переработки	

Рисунок 25 – Схема учета свойств материалов в автоматизированном режиме при выполнении этапов проектирования в подсистеме «Конструктор»

Подсистема	Модуль	Этап проектирования	Свойства материалов, влияющие на выполнение этапа (в автоматизированном режиме)	
			Учитываются	Не учитываются
Раскладка	Планирования раскроя	Выбор настольного оборудования		Жесткость, Полная деформация растяжения, Воздухопроницаемость, художественно-колористическое оформление, Ширина
		Выбор раскройного оборудования (метода раскроя)		Сырьевой состав, Ширина, Толщина, Полная деформация растяжения, Жесткость
		Определение высоты настила	Толщина	Тангенциальное сопротивление
		Выбор направления настилки полотен	Структура (наличие ворса), Вид переплетения, Блеск, Цвет, художественно-колористическое оформление	
	Раскладки	Выбор способа раскладки	Ширина, Структура (наличие ворса), Вид переплетения, Блеск, Цвет, художественно-колористическое оформление	

Рисунок 26 – Схема учета свойств материалов в автоматизированном режиме при выполнении этапов проектирования в подсистеме «Раскладка»

Подсистема	Модуль	Этап проектирования	Свойства материалов, влияющие на выполнение этапа (в автоматизированном режиме)	
			Учитываются	Не учитываются
Технолог	Разработки технологической последовательности и технологической карты	Выбор методов технологической обработки (видов соединения)		Сырьевой состав, Прозрачность, Вид отделки, Толщина, Структура (наличие ворса), Раздирающая нагрузка, Полная деформация растяжения, Жесткость, Осыпаемость, Раздвигаемость нитей, Прорубаемость, Водоупорность, Стойкость к истиранию на сгибах, Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, Вид лицевой и изнаночной сторон
		Выбор последовательности сборки		художественно-колористическое оформление, Толщина, Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО
		Выбор дополнительных операций (уточнение размеров деталей после ВТО, подгонка рисунка, подрезка припусков и срезов)		художественно-колористическое оформление, Изменение линейных размеров после мокрых обработок и ВТО, Толщина, Осыпаемость, Полная деформация растяжения
		Выбор швейного оборудования		Вид отделки, Толщина, Полная деформация растяжения, Жесткость, Тангенциальное сопротивление, Прорубаемость, Теплостойкость
		Выбор оборудования для ВТО		Вид отделки, Структура (наличие ворса), Толщина
	Проектирования процесса производства	Выбор параметров соединения		Вид отделки, Толщина, Плотность переплетения нитей, Структура (наличие ворса), Полная деформация растяжения, Осыпаемость, Раздвигаемость нитей, Прорубаемость
		Выбор направления стачивания срезов		Структура (наличие ворса)
		Выбор способа и режимов ВТО		Вид отделки, Толщина, Структура (наличие ворса), Сминаемость (несминаемость), Формовочная способность, Устойчивость окраски к различным воздействиям, Теплостойкость
	Нормирования сырья	Расчет расхода скрепляющих материалов	Толщина	
	Расчета трудоемкости и стоимости изготовления		Трудность переработки	

Рисунок 27 – Схема учета свойств материалов в автоматизированном режиме при выполнении этапов проектирования в подсистеме «Технолог»

В соответствии с имеющимися группами качественных оценок характеристик свойств материалов произведена структуризация существующих рекомендаций по учету свойств материалов при принятии решений на том или ином этапе проектирования. В таблицах Е.1-Е.5 Приложения Е приведены варианты выбора проектных решений в зависимости от группы качественной оценки таких свойств, как драпируемость, несминаемость, осыпаемость, прорубаемость, раздвигаемость.

Таким образом, определена поэтапная стратегия создания экспертной системы «Материаловед»; произведена структуризация и формализация знаний предметной области «Материаловедение швейного производства» на основе онтологического подхода. С помощью инструментального средства – программы Protégé – создана онтология предметной области «Материаловедение швейного производства», составляющая основу базы знаний данной ПО; произведена структуризация имеющихся экспертных знаний в области технологий учета свойств материалов при проектировании одежды; составлены схемы учета свойств материалов в автоматизированном режиме при выполнении этапов проектирования в подсистемах ИСАПРО, из которых определено, что в настоящее время реализован в автоматизированном режиме учет некоторых свойств на 13 этапах из 37 предлагаемых.

3 Разработка прототипа интеллектуальной информационной системы «Конфекционер»

3.1 Разработка алгоритма функционирования подсистемы «Конфекционер»

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 «Конфекционер» в рамках интегрированной САПР одежды. Для описания алгоритма составлена укрупненная блок-схема (рис. 28), содержащая проектные операции и процедуры и представленная последовательностью действий, выполняемых проектировщиком и программным обеспечением.

Известно, что при формировании пакета материалов для проектируемого изделия исходной информацией может являться либо технический рисунок и описание модели, либо основной материал и его характеристики. В соответствии с этим разработанный алгоритм предполагает два пути решения поставленной в подсистеме задачи. На первом этапе (блок 1) проектировщик выбирает вариант (№1 или №2) исходных данных. При ответе ДА (вариант №1), исходными данными для запуска подсистемы «Конфекционер» является информация об основном материале и его свойствах. Для выбора варианта №2, где исходными данными являются технический рисунок (ТР) и техническое описание (ТО) изделия, необходимо ответить НЕТ.

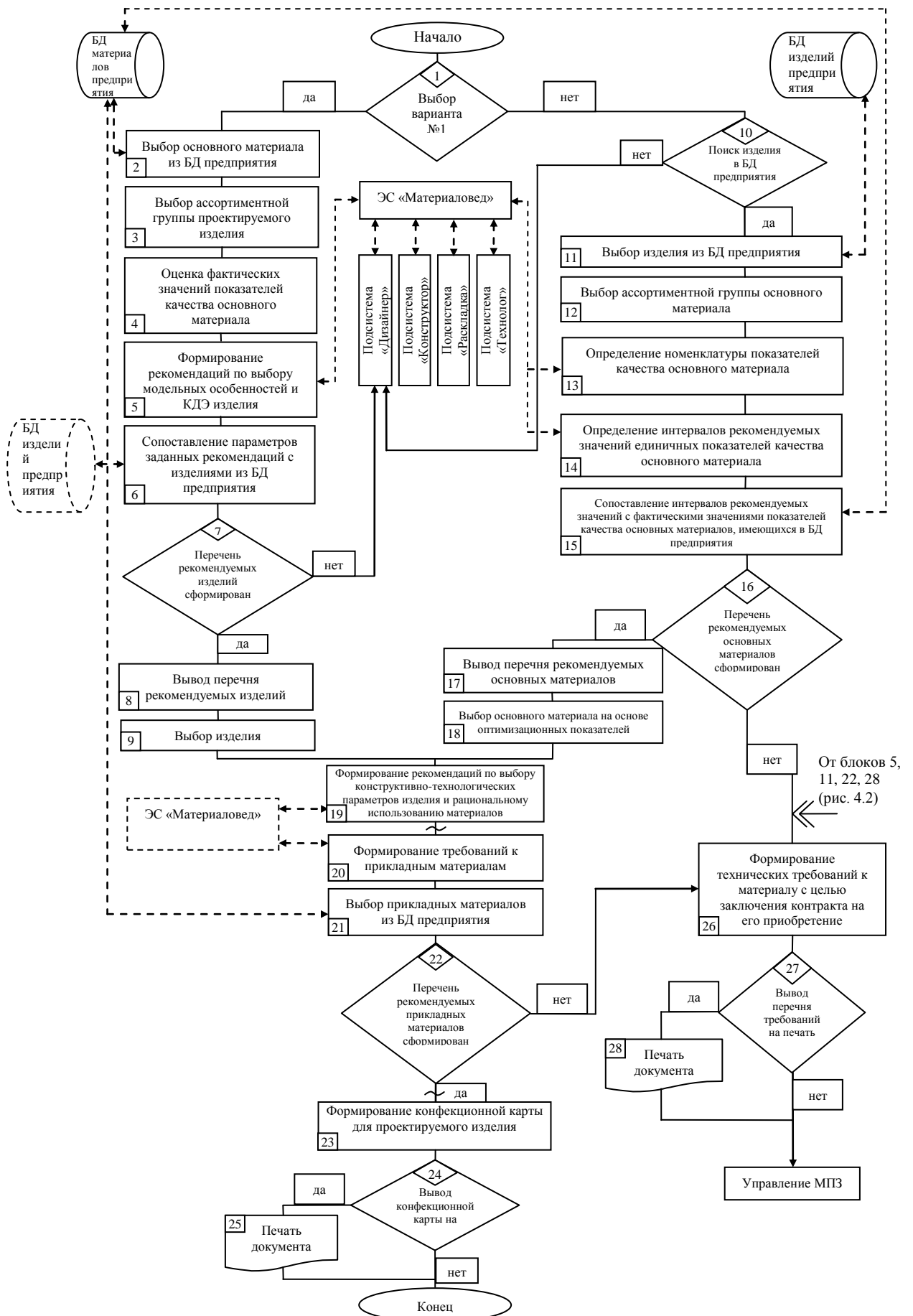


Рисунок 28 – Блок-схема алгоритма функционирования подсистемы «Конфекционер»

В случае выбора первого варианта проектировщику предоставляется возможность выбрать основной материал из базы данных материалов предприятия (блок 2). Затем производится выбор ассортиментной группы изделия (блок 3).

При этом ассортиментная группа изделия определяется автоматически (по связи с ассортиментной группой основного материала) или может быть выбрана/добавлена специалистом из предложенного перечня. Далее программа осуществляет оценку фактических значений показателей качества основного материала (блок 4), на основе которой, посредством ЭС Материаловед, формирует рекомендации по выбору модельных особенностей и конструктивно-декоративных элементов изделия (блок 5).

Следующим шагом является сопоставление параметров заданных рекомендаций с изделиями из БД изделий предприятия (блок 6). В случае, когда результат сопоставления может быть представлен изделием/изделиями из БД предприятия (блок 7, вариант ДА), выводится перечень рекомендуемых изделий (блок 8). В случае варианта НЕТ – управление передается в подсистему Дизайнер для создания ТР изделия, отвечающего заданным параметрам. Выбор изделия (блок 9) из предложенного в блоке 8 перечня производится специалистом по соответствующим критериям.

