

## 2 КОНЦЕПЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ

Выявленные ранее 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 [72]. С целью выявления и описания структурного состава и организации сложной системы ИСАПРО необходимо разработать соответствующие математическую и концептуальную модели.

### 2.1 Формирование принципов интеграции интеллектуальной системы автоматизированного проектирования одежды

#### 2.1.1 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. Ма-

тематическая 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 [73].

Используя общий системный подход к описанию модели, разработана тематическая 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 [74]:

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

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;

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

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:

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

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.

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

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.

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

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, что является основой для разработки концептуальной модели системы и графического представления ее элементного состава.

### **2.1.2 Разработка концептуальной модели интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды**

В соответствии с предложенной выше математической моделью 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. 2.1). 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 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 [51, 52, 54, 59, 63, 64, 75-78]. 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

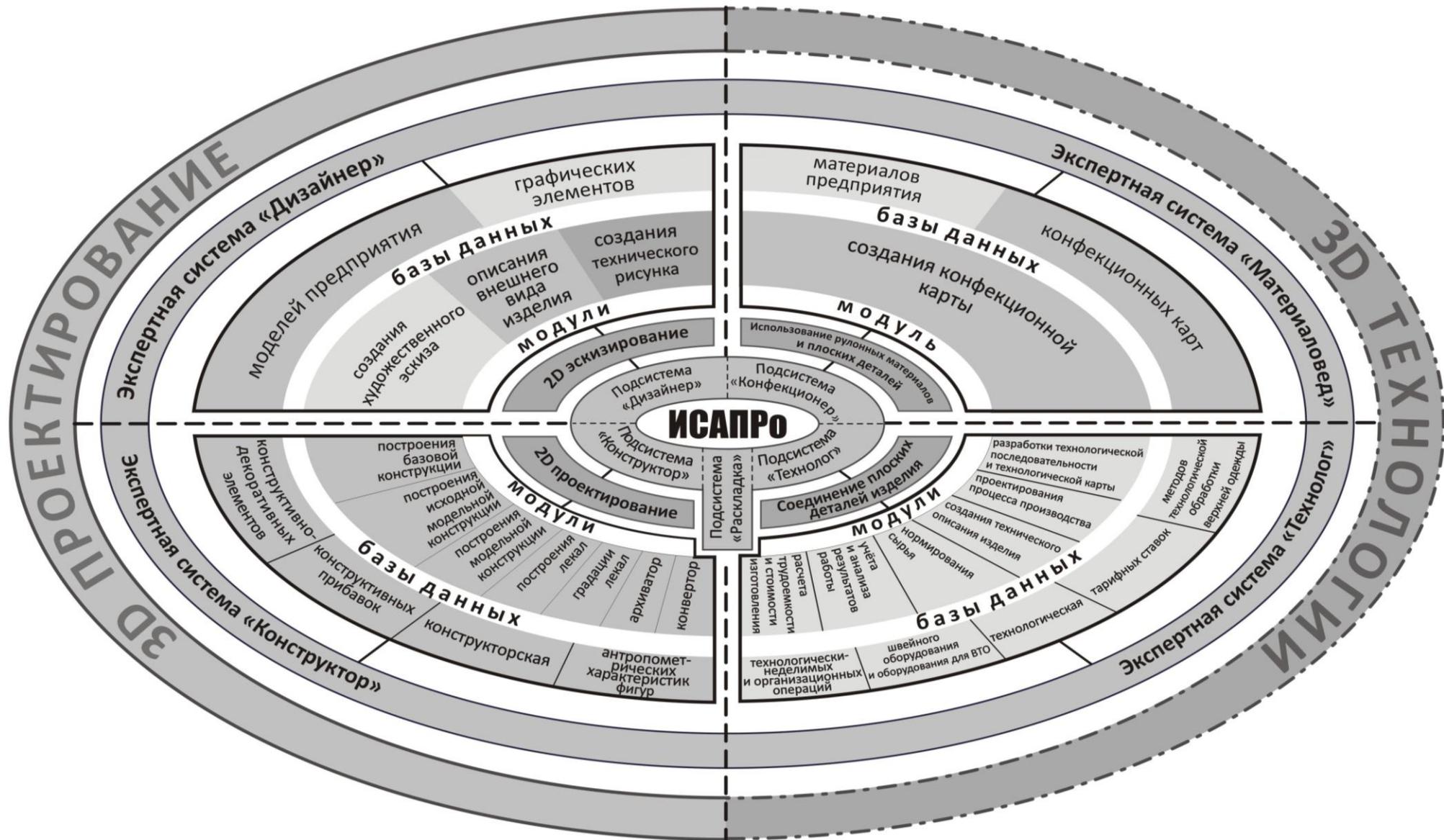


Рисунок 2.1. – Концептуальная модель ИСАПРО с учетом технологий интеллектуализации

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. 2.2).

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 [63] 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.

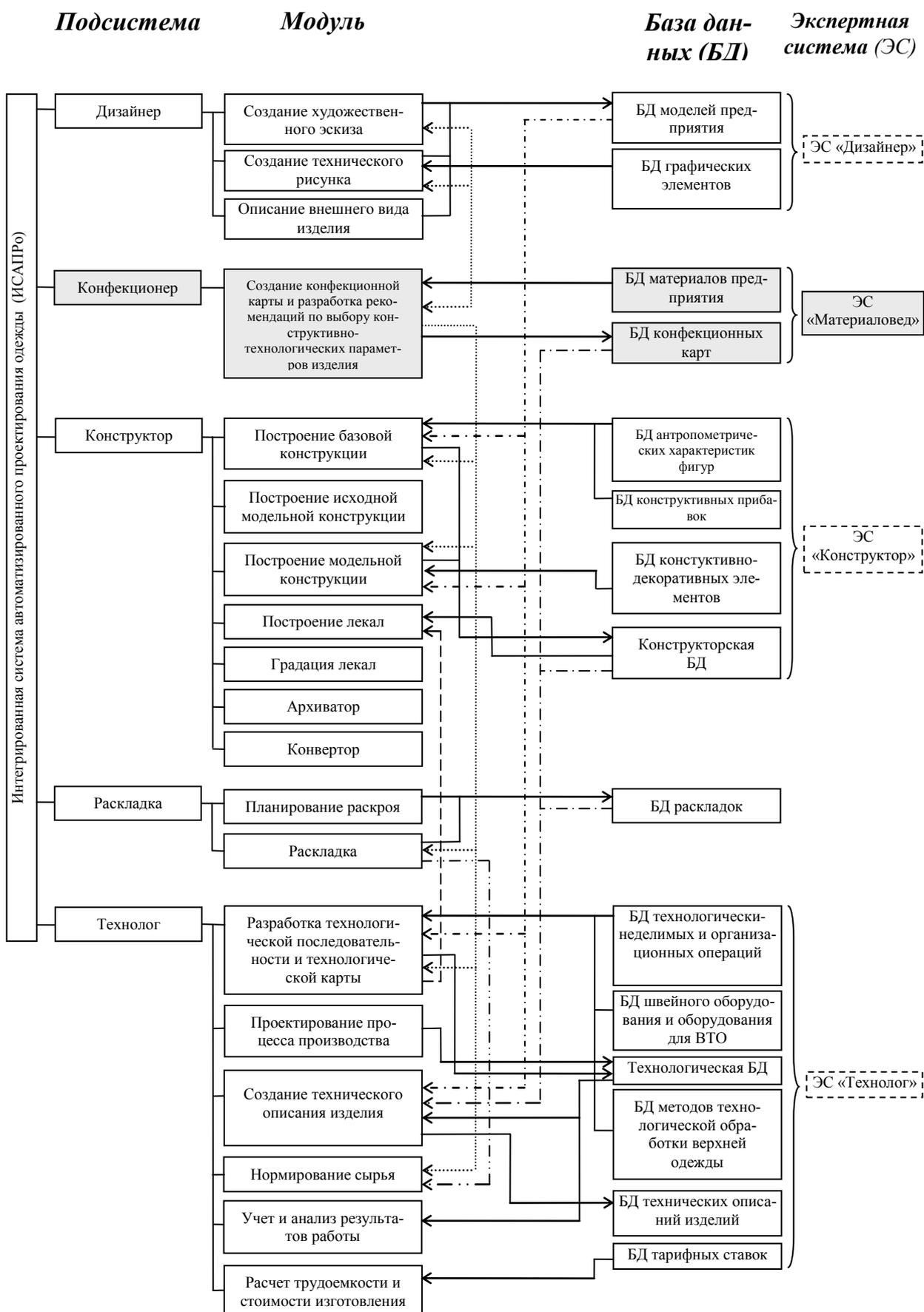


Рисунок 2.2. – Структурная схема интеграционных взаимосвязей элементов

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 [79]. 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 моду-