Возвращаясь к блоку 1 при выборе варианта №2 исходных данных, производится поиск ТР и ТО изделия из БД изделий предприятия (блок10, вариант ДА), либо управление передается в подсистему Дизайнер, где создается ТР требуемого изделия. После выбора специалистом изделия из БД (блок 11) производится выбор ассортиментной группы основного материала (вариант, предоставляемый автоматически, может быть дополнен выбранным вручную из предложенного списка). Затем с использованием ЭС производится определение интервалов рекомендуемых значений единичных показателей качества основного материала (блок 14). Сопоставление

интервалов рекомендуемых значений с фактическими значениями единичных показателей качества основных материалов, имеющихся в БД предприятия, производится в блоке 15. В случае положительного результата сопоставления (блок 16, вариант ДА) выводится перечень рекомендуемых основных материалов (блок 17). Выбор основного материала из предложенного перечня (блок 18) производится специалистом на основе следующих оптимизационных показателей: художественно-колористическое оформление, цвет.

В случае отрицательного результата (блок 16, вариант НЕТ) в блоке 26 формируются технические требования к материалу с целью заключения контракта на его приобретение. Возможен вывод перечня требований на печать (блок 27, вариант ДА, блок 28).

Когда получены данные о проектируемом изделии и свойствах материала верха посредством ЭС Материаловед, формируются рекомендации по выбору конструктивно-технологических параметров изделия и рациональному использованию материалов (блок 19), а также требования к прикладным материалам (блок 20). Выбор прикладных материалов осуществляется в соответствии с указанными рекомендациями (блок 21), при этом возможен выбор материалов из базы данных либо формирование заявки на их приобретение (блок 26).

Заключительным этапом работы подсистемы «Конфекционер» является формирование конфекционной карты проектируемого изделия (блок 23), которая может быть выведена на печать (блок 24, вариант ДА) и представлена в виде печатного документа (блок 25). Информация о полученном результате сохраняется в БД конфекционных карт. Формирование конфекционной карты и последующее их накопление позволит повторно использовать результаты процесса конфекционирования, при необходимости с возможным внесением корректив.

На рисунке 29 представлен фрагмент блок-схемы, отражающий этапы выбора прикладных материалов. Первым из этапов является формирование специалистом структуры пакета материалов изделия (блок 1). Затем последовательно производится подбор подкладочного, прокладочного, скрепляющих, отделочных материалов и фурнитуры. В случае, если какой-либо из прикладных материалов не входит в структуру пакета, алгоритм предусматривает автоматический переход на следующий этап.

Если в структуру пакета входит подкладочный материал (блок 2, ответ ДА), то в блоке 3 происходит формирование номенклатуры показателей качества подкладочных материалов и определение интервалов их рекомендуемых значений. Затем производится сопоставление рекомендуемых интервалов значений с фактическими значениями показателей качества подкладочных материалов из БД предприятия. В случае найденных совпадений (блок 5, ответ ДА) программа производит вывод перечня рекомендуемых подкладочных материалов (блок 6), из которого специалист при помощи ЭС «Материаловед» выбирает тот или иной вариант. В случае, если подкладочный материал в пакет изделия не входит (блок 2, ответ НЕТ), алгоритм переходит на следующий уровень – выбор прокладочного материала. Аналогично выбору подкладочного материала представлен процесс выбора остальных прикладных материалов.

3.2 Автоматизация процесса конфекционирования материалов для проектируемого изделия

В соответствии с алгоритмом функционирования подсистемы «Конфекционер», предложенным в п. 4.1, произведена автоматизация процесса конфекционирования материалов для проектируемого изделия.

Согласно блок-схеме алгоритма (рис. 28), процесс конфекционирования может идти двумя путями, в зависимости от исходных данных (рис. 30).

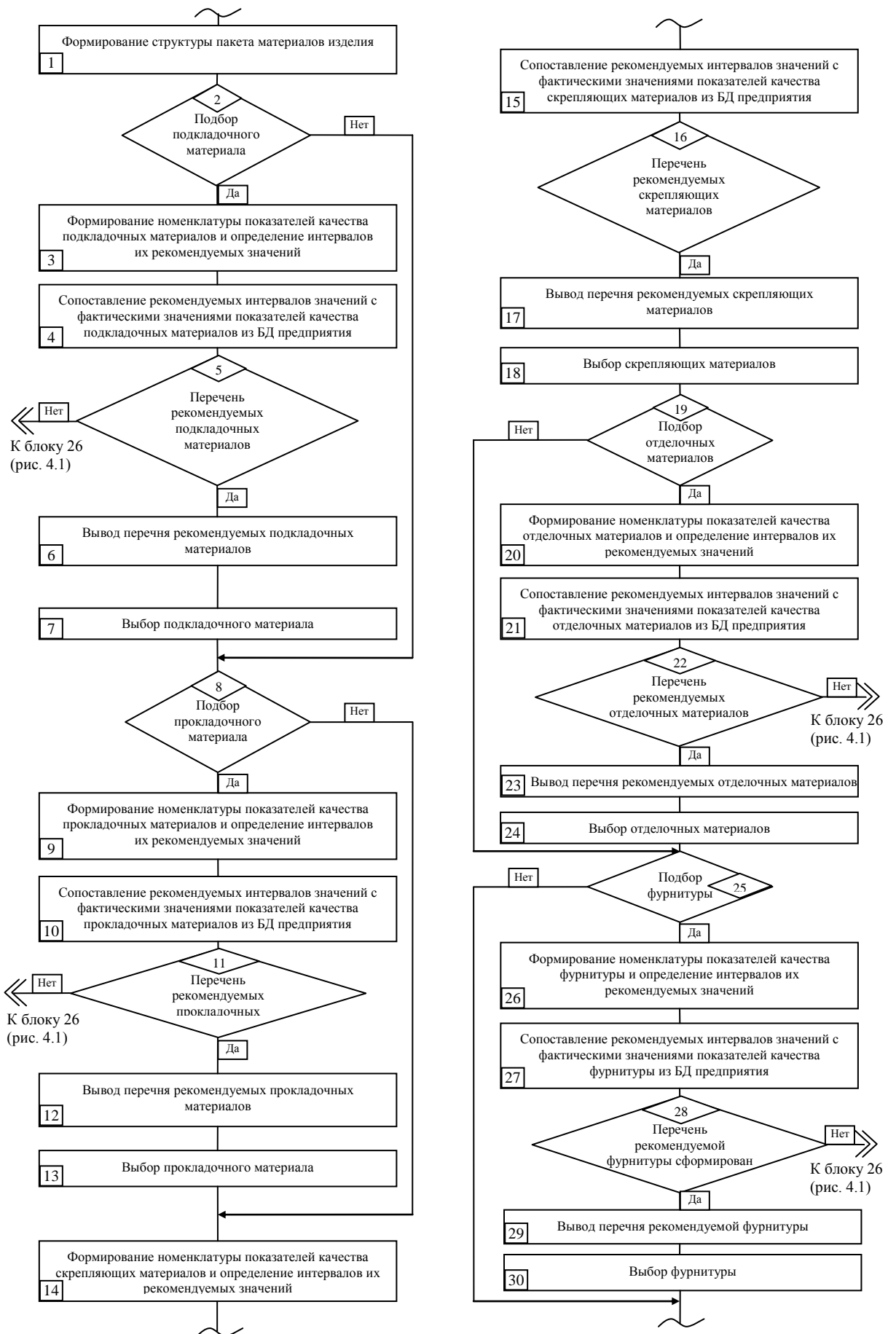


Рисунок 29 – Фрагмент блок-схемы алгоритма (рис.28) – этап выбора прикладных материалов

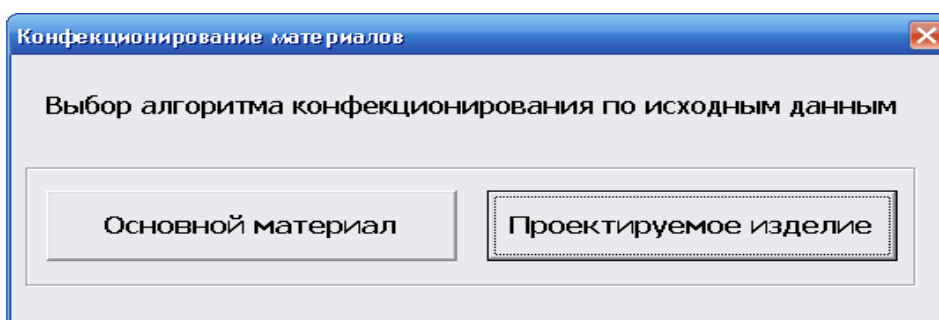


Рисунок 30 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»: Выбор алгоритма конфекционирования по исходным данным

В качестве примера рассмотрим вариант, когда исходными данными выбрано проектируемое изделие – пальто демисезонное женское. В данном случае открывается следующее диалоговое окно – Выбор изделия (рис. 31), в левой части которого представлена иерархическая структура класса Одежда (в соответствии с онтологией ПО «МШП», см. п. 3.2). Следуя структуре, пользователь выбирает необходимый ассортимент, вид одежды и конкретную модель. В правой части диалогового окна приведено описание внешнего вида выбранного изделия, которое представлено в табличной форме и содержит характеристики описания, их значения, а также примечания (количество элементов, их расположение, модельные особенности) (Приложение Ж, табл. Ж.1). В этом же диалоговом окне автоматически производится выбор ассортиментной группы основного материала в соответствии с ассортиментной группой проектируемого изделия (табл. 1). При этом автоматический выбор может быть скорректирован пользователем с помощью выпадающего списка, который позволяет выбирать и добавлять дополнительные ассортиментные группы основного материала. Вид основного материала также может быть выбран с помощью выпадающего списка. Иконка Технический рисунок при активации двойным кликом компьютерной мыши отображает технический рисунок проектируемого изделия.