лем 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 [75], 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 [75, 54, 64, 59]. 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 [52, 54, 75, 78]. 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 много-раскладочным, 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 [52]. 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 Универ-

сальная база данных методов технологической обработки верхней одежды – УБД МТОВО [80]. 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 [81]:

- 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 тех-

нологического 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 [51, 81, 82]. Техническое описание составляется всеми подсистемами (Дизайнер, Конфекционер, Кон-

структор, 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 [63].

Расчет трудоемкости и стоимости изготовления изделия возможен двумя способами: на основе данных о тарифных ставках или на основе технически обоснованных затрат времени [63]. 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 кроя 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 принятием 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.

## 2.2 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, сформулированные в первой главе диссертации, 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 2.3 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 соответ-

ствии 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 [74]:

$$\nabla_1(X_1, x_{2,1}) = X_3, X_1 = \{x_{1,i}\}, i = \overline{1, n_1}, X_3 = \{x_{3,j}\}, j = \overline{1, n_3};$$

$$\nabla_2(X_3) = X_2, X_2 = \{x_{2,i}\}, i = \overline{1, n_2};$$

$$\nabla_3(X_1, X_2) = X_4, X_4 = \{x_{4,i}\}, i = \overline{1, n_4};$$

$$\nabla_4(X_4) = X_5, X_5 = \{x_{5,i}\}, i = \overline{1, n_5};$$

$$\nabla_5(X_5) = X_6, X_6 = \{x_{6,i}\}, i = \overline{1, n_6};$$

$$\nabla_6(X_6) = Y_1, Y_1 = \{y_{1,i}\}, i = \overline{1, n_{y_1}};$$

$$\nabla_7(X_2, x_{1,1}) = X_7, X_7 = \{x_{7,i}\}, i = \overline{1, n_7};$$

$$\nabla_8(X_7) = X_1;$$

$$\nabla_9(X_7) = Y_2, Y_2 = \{y_{2,i}\}, i = \overline{1, n_{y_2}},$$

где  $\nabla_1$  – оператор разработки рекомендаций по выбору модельных особенностей и конструктивно-декоративных элементов изделия;  $\nabla_2$  – оператор выбора требуемого изделия из базы данных изделий предприятия;  $\nabla_3$  – оператор разработки рекомендаций по выбору конструктивно-технологических параметров изделия;  $\nabla_4$  – оператор определения номенклатуры показателей качества прикладных материалов и интервалов их значений;  $\nabla_5$  – оператор выбора требуемых прикладных материалов из базы данных материалов предприятия;  $\nabla_6$  – оператор разработки конфекционной карты;  $\nabla_7$  – оператор определения номенклатуры показателей качества основного материала и интервалов их значений;  $\nabla_8$  – оператор выбора требуемого основного материала из базы данных материалов предприятия;  $\nabla_9$  – 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;  $Y_2$  – заявка на приобретение необходимых материалов.

Таким образом, на основе теории множеств предложена 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.

Таким образом, проведенные исследования позволили сформулировать и обосновать концепцию организации ИСАПРО с позиций введения новой подсистемы Конфекционер и использования принципов интеллектуализации.

Также разработана с использованием математического аппарата теории систем математическая модель интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды, которая отражает структуру и основные принципы организации ИСАПРО.