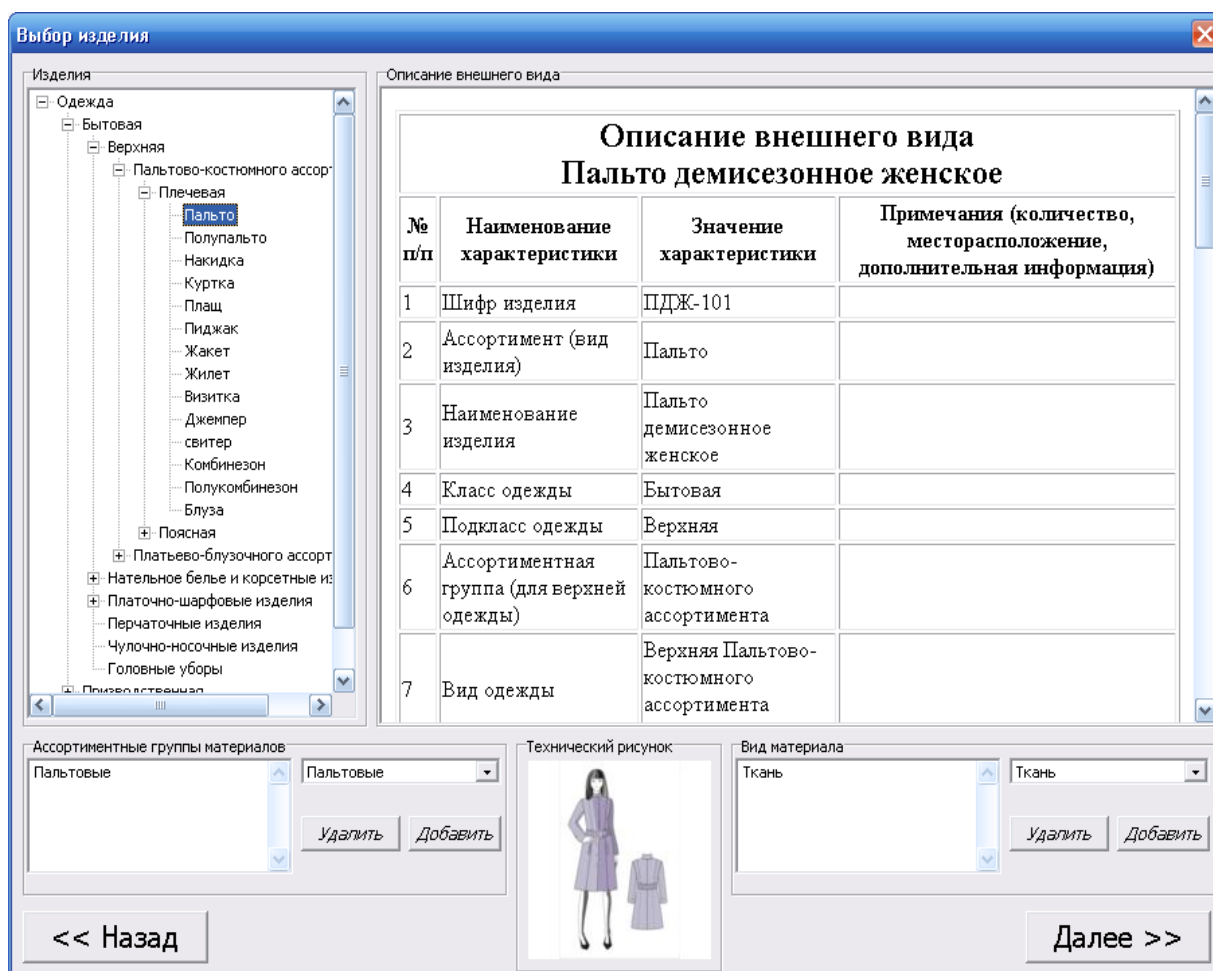


Рисунок 31 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»: Выбор изделия

Таблица 1 – Выбор ассортиментной группы материала в соответствии с ассортиментной группой изделия

№ п/п	Ассортиментная группа изделия	Ассортиментная группа основного материала
1	Бытовая Верхняя Пальтово-костюмного ассортимента	Пальтовые Костюмные Плащевые и курточные Плательно-костюмные
2	Бытовая Верхняя Платьево-блузочного ассортимента	Плательно-сорочечные Блузочные
3	Бытовая Нательное белье и корсетные изделия	Бельевые Корсетные
4	Производственная	Специальные

При нажатии клавиши «Далее» появляется диалоговое окно Показатели качества основного материала (рис. 32), в левой части которого представлены показатели качества (основные и дополнительные), в правой

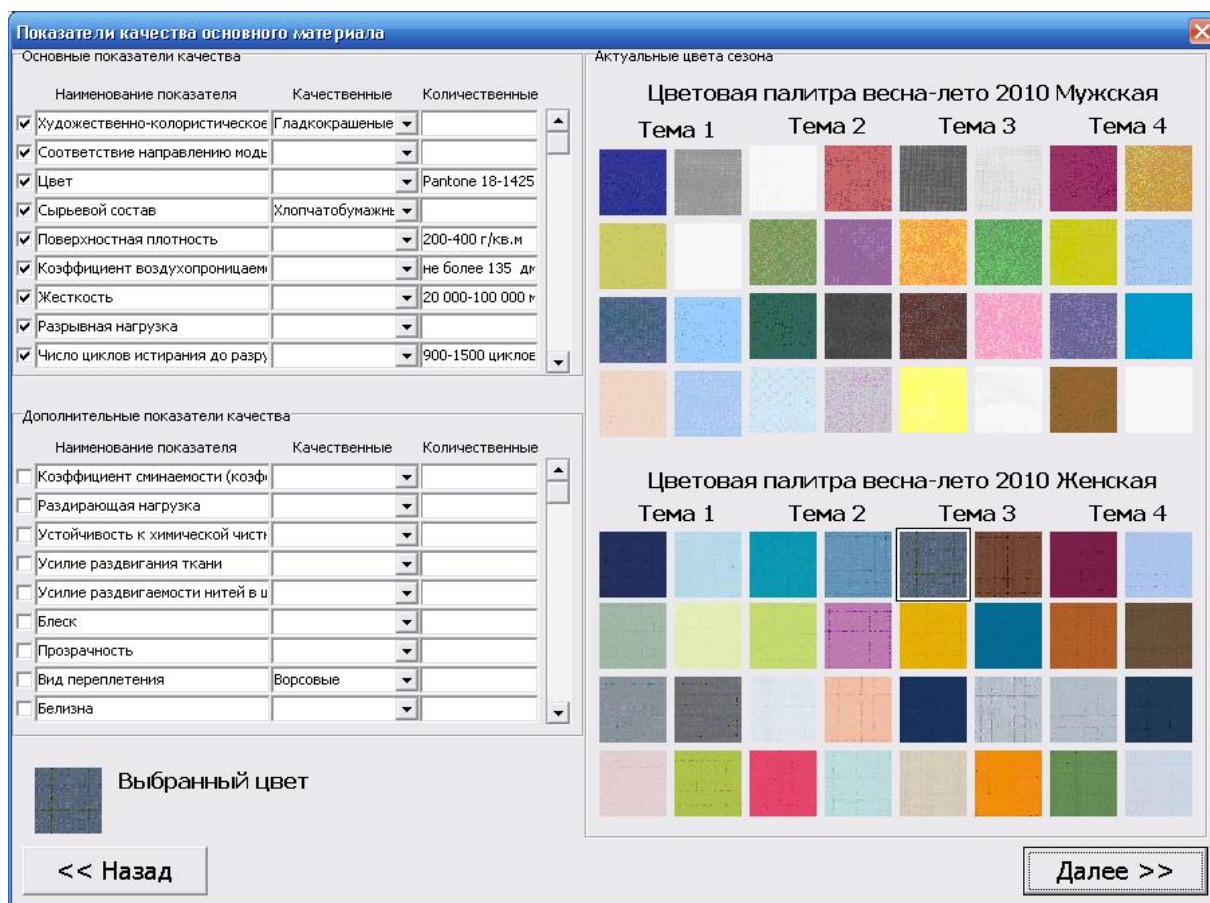


Рисунок 32 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»:

Показатели качества основного материала

– палитра актуальных цветов (пантоны) текущего и перспективного периодов, включая пантоны на несколько последних лет.

Основные показатели качества выбираемого материала верха приведены в левой верхней части диалогового окна и включают в себя: художественно-колористическое оформление, соответствие направлению моды, цвет, сырьевой состав, поверхностную плотность, коэффициент воздухопроницаемости, жесткость, толщину, число циклов истирания до разрушения пробы, устойчивость окраски к различным воздействиям. При этом основные показатели качества приводятся списком в порядке значимости требований к материалу верха, которым они соответствуют (табл. 2). В свою очередь значимость требований к материалу верха

определяется видом и назначением проектируемого изделия (табл. 3). Основные показатели качества активны для поиска материала верха автоматически, но, если необходимо, возможно исключение одного или нескольких из них.

Таблица 2 – Номенклатура основных единичных показателей качества основного материала

№ п/п	Групповой показатель	Единичные показатели
1	2	3
1	Эстетические	Художественно-колористическое оформление Соответствие направлению моды Цвет
2	Эргономические	Сырьевой состав Поверхностная плотность Воздухопроницаемость Жесткость Толщина
3	Функциональные	Поверхностная плотность Воздухопроницаемость Жесткость
4	Надежности	Прочность при разрыве Стойкость к истиранию по плоскости Устойчивость окраски к различным воздействиям
5	Конструкторско-технологические	Толщина Жесткость Поверхностная плотность Сырьевой состав

Таблица 3 – Ориентировочная значимость требований, предъявляемых к материалам для одежды различного вида и назначения

Виды одежды и назначение	Требования к материалам и их значимость				
	Эстетические	Конструкторско-технологические	Эргономические	Функциональные, надежности	Экономические
1	2	3	4	5	6
Женское платье					
Домашнее,	2	5	1	3	4

Окончание табл.3

1	2	3	4	5	6
повседневное					
Деловое, нарядное	1	3	2	4	5
Мужские сорочки					
Повседневные, спортивные	3	4	1	1	2
Нарядные	1	3	2	4	5
Костюмы					
Для торжественных случаев	1	2	3	4	5
Повседневные, деловые	2	5	4	1	3
Детские	3	5	1	4	2
Спортивные	3	5	1	2	4
Ведомственные	2	5	3	1	4
Пальто					
Женские летние	1	2	3	4	5
Женские демисезонные и зимние	1	3	1	2	4
Для девочек	2	3	1	4	4
Мужские	2	3	1	1	4
Подростковые, юношеские	2	5	1	3	4
Детские	3	4	1	5	2

При задании поисковых значений показателей качества используются их качественные и количественные значения оценки. Качественные значения таких основных показателей, как художественно-колористическое оформление и сырьевой состав, задаются пользователем посредством выбора из выпадающих списков. Соответствие направлению моды задается номером пантона, выбранного в правой части диалогового окна. Цвет искомого материала верха задается из стандартной цветовой палитры в соответствии с выбранным пантоном, которое определяется программой автоматически. Исходя из определенных ранее сырьевого состава и ассортиментной группы искомого материала верха,

автоматически определяются количественные значения поверхностной плотности и числа циклов истирания до разрушения пробы (Приложение Ж, табл. Ж.2). Ассортиментная группа материала определяет количественные значения жесткости и коэффициента воздухопроницаемости (Приложение Ж, табл. Ж.3). Количественное значение толщины задается автоматически в соответствии с видом материала и его ассортиментной группой (Приложение Ж, табл. Ж.4).

При этом на выбор сырьевого состава, поверхностной плотности, коэффициента воздухопроницаемости, жесткости и толщины помимо перечисленных факторов оказывают влияние модельные особенности проектируемого изделия. Таким образом, заданные интервалы количественных поисковых значений уточняются для каждой конкретной модели.

Перечень дополнительных показателей качества основного материала приведен в Приложении Ж, таблице Ж.5. Данные показатели активируются для поиска автоматически в том случае, если их необходимо учесть в зависимости от модельных особенностей проектируемого изделия, его вида и назначения. Активированные показатели располагаются в виде списка на вышестоящих позициях, оставшиеся показатели смещаются ниже и при необходимости могут быть активированы пользователем для поиска основного материала.

После того, как все необходимые значения показателей для поиска основного материала заданы, при нажатии на клавишу «Далее» появляется диалоговое окно (рис. 33), в левой части которого представлен перечень основных материалов из базы данных предприятия, удовлетворяющих заданным параметрам. В правой части диалогового окна пользователь может просмотреть подробную информацию по каждому из материалов и сделать выбор.

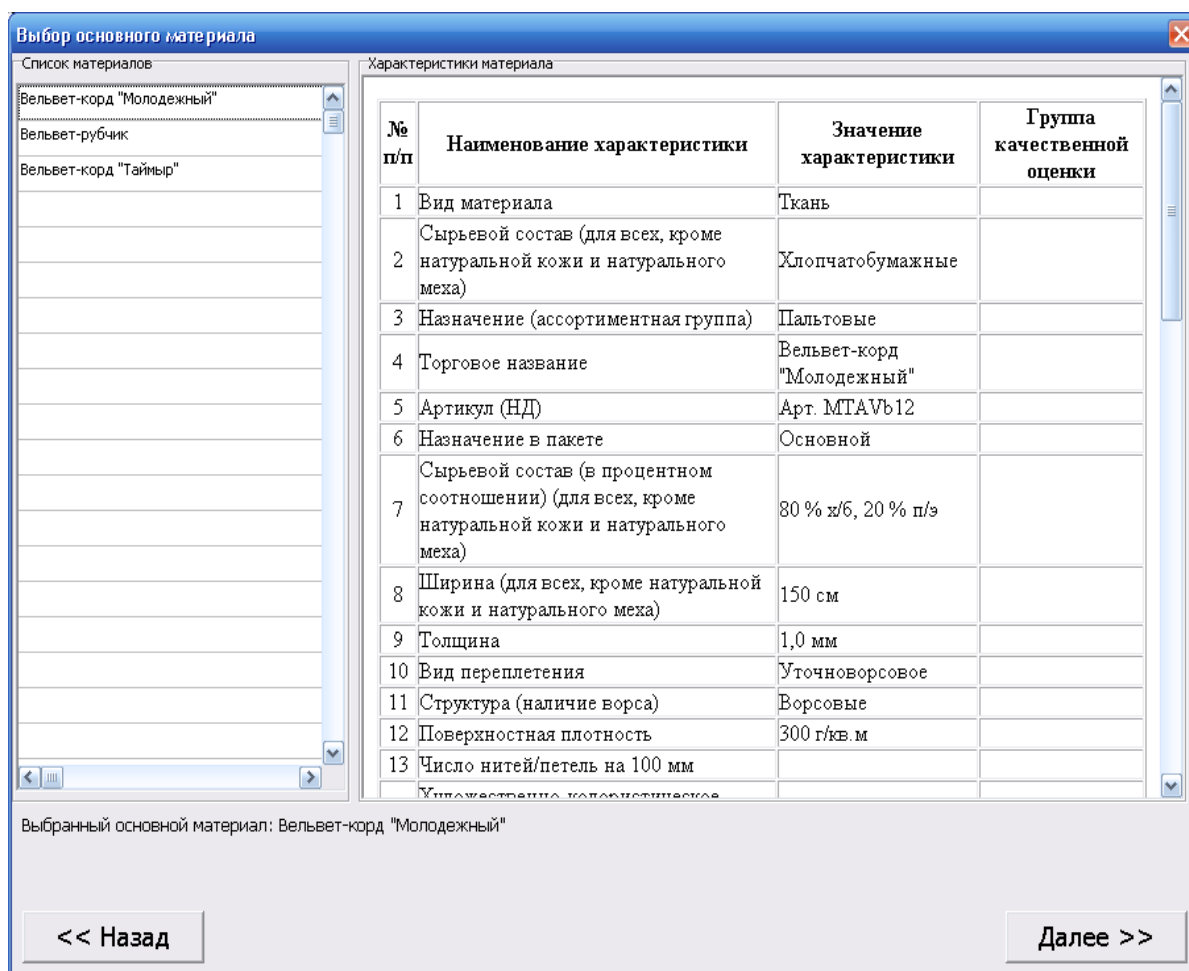


Рисунок 33 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»:

Выбор основного материала

Далее, исходя из характеристик проектируемого изделия и выбранного основного материала, программой автоматически формируются рекомендации по выбору конструктивно-технологических параметров изделия и рациональному использованию материалов.

Следующим шагом при конфекционировании материалов является формирование структуры пакета в соответствующем диалоговом окне (рис. 34). Здесь представлены вкладки по наименованию видов материалов в пакете: Подкладочные, Прокладочные, Скрепляющие, Отделочные, Фурнитура. Переходя по вкладкам, пользователь производит выбор необходимых для конкретной модели прикладных материалов. При этом в левой части диалогового окна представлена структура материалов, отображающая общую характеристику выбираемых материалов.

Например, при выборе подкладочного материала пользователь выбирает его назначение (для основной подкладки изделия), вид материала (ткани), сырьевой состав (шелковые). При нажатии на клавишу «Добавить» открывается диалоговое окно, аналогичное окну «Выбор основного материала», с номенклатурой показателей качества, приведенной для каждого из видов прикладных материалов (Приложение И, табл. И.6-Л.10).

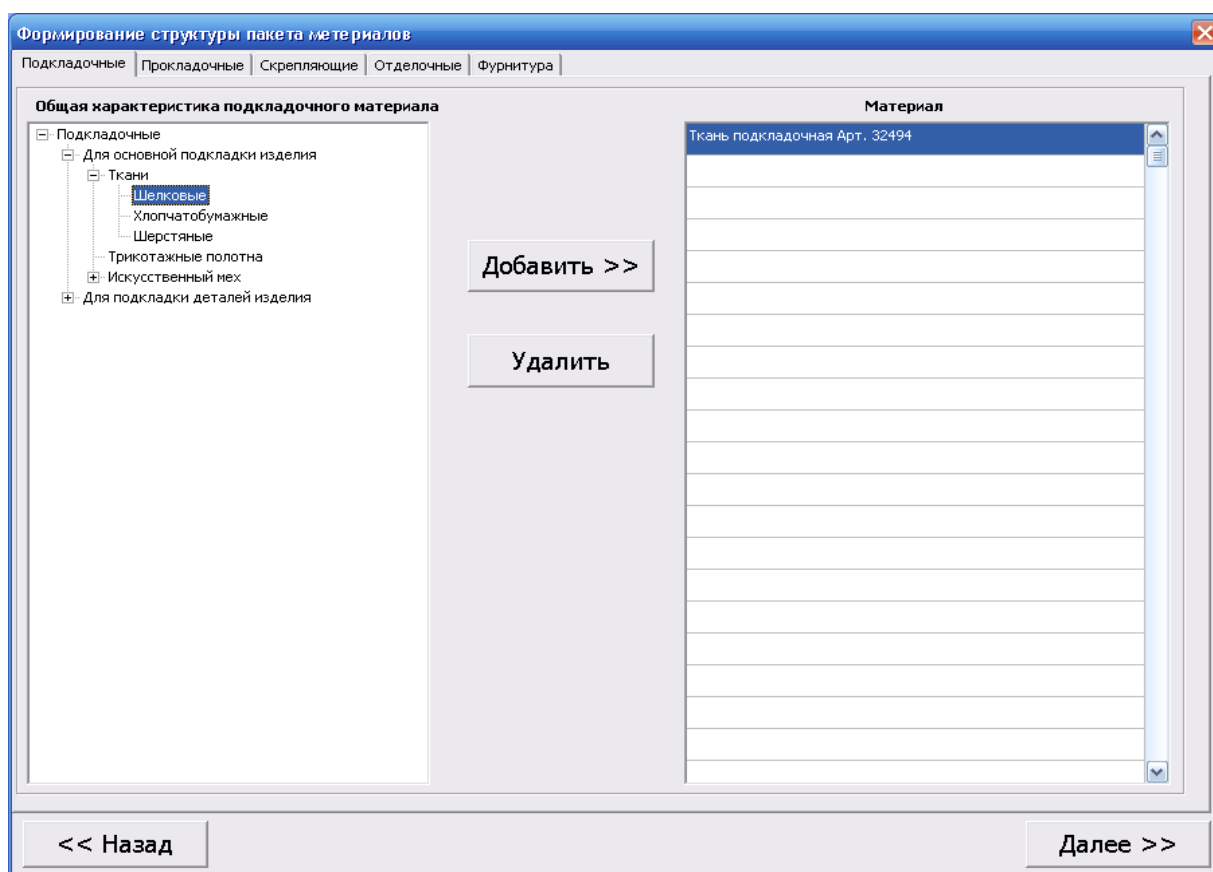


Рисунок 34 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»:

Формирование структуры пакета материалов

Как и в случае с выбором материала верха, при выборе каждого из прикладных материалов программа предлагает пользователю списки материалов из базы данных предприятия, которые удовлетворяют поисковым значениям и пользователь выбирает требуемый материал.