На основе выше обозначенной ММ 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. Сформулированы и обоснованы принципы введения в струк-

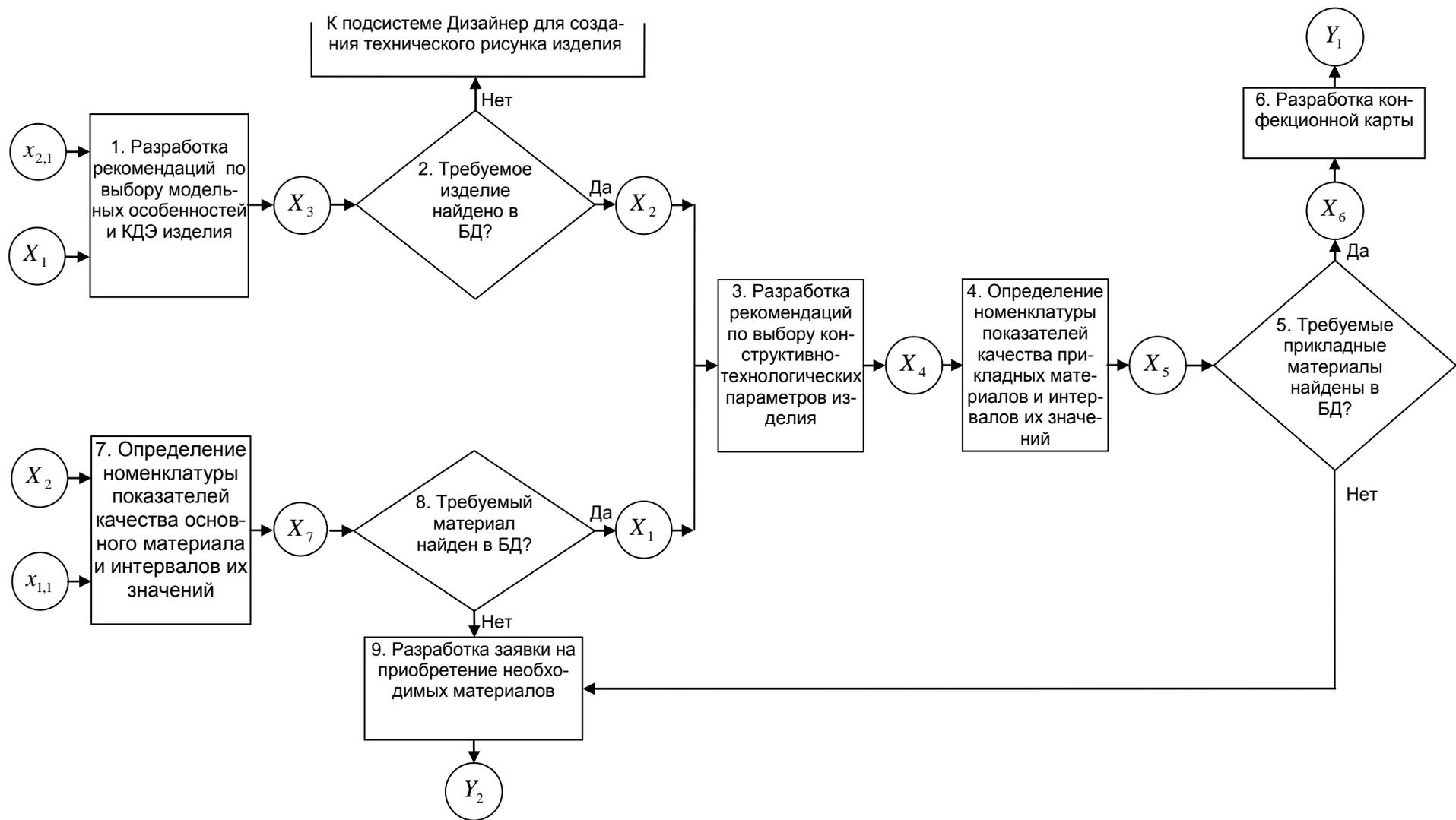


Рисунок 2.3. – Структурно-информационная модель процесса функционирования подсистемы Конфекционер

туру ИСАПРО экспертных систем в качестве интеллектуальных составляющих, в задачи которых входит поддержка принятия решений на этапах проектирования изделия.

Далее разработаны состав и структура подсистемы Конфекционер, определены ее функциональные задачи.

На данном этапе исследования обоснована и разработана на основе метода теории множеств математическая модель процесса функционирования подсистемы Конфекционер.

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.