Заключительным этапом работы в ИИС «Конфекционер» является составление конфекционной карты (рис. 35).

Конфекционная карта

Наименование изделия: Пальто демисезонное женское Модель: ПДЖ-101 Рекомендуемые размеры, роста: 84-96 / 152-170 Полнотно-возрастная группа 1-ая: Младшая (18-29 лет) / Средняя (30-44 года)

№ п/п	Вид материала	Сырьевой состав	Назначение (ассортиментная группа)	Торговое название	Артикул (НД)	Назначение в пакете
1	2	3	4	5	6	7
1.	Ткань	Хлопчатобумажная	Пальтовая	Вельвет-корд "Молодежный"	Арт. МТАVb12	Основной материал
2.	Ткань	Шелковая	Подкладочная	Ткань подкладочная	Арт. 32494	Подкладочный материал
3.	Ткань с полиамидным покрытием		Прокладочная	Ткань прокладочная	Арт. 7175	Прокладочный материал
4.	Нитки швейные	Лавсановые	Скрепляющие материалы		№ 33Л	Скрепляющие материалы
5.	Тесьма плетеная	Хлопчатобумажная	Отделочные материалы			Отделочные материалы
6.	Пуговицы с полупотайным ушком	Пластмассовые	Фурнитура			Фурнитура
7.	Пряжка	Металлическая	Фурнитура			Фурнитура
8.	Люверсы	Металлическая	Фурнитура			Фурнитура

<< Назад Печать ОК

Рисунок 35 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»: Конфекционная карта

Документ «Конфекционная карта» содержит перечень необходимых материалов для проектируемого изделия, а также наименование изделия, код модели, рекомендуемые размеры и роста, рекомендуемые полнотные и возрастные группы. Документ хранится в электронном виде в базе данных конфекционных карт и может быть выведен на печать.

При возврате к началу работы в ИИС «Конфекционер» возможен выбор второго варианта исходных данных – основного материала. В этом случае появляется диалоговое окно Выбор основного материала (рис. 36), в левой части которого представлена иерархическая структура базы данных материалов предприятия, с помощью которой пользователь выбирает необходимый материал. В правой части диалогового окна в табличной форме представляется характеристика выбранного материала. В

соответствии с ассортиментной группой выбранного материала верха автоматически определяется ассортиментная группа проектируемого изделия. Выпадающий список позволяет корректировать наименование ассортиментных групп изделий (пальтово-костюмный ассортимент, платьево-блузочный ассортимент, нательное белье и корсетные изделия, производственная одежда).

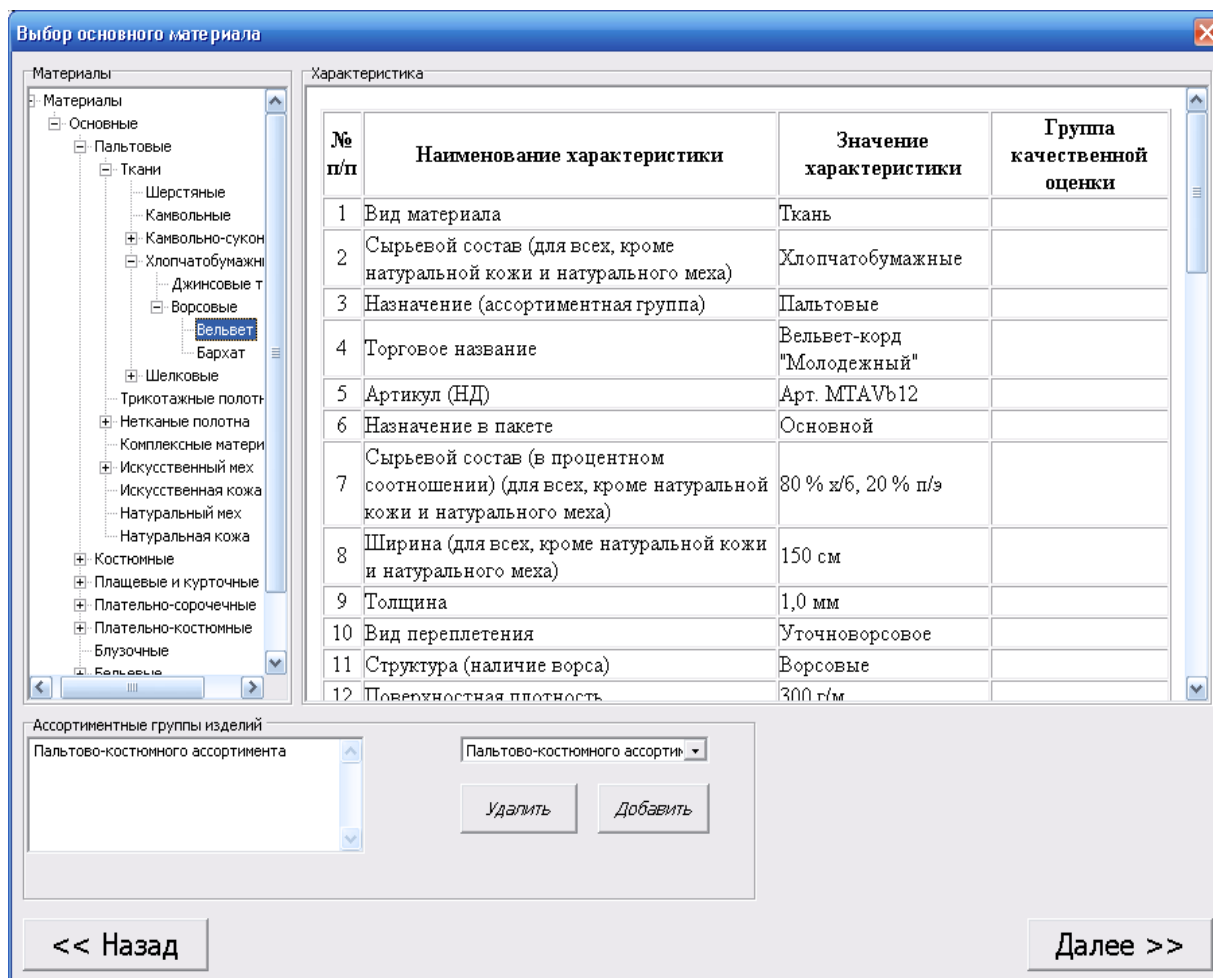


Рисунок 36 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»: Выбор основного материала

При нажатии клавиши «Далее» появляется диалоговое окно Рекомендуемые характеристики изделия (рис. 37) [49-52]. В данном окне необходимо ввести значения характеристик выбираемого изделия (Приложение В, табл. В.2), которые определяются в соответствии с качественными оценками значений показателей качества выбранного основного материала. Значения показателей качества материалов оцениваются

автоматически при поступлении материала на предприятие и внесении информации о нем в базу данных предприятия.

Значение характеристики «Вид одежды» пользователь выбирает из

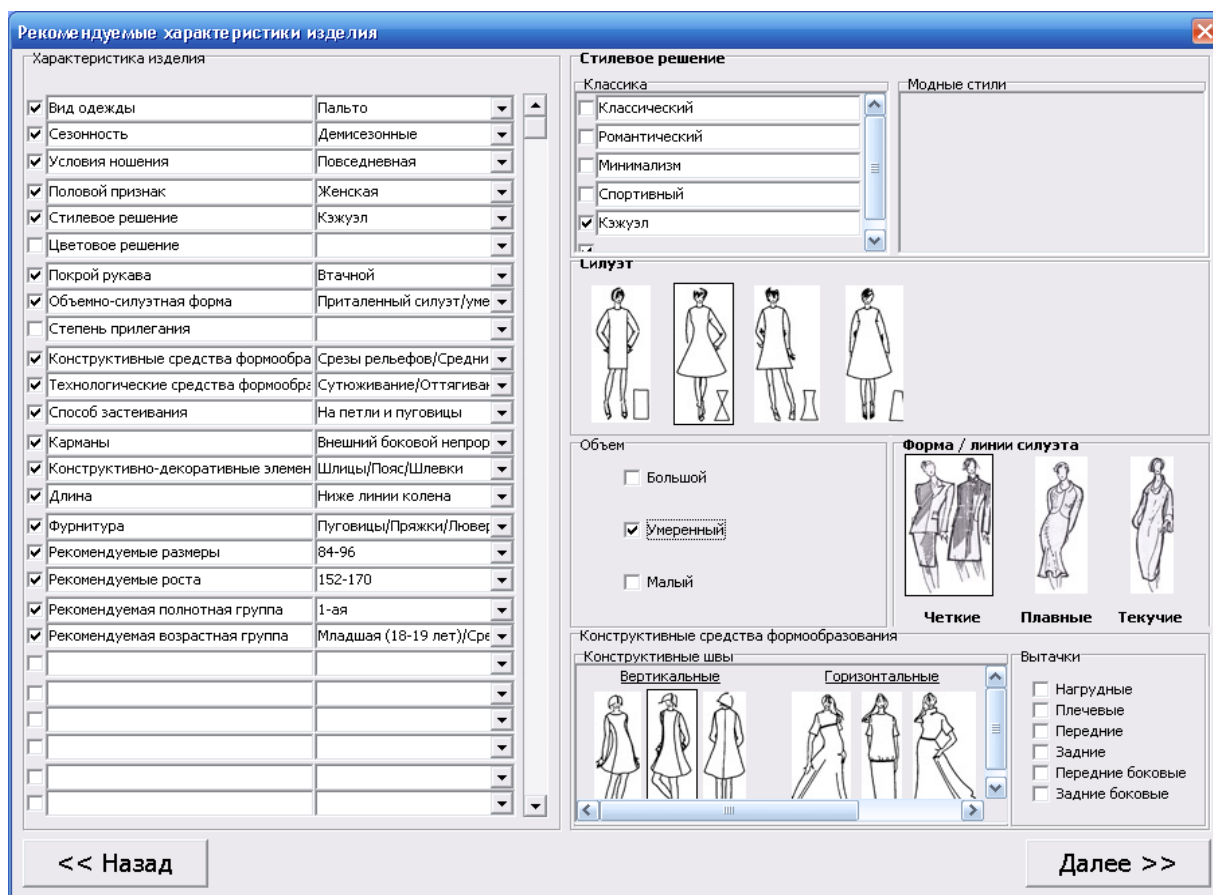


Рисунок 37 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»: Рекомендуемые характеристики изделия

вариантов выпадающего списка, которые автоматически ограничены выбранным ранее ассортиментом одежды. Сезонность изделия определяется автоматически в зависимости от свойств материала верха и ассортимента. Условия ношения проектируемого изделия будут зависеть от вида отделки, значений показателей выносливости и эргономических свойств основного материала. Значение характеристики «Половой признак» пользователь выбирает из вариантов выпадающего списка.

Оформление внешнего вида, отделка, структура, сырьевой состав материала могут определять стиль проектируемого из него изделия. Выбор стилового решения предлагается проводить по направлениям

«Классика» и «Модные стили», которые приведены в правой верхней части описываемого диалогового окна.

Цветовое решение модели соответствует цвету выбранного материала. Покрой рукава выбирается пользователем из вариантов выпадающего списка, ограниченных значениями показателей основного материала (жесткость, драпируемость, сминаемость, формовочная способность, ширина). Характеристика «Объемно-силуэтная форма» представлена выбором силуэта, объема изделия и силуэтных линий. Пользователю предлагаются варианты, соответствующие свойствам материала верха (художественно-колористическое оформление, жесткость, сминаемость (несминаемость), драпируемость, воздухопроницаемость, ширина, толщина). В правой нижней части диалогового окна приводятся доступные для выбора конструктивные средства формообразования, а технологические выбираются из вариантов выпадающего списка, определяющихся формовочной способностью материала верха. В следующем диалоговом окне (рис. 38) пользователю предоставляется перечень изделий, найденных

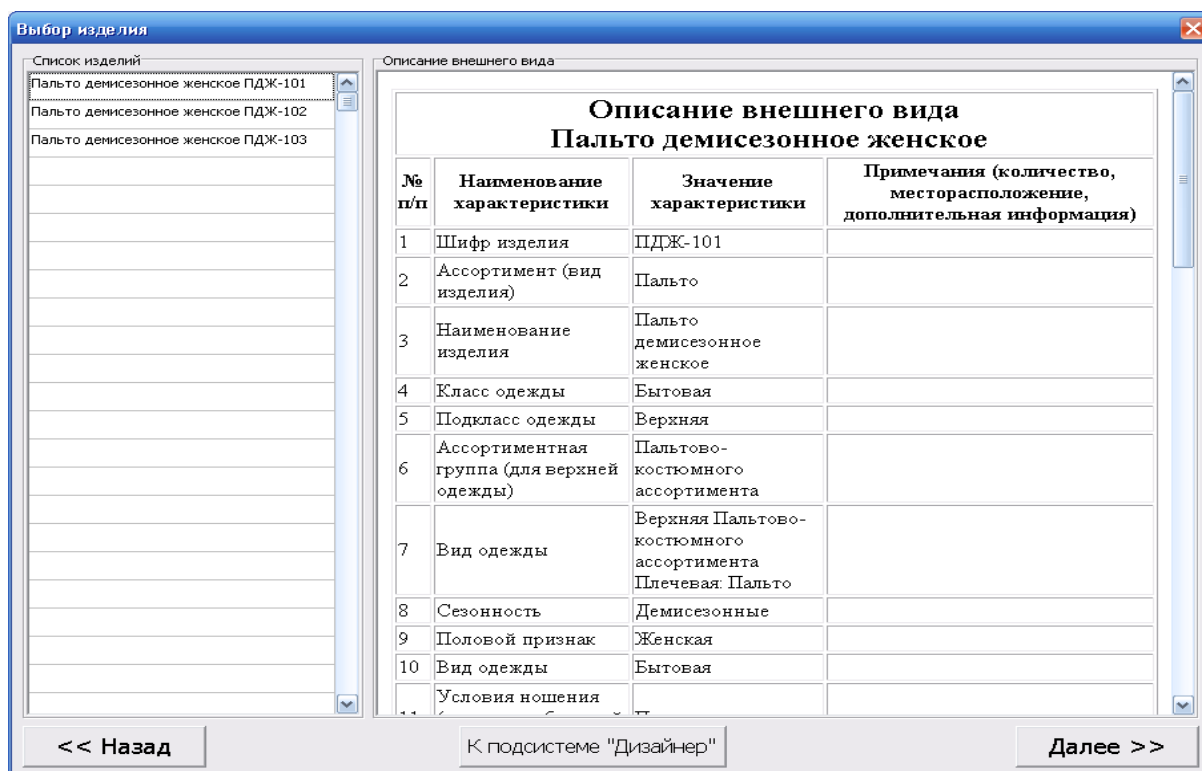


Рисунок 38 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»: Выбор изделия

в базе данных изделий предприятия и отвечающих заданным для поиска параметрам. Из приведенного в левой части диалогового окна списка изделий пользователь, просмотрев подробную информацию об изделиях в правой части окна, осуществляет выбор. Далее последовательность работы в ИИС «Конфекционер» аналогична описанному выше пути, когда исходными данными является проектируемое изделие, и заключается в формировании структуры пакета материалов и документа «Конфекционная карта».

3.3 Реализация автоматизированного способа учета свойств материалов на этапах проектирования одежды

В соответствии с разработанным алгоритмом (рис. 28) после произведенного выбора основного материала/изделия (в зависимости от исходных данных) при переходе на этап выбора прикладных материалов в ИИС «Конфекционер» формируются рекомендации по выбору конструктивно-технологических параметров проектируемого изделия. В соответствующем диалоговом окне представлены вкладки «Выбор технологических параметров», «Выбор конструктивных параметров», «Параметры раскладки» (рис. 39-41).

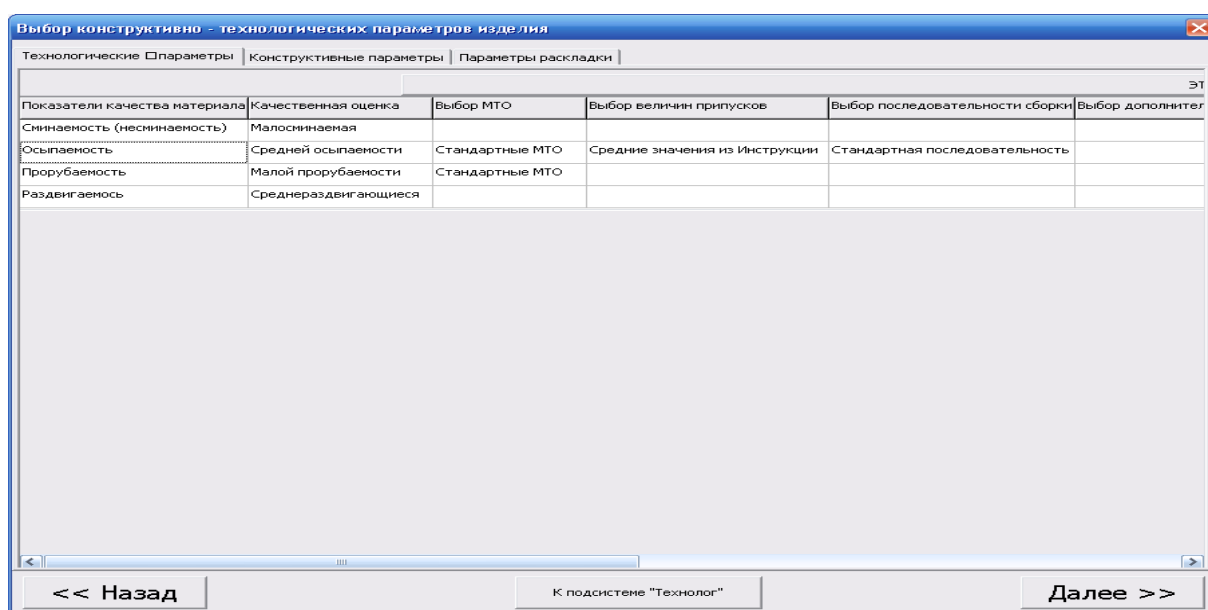


Рисунок 39 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»: Выбор технологических параметров изделия

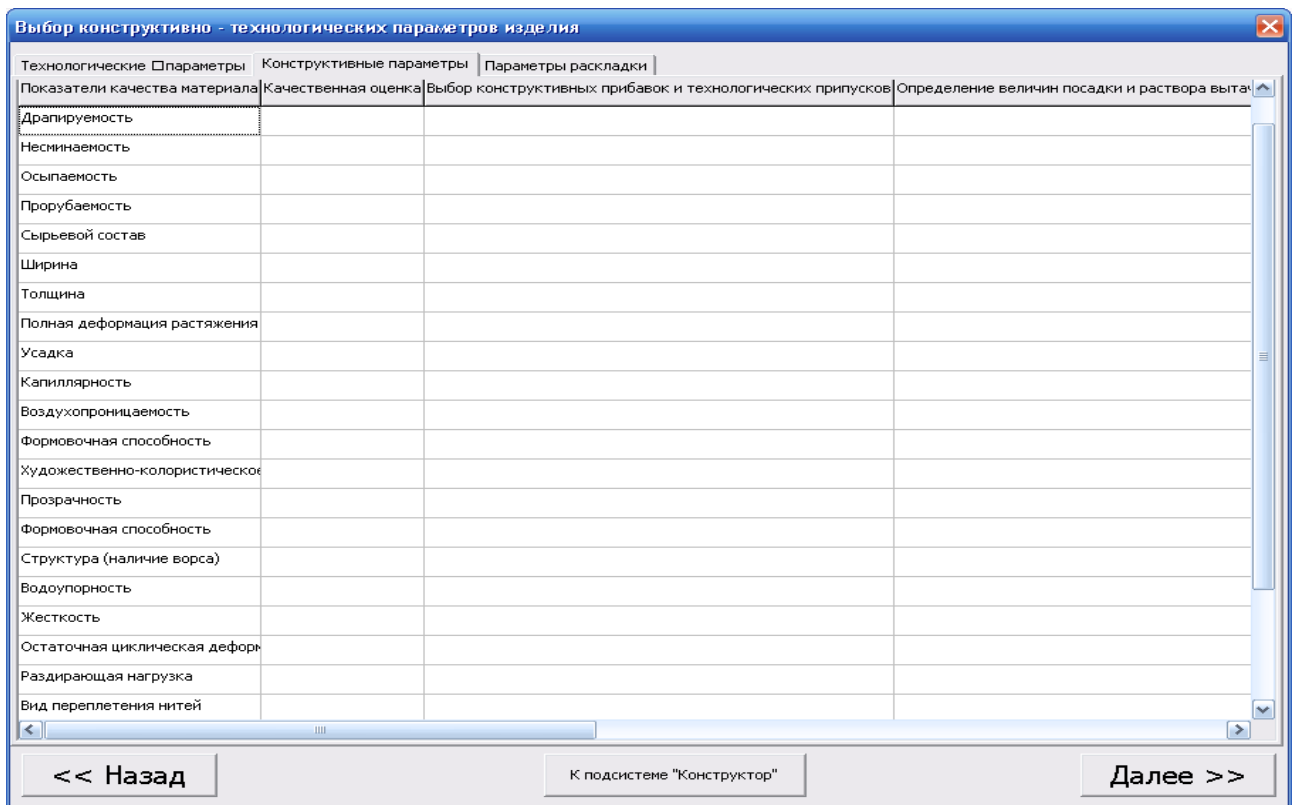


Рисунок 40 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»:
Выбор конструктивных параметров изделия

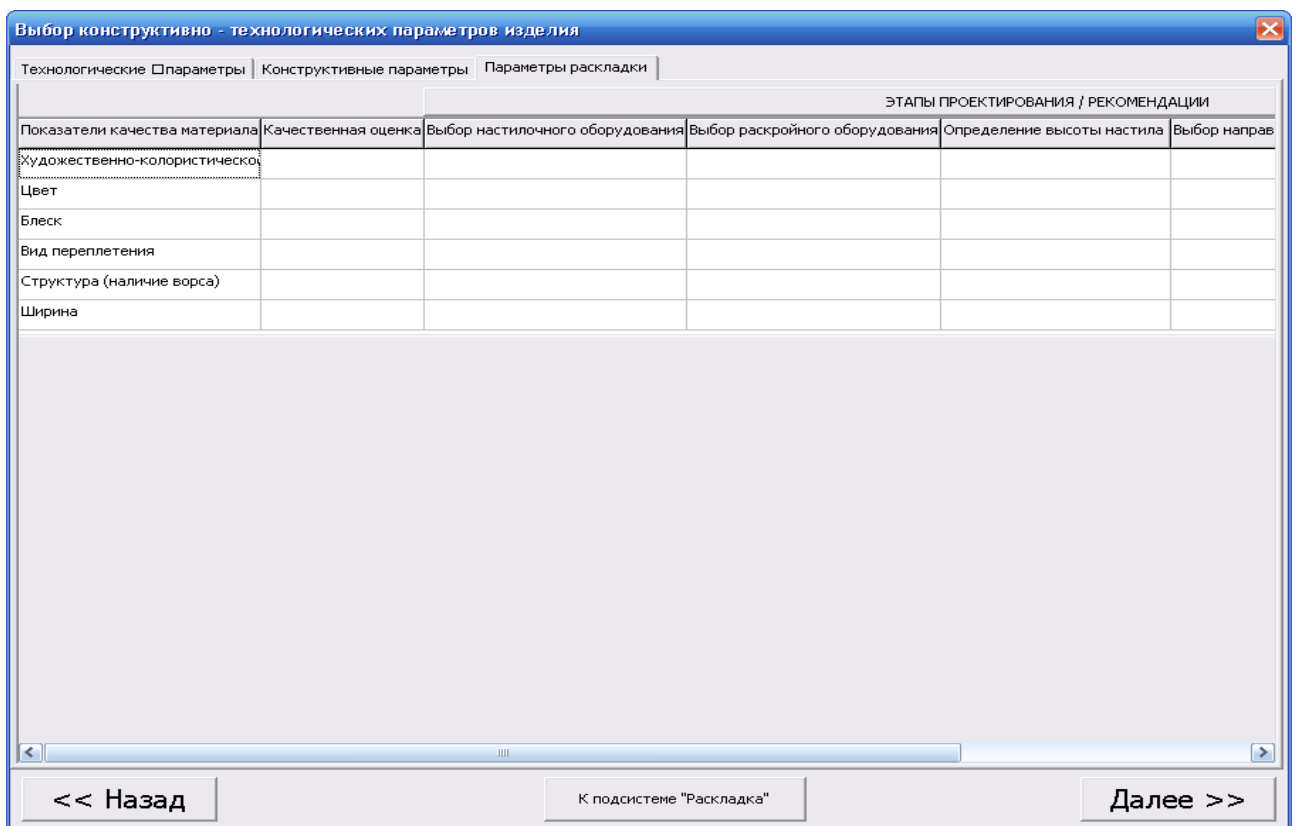


Рисунок 41 – Диалоговое окно ИИС «Конфекционер»: Параметры
раскладки

В каждой из перечисленных вкладок в левой части окна приведен перечень свойств материалов и их качественных оценок. В верхней строке располагаются названия этапов процесса проектирования изделия. В соответствующих ячейках таблицы отображается информация рекомендательного характера по учету определенного свойства материала на определенном этапе проектирования.

Рекомендации формируются системой в автоматизированном режиме на основании полученных ранее количественных оценок показателей свойств материалов, соотнесенных с группами их качественных оценок.

Поскольку не все из показателей свойств материалов для одежды в настоящее время имеют градацию по группам качественной оценки, в качестве примера могут быть рассмотрены следующие свойства (Приложение Д): драпируемость, несминаемость, осыпаемость, раздвигаемость, прорубаемость.

Так, выбор технологических параметров изделия производится в зависимости от несминаемости, осыпаемости, прорубаемости, раздвигаемости нитей в швах. В случае несминаемого и малосминаемого материала достаточно соблюдение режимов ВТО, в случае среднесминаемого материала необходимо выбирать максимальное усилие прессования при образовании складок, заутюживании и разутюживании припусков швов. Степень осыпаемости материала при выборе методов технологической обработки влияет на выбор вида шва и методов обработки припусков и срезов. В случае легкоосыпающихся материалов рекомендуется выбирать швы вподгибку с обметанным и закрытым срезом, бельевые и окантовочные швы. Для материалов средней осыпаемости и неосыпающихся ограничений по выбору вида шва нет. При выборе методов обработки припусков и срезов в изделиях из легкоосыпающихся материалов обязательны различные операции по предохранению срезов от осыпания (Приложение Е). При обработке

материалов с малой прорубаемостью нет ограничений в выборе МТО, швейного оборудования, параметров соединения. В случае материалов средней прорубаемости на перечисленных этапах проектирования необходимо соблюдать существующие рекомендации (Приложение Е). При обработке материалов средней раздвигаемости при выборе технологических параметров изделия ограничений нет. Если же материал относится к легкораздвигающимся, то на этапе выбора МТО при стачивании деталей рекомендуется дублирование припусков швов полосками из термоклеевых прокладочных материалов, заходящими за строчку стачивания на 1-2 мм. При выборе параметров соединения в этом случае рекомендуется увеличение количества стежков в строчке.

При окончательном принятии проектных решений полученные рекомендации могут быть скорректированы пользователем.

Полученные рекомендации передаются в соответствующие подсистемы ИСАПРО (нажатием клавиш «К подсистеме Технолог», «К подсистеме Конструктор», «К подсистеме Раскладка»).

Таким образом, сформирован алгоритм процесса функционирования подсистемы «Конфекционер» в рамках ИСАПРО, разработана блок-схема данного алгоритма. В соответствии с алгоритмом функционирования подсистемы «Конфекционер» произведена автоматизация процесса конфекционирования материалов для проектируемого изделия – разработано программное обеспечение подсистемы «Конфекционер». В автоматизированном режиме реализован учет свойств материалов на этапах проектирования изделий в рамках ИСАПРО.

Заключение

В работе выполнены теоретические и программные разработки по реализации Интеллектуальной информационной системы «Конфекционер» в рамках ИСАПРО с целью повышения эффективности выбора проектных решений. По итогам работы сделаны следующие выводы:

1. Установлено, что главными направлениями совершенствования систем автоматизированного проектирования являются их внутренняя интеракция и последующая интеллектуализация, позволяющие организовать процесс проектирования в единой информационной среде и получать эффективные проектные решения на качественно новом уровне.

2. Разработан концептуальный подход к организации интегрированной САПР одежды с учетом расширения ее структурного состава за счет введения новой подсистемы «Конфекционер» и экспертной системы «Материаловед», в комплексе образующих Интеллектуальную информационную систему «Конфекционер». Создана концептуальная модель ИСАПРО, которая представляет состояние системы в рамках предлагаемой концепции, перспективных направлений развития и используемых технологий. Определен элементный состав каждой из подсистем, состоящий из модулей и баз данных. В соответствии с функциональными задачами элементов ИСАПРО выявлены их внутренние и внешние информационные взаимосвязи, на основании чего составлена соответствующая схема. Предложена математическая модель интегрированной САПР одежды, отражающая ее структуру и основные принципы организации.

3. На основе анализа информационно-логических связей между этапами существующего процесса подбора материалов для проектируемого изделия и сформированного структурного состава предложена структурно-информационная модель процесса функционирования подсистемы «Конфекционер».

4. Создано информационное обеспечение экспертной системы «Материаловед» на основе онтологического подхода. С использованием программного инструментального средства Protege-2000 составлена онтология предметной области «Материаловедение швейного производства», в основе своей формирующая базу знаний проектируемой экспертной системы.

5. Проведено исследование вопроса о характере влияния свойств материалов на принятие решений при автоматизированном процессе проектирования одежды, по результатам которого разработана структурная схема взаимосвязей между этапами АПП одежды и свойствами материалов, влияющих на эти этапы. Выявлено, что в современных САПРО реализован учет лишь 27% свойств материалов на 13 этапах проектирования из 37 предлагаемых. Автоматизирован процесс комплексного учета свойств материалов на этапах проектирования одежды, на основании чего произведена модификация АПП одежды.

6. Разработан алгоритм функционирования подсистемы «Конфекционер», на основе которого реализован исследовательский прототип Интеллектуальной информационной системы «Конфекционер» в рамках ИСАПРО, доказана жизнеспособность подхода, выбранного для решения поставленных в работе задач.

Список использованной литературы

1. Курбатов, Е. В. Разработка информационного обеспечения интегрированной системы трехмерного и двухмерного проектирования одежды [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Курбатов Евгений Владимирович. – М.: Изд-во МГУДТ, 2004.
2. Рахматуллин, А. М. Разработка технологии информационного обеспечения технической подготовки швейного производства [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Рахматуллин Айрат Миннигалиевич. – М.: Изд-во РосЗИТЛП, 2003.
3. Бондарева, М. В. Совершенствование процессов технологической подготовки производства новых моделей в среде единой информационной системы швейного предприятия [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Бондарева Марина Владимировна. – СПб.: Изд-во СПГУТиД, 2003.
4. Субботина, Е. В. Разработка информационной технологии интеграции конструкторской и технологической подготовки производства швейно-трикотажных изделий [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Субботина Елена Вениаминовна. – М.: Изд-во МГУДТ, 2005.
5. Кравец, Т. А. Совершенствование подготовки швейного производства трикотажного предприятия с применением информационных технологий [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Кравец Татьяна Александровна. – СПб.: Изд-во СПГУТиД, 2003.
6. Проскурдина, Т. А. Исследование и разработка элементов информационной технологии создания многоассортиментных промышленных коллекций одежды [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Проскурдина Тамара Анатольевна. – М.: Изд-во МГУДТ, 2004.
7. Струневич, Е. Ю. Подсистема художественного проектирования моделей одежды [Текст] / Е. Ю. Струневич, В. В. Гетманцева, Л. В. Лопасова // Швейная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 45-47

8. Гетманцева, В.В. Разработка методов интеллектуализации процесса автоматизированного проектирования женской одежды [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Гетманцева Варвара Владимировна. – М.: 2006. – 168 с.
9. Смирнова, О. Н. Разработка программно-методического комплекса для автоматизированного проектирования изделий из натурального меха [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04 : защищена 16.06.2004 / Смирнова Ольга Николаевна. – М., 2004. – 221 с.
10. Бузов, Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): ученик для студ. высш. учеб. заведений [Текст]/ Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова / Под ред. Б.А. Бузова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.
11. Коблякова, Е. Б. Основы проектирования рациональных размеров и форм одежды [Текст] / Е. Б. Коблякова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 280 с.
12. Кузьмичев, В.Е. Свойства текстильных материалов, влияющие на технологию изготовления швейных изделий: учебное пособие [Текст] / В.Е. Кузьмичев, О.Г. Ефимова. – Иваново, 1992. – 128 с.
13. Кирсанова, Е. А. Методологические основы оценки и прогнозирования свойств текстильных материалов для создания одежды заданной формы [Текст]: дис. ... доктора. техн. наук/ Кирсанова Елена Александровна. – М., 2003.
14. Старкова, Г.П. Методологические основы проектирования спортивной одежды из высокоэластичных материалов [Текст]: Автореф. дис... докт. т.н.: 05.19.04 / Старкова Галина Петровна. – М., 2004. – 49 с.
15. Золотцева, Л. В. Разработка методологических основ проектирования технологии и процессов производства швейно-трикотажных

изделий [Текст]: автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.19.04 / Золотцева Любовь Викторовна. – М., 2007. – 51 с.

16. Шеромова, И. А. Методологические основы оптимизации подготовки производства одежды из легкодеформируемых текстильных материалов [Текст]: дис. ... доктора. техн. наук / Шеромова Ирина Александровна, 2010.

17. Ландовский, В. В. Моделирование процесса сборки трехмерных изделий из плоских заготовок [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Ландовский Владимир Владимирович. – Новосибирск, 2007. – 117 с.

18. Немирова, Л.Ф. Разработка метода автоматизированного подбора материалов для одежды [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Л.Ф. Немирова. – М., 1993.

19. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учеб.для вузов [Текст] / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 3-е изд., перераб. и доп. –М.: Высш.шк., 2001. – 343с: ил.

20. САПР Julivi [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://julivi.com>

21. САПР Gerber [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gerbertechnology.ru>

22. САПР Ассоль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.assol.mipt.ru/rus/papers/another/west/paper.shtml>

23. САПР АВТОКРОЙ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autokroy.com/article-21.html>

24. САПР Eleandr [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eleandr-soft.ru>

25. САПР ГРАЦИЯ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.saprgrazia.com>

26. САПР КОМТЕНС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.comtense.ru>

27. САПР Optitex [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.optitex.com>
28. САПР ЛЕКТРА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lectra.ru>
29. САПР Geminicad [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geminicad.com>
30. Королева, Л.А. Формирование информационной платформы конструкторской базы данных для автоматизированного проектирования одежды [Текст]: депонированная монография / Л.А. Королева, Е.А. Легензова, И.Л. Ключко. – Владивосток, 2008. – 96с., ил. Библиогр.: 54 назв. – Рус. - Деп. в ВИНТИ 18.01.2008, №39–В2008.
31. Старкова, Г.П. Разработка и внедрение методов проектирования и изготовления одежды на основе новых информационных технологий [Текст]: депонированная монография / Г.П. Старкова, Л.А. Королева, Е.А. Легензова, И.Л. Мякишева. – Владивосток, 2006.-187с. ИА Библиогр.:110 назв. – Рус. – Деп. В ВИНТИ 30.10.06 №1282-В2006.
32. Кокеткин, П.П. Одежда: технология-техника, процессы-качество [Текст] / П.П. Кокеткин. – М.: Изд-во МГУДТ, 2001. – 560 с.
33. Методические указания к разработке и утверждению технических описаний на новые модели одежды, изготавливаемые предприятиями Минбыта РСФСР/ ред. О.С. Болдовкина. – Владивосток, 1987.
34. Волков, В.Л. Моделирование процессов и систем в приборостроении: Учебное пособие для студентов технических специальностей дневной, вечерней и заочной форм обучения [Текст] / В.Л. Волков. – Арзамас: Изд-во АПИ НГТУ, 2008. – 143 с.
35. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов [Текст] / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – 13-е изд., исправленное. – М.: Наука, 1986. – 544 с.

36. Щербак, С.С. Интеллектуализация обработки информации на основе технологий Semantic Web [Электронный ресурс] / С.С. Щербак. – Режим доступа: <http://shcherbak.net/intellect/>
37. Protege-2000. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://protege.stanford.edu/publications/UserGuide.pdf>
38. Орленко, Л.В. Конфекционирование материалов для одежды: Учебное пособие [Текст] / Л.В. Орленко, Н.И. Гаврилова. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – 28 с.
39. Стельмашенко, В.И. Материалы для одежды и конфекционирование: учебник для студ. высш. учеб. заведений [Текст]/ В.И. Стельмашенко, Т.В. Розаренова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.
40. ГОСТ 17037-85 Изделия швейные и трикотажные. Термины и определения [Текст]. – Взамен ГОСТ 17037-83; Введ. 1986-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 13с.
41. Королева, Л.А. Введение в онтологию предметной области «Материаловедение швейного производства»/ Л.А. Королева, А.В. Подшивалова, Г.П. Старкова// Швейная промышленность – 2009, №4.- С. 32-33
42. Бузов, Б.А. Практикум по материаловедению швейного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений [Текст]/ Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова, Д.Г. Петропавловский. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.
43. Сухарев, М.И. Принципы инженерного проектирования одежды [Текст] / М.И. Сухарев, А.М. Бойцова. – М.: Изд-во «Легкая и пищевая промышленность», 1981. – 272 с.
44. Мальцева, Е.П. Материаловедение текстильных и кожевенно- меховых материалов: учеб. для сред. спец. учеб. заведений [Текст] / Е. П. Мальцева. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 240 с.: ил.

45. Подготовительно-раскройное производство швейных предприятий: учебное пособие [Текст]/ В.Т. Голубкова, Р.Н. Филимоненкова, М.А. Шайдоров и др. / Под общ. ред. В.Т. Голубковой, Р.Н. Филимоненковой. – Мн.: Высш.шк., 2002. – 206 с.: ил.

46. Кукин, Г.Н. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия): учеб. для вузов [Текст]/ Г. Н. Кукин, А.Н. Соловьев, А.И. Кобляков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.: ил.

47. Основы функционирования технологических процессов швейного производства: учебное пособие для ВУЗов и СУЗов [Текст]/ В.Е. Мурыгин, Е.А. Чаленко. – М.: Компания Спутник +, 2001. – 299 с., ил.

48. Королева, Л.А. Исследование влияния характеристик свойств различных видов материалов на процесс интегрированного автоматизированного проектирования одежды/ Л.А. Королева, А.В. Подшивалова: Деп. монография.- ЦНИИ – М.: 2007 – 141с.- Библиогр.: 57 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 18.12.2007, № 1192-В 2007.

49. Мартынова, А.И. Конструктивное моделирование одежды: учебное пособие для вузов [Текст] / А. И. Мартынова, Е.Г. Андреева. – М.: МГАЛП, 1999. – 216 с.

50. ГОСТ 22977-89 Детали швейных изделий. Термины и определения [Текст].– Введ. 1991-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 10с.

51. ГОСТ Р 51306-99 Услуги бытовые. Услуги по ремонту и пошиву швейных изделий. Общие технические условия [Текст].– Введ. 2000-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1999. – 7с.

52. Инструкция «Технические требования к соединениям деталей швейных изделий» [Текст]. – Взамен ОСТ 17-835-80; Введ. 1990-12-19. – М.: ЦНИИШП, 1991. – 100с